

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**TESE**

**Sistemas silvipastoris com fruteiras para recria de bezerros  
de rebanho leiteiro**

**Carolina Della Giustina**

**2020**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA.**

**SISTEMAS SILVIPASTORIS COM FRUTEIRAS PARA RECRIA  
DE BEZERROS DE REBANHO LEITEIRO**

**CAROLINA DELLA GIUSTINA**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Carlos Augusto Brandão de Carvalho**

*E Co-orientação da Pesquisadora*  
**Roberta Aparecida Carnevalli Monteiro**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora**, no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de concentração em Produção Animal.

Seropédica – RJ  
Outubro de 2020

## FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G 538  
s Giustina, Carolina Della , 1987-  
Sistemas silvipastoris com fruteiras para criação  
de bezerros de rebanho leiteiro / Carolina Della  
Giustina. - Sinop, 2020.  
95 f.: il.

Orientador: Carlos Augusto Brandão de Carvalho  
Carvalho.  
Coorientadora: Roberta Aparecida Carnevalli  
Monteiro.  
Tese(Doutorado). -- Universidade Federal Rural do  
Rio de Janeiro, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ZOOTECNIA, 2020.

1. Sistemas silvipastoris. I. Carvalho, Carlos  
Augusto Brandão de Carvalho, 1971-, orient. II.  
Monteiro, Roberta Aparecida Carnevalli , 1974-,  
coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA. IV.  
Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA



DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº 9086/2020 - PPGZ (12.28.01.00.00.00.61)

Nº do Protocolo: 23083.050661/2020-61

Scropédica-RJ, 03 de outubro de 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
CAROLINA DELLA GIUSTINA

Tese submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutora**, no Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

**TESE APROVADA EM 01/10/2020.**

**Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020**, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso a folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese / dissertação.

Banca Examinadora:

Carlos Augusto Brandão de Carvalho, Dr. UFRRJ - (Presidente)

Adenilson José Paiva, Dr. UFRRJ

André Morais Moura, Dr. UFRRJ

Marcelo Ribeiro Romano, Dr. EMBRAPA

Diego Batista Xavier, Dr. EMBRAPA

*(Assinado digitalmente em 05/10/2020 11:30)*  
CARLOS AUGUSTO BRANDÃO DE CARVALHO  
PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR DepNAP (12.28.01.00.00.00.62)  
Matrícula: 1322816

*(Assinado digitalmente em 05/10/2020 12:35)*  
DIEGO BATISTA XAVIER  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 709.593.661-72

*(Assinado digitalmente em 05/10/2020 12:33)*  
ANDRÉ MORAIS MOURA  
PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR DPA (12.28.01.00.00.00.63)  
Matrícula: 3058101

*(Assinado digitalmente em 05/10/2020 12:30)*  
ADENILSON JOSÉ PAIVA  
PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR DepNAP (12.28.01.00.00.00.62)  
Matrícula: 3157825

*(Assinado digitalmente em 05/10/2020 10:44)*  
MARCELO RIBEIRO ROMANO  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 003.525.797-06

Para verificar a autenticidade deste documento entre em  
<https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu  
número: **9086**, ano: **2020**, tipo: **DOCUMENTOS**  
**COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **03/10/2020** e o código de  
verificação: **4022902aa4**

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu pequeno príncipe José Antônio, que iluminou minha vida, e me deu forças para encerrar o doutorado.

A Helisson Santos, por ter sido meu companheiro desde o início dessa jornada.

## AGRADECIMENTOS

A mim mesma, por ter me dedicado, trabalhado e concluído o doutorado.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela oportunidade de realização do doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de doutorado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

À Dr.<sup>a</sup> Roberta Aparecida Carnevalli Monteiro pela orientação, paciência e dedicação, e por ter acreditado e depositado confiança em mim para a execução e cuidados desse experimento, e ter acompanhado minha jornada do mestrado ao doutorado.

Ao Prof. Dr. Carlos Augusto Brandão de Carvalho pela disciplina de Metodologias de avaliação de pastagens, pela orientação no doutorado e pela dedicação na correção da tese.

À Embrapa Agrossilvipastoril pela disponibilidade da área de execução do projeto e apoio na execução de serviços.

À equipe do laboratório de fisiologia e de campo, especialmente ao João, Fábio e ao Lucas.

À Dra. Valéria Spyridion e ao Dr. Diego Batista Xavier por terem dado suporte veterinário ao experimento

À Dr. Jorge Lulu, pesquisador da área de Agrometeorologia da Embrapa Agrossilvipastoril, por ter disponibilizado os dados climatológicos da estação da Embrapa.

Aos professores do curso de pós-graduação em zootecnia e de agronomia.

Aos meus amigos de mestrado e doutorado Camila Eckstein, Jacqueline Jesus, Mirelly Mioranza, Lana Baumgärtner, Mariana Takahashi, Leticia Helena de Souza, Hemython Bandeira, Leandro Domiciano e Fagner Junior por terem me ajudado durante o mestrado e também fora dele, me apoiando e me distraíndo nos momentos certos.

Aos estagiários que auxiliaram na condução do experimento, em especial ao Francisco das Chagas de Abreu Pereira.

Agradecimento especial a Aline de Barros Silva, por ter me apoiado durante minha estadia em Seropédica, e dividido, aos trancos e barrancos, os experimentos de campo.

Aos colegas de Seropédica, alunos do PPGZ e do PPGA.

À Alexandra Asanovna Elbakyan, fundadora do SciHub, que permitiu o acesso livre e democrático a ciência.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

# EPÍGRAFE



Carlos Ruas, 2010.

## **BIOGRAFIA**

Carolina Della Giustina, filha de mais velha de Nivaldo Antônio Della Giustina e Sirlene Tereza Pupin, nasceu em Alta Floresta, Estado de Mato Grosso, em 11 de fevereiro de 1987.

Em 2004, ingressou na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), no curso de graduação em Agronomia, graduando-se em 2008. Em 2009, tornou-se membro do corpo docente da Escola Técnica Estadual de Educação Profissional e Tecnológica de Sinop (SECITEC), atuando nos cursos de Técnico em agronegócio, Técnico em agropecuária e Técnico em meio ambiente. Ainda neste período, atuou também como professora de ensino técnico nas escolas Centro Integrado de Ensino Tecnológico (CIENTEC) e Colégio Alternativo de Educação Tecnológica (CAFTEC), atuando nos cursos de Técnico em agropecuária e Técnico agrícola. Em 2010, assumiu junto ao CIENTEC a coordenação do curso de Técnico em agropecuária e posterior orientação nos estágios. Em 2013, assumiu como professora temporária na Universidade do Estado de Mato Grosso (UFMT), nas disciplinas de Administração Rural e Cooperativismo.

Em março de 2014, iniciou o curso de mestrado no programa de pós-graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Universitário de Sinop, concentrando seus estudos na linha de pesquisa em produção Animal, na área de Pastagem.

Em março de 2016, deu início ao doutorado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na linha de pesquisa em Forragicultura e Pastagens.

Em 2018, realizou seu maior e melhor feito, dando à luz.

## RESUMO

GIUSTINA, Carolina Della. **Sistemas silvipastoris com fruteiras para recria de bezerros de rebanho leiteiro**. 2020. 95p, Tese (Doutorado em Zootecnia, Produção Animal). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

A consolidação de sistemas silvipastoris somente é possível quando a interação entre seus componentes é mais complementar que competitiva, assim o objetivo deste trabalho foi avaliar a compatibilidade de consórcios entre fruteiras, pastagem e bezerros de rebanho leiteiro para indicar sistemas silvipastoris que garantam sobrevivência das espécies e desempenho adequado dos animais e das fruteiras nas condições tropicais do Mato Grosso. O experimento foi realizado na Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop – MT. Os dados foram coletados entre julho de 2014 e julho de 2018. Foram avaliados cinco sistemas silvipastoris formados pelo consórcio das fruteiras: cajazeira (*Spondias mombin*), goiabeira vermelha (*Psidium guajava*) var. Paluma, cajueiro (*Anacardium occidentale*) var. Embrapa 51 (EMB51) e cajueiro var. CCP76 e aceroleira (*Malpighia glabra*) var. Sertaneja com o pasto de Tifton-85, sob um delineamento de blocos completos casualizados, com duas repetições, sob lotação contínua. Foram avaliados: crescimento das fruteiras, ambiente luminoso, acúmulo e oferta de forragem, comportamento e desempenho animal e danos às árvores promovidos pelos animais. Os dados foram analisados pelo SAS<sup>®</sup> e a comparação de médias por PDIFF ( $P < 0,10$ ). A cajazeira foi a fruteira de maior altura (5,4 m), diâmetro de tronco (23,4 cm) e volume de copa (49,3 m<sup>3</sup>) e, a aceroleira, aquela de menor altura de fuste (0,25 m), perímetro de copa (7,2 m), área de projeção de copa (4,4 m<sup>2</sup>) e volume de copa (9,2 m<sup>3</sup>). Maior índice de área foliar (3,3) e interceptação luminosa (89,3%) foram obtidos para a goiabeira. Maiores incidências dos comprimentos de onda da luz solar visível sobre o pasto ocorreram nos períodos de chuva/2015 e seca/2017 e maiores diferenças na relação vermelho/vermelho extremo em 2015. A altura do pasto e o acúmulo de forragem do Tifton-85 foram maiores nos sistemas com aceroleira e cajueiro EMB51 (médias mensais de 18 cm e 442 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Os valores de acúmulo de forragem, de folha e de colmo foram crescentes de fevereiro a março e reduziram a partir de abril/2018. O valor nutritivo da forragem do Tifton-85 variou pouco entre os sistemas. Maior ganho de peso individual dos bezerros ocorreu no sistema com aceroleira (média de 910 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) de janeiro a março/2018 e as taxas de lotação foram crescentes de janeiro a junho (4,5 para 6,6 UA ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e maiores no sistema com cajueiro EMB51 (6,3 UA ha<sup>-1</sup>). Maior frequência da atividade de alimentação (69%) e menor de ruminação (7%) e ócio (26%) foram observadas no sistema com cajazeira e esta relação foi inversa para a maior parte dos demais sistemas. Maiores frequências de animais em atividade de alimentação foram obtidas no período de chuva (72%) e no turno da tarde (65%). Houve maior frequência de ramoneio no sistema com aceroleira (2%). Os animais ficaram mais à sombra nos sistemas com cajueiros e com goiabeira (33%) e durante o turno da tarde (33%). Nenhuma das fruteiras apresentam características limitantes ao desempenho animal, sendo os cajueiros e a goiabeira indicados. Sistema com cajazeira pode ser indicada com limitação, por não fornecer sombra no período de seca, e sistema com aceroleira não pode ser indicada para a composição de sistemas silvipastoris no norte do Mato Grosso, por ter sua perenidade comprometida.

**Palavras chave:** consórcio, cajueiro, goiabeira.

## ABSTRACT

GIUSTINA, Carolina Della. **Rearing calves in fruit trees silvopastoral systems**. 2020. 95p, Thesis (Doctorate in Zootecnics, Animal Production). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

The setting of silvopastoral systems is just possible when the interrelationship components are more complementary than competitive, so the aim was to evaluate the intercropping compatibility between fruit trees, pasture and dairy calves to indicate which silvopastoral systems could ensure fruit trees species survival and adequate animal performance in the tropical conditions of Mato Grosso. The experiment was carried out at Embrapa Agrossilvipastoral, Sinop - MT. Data were collected between July 2014 and July 2018. The five silvopastoral systems formed by the evaluated fruit trees were: *cajá* fruit (*Spondias mombin*), red guava (*Psidium guajava*) Paluma variety, cashew tree (*Anacardium occidentale*) Embrapa 51 (EMB51) variety and cashew tree CCP76 variety and *acerola* fruit (*Malpighia glabra*) Sertaneja variety with Tifton-85 grass, in a complete randomized block design, with two repetitions, under continuous stocking management. Fruit trees growth, light quality under treetops, forage accumulation and allowance, animal behavior and performance were evaluated, as well as the damage to trees caused by living with animals. The data were analyzed by SAS® and the comparison of means by PDIFF ( $P < 0.10$ ). The *cajá* fruit tree had the greatest height (5.4 m), trunk diameter (23.4 cm) and canopy volume (49.3 m<sup>3</sup>), and the *acerola* fruit tree had the lowest stem height (0.25 m), canopy perimeter (7.2 m), canopy projection area (4.4 m<sup>2</sup>) and canopy volume (9.2 m<sup>3</sup>). Higher index of leaf area (3.3) and light interception (89.3%) were obtained from the red guava fruit tree. Higher incidences of visible sunlight wavelengths on pasture were in the 2015 rain period and 2017 drought period while, greater differences in the red/red far ratio, were in 2015. The height of the pasture and the accumulation of forage of Tifton-85 were higher in systems with *acerola* and cashew EMB51 fruit trees (monthly averages of 18 cm and 442 kg ha<sup>-1</sup>, respectively). Forage, leaf and stem accumulation values increased from February to March and decreased in April 2018. The nutritive value of the forage of Tifton-85 grass had small variation between the systems. Greater individual weight gain of the dairy calves happened in the *acerola* fruit tree system (average of 910 g animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) from January to March 2018 with stocking rates increasing from January to June (4.5 to 6.6 AU ha<sup>-1</sup>, respectively) and higher in the EMB51 cashew system (6.3 AU ha<sup>-1</sup>). Higher frequency of feeding activity (69%) and lower rumination (7%) and leisure (26%) were observed in the cashew tree system and the relationship was the inverse for most other systems. Higher frequencies of animals in feeding activity were obtained during the rainy season (72%) and during the afternoon (65%). There was a higher frequency of browse in the *acerola* tree system (2%). The animals had more shaded area in the cashew and red guava fruit tree systems (33%) and during the afternoon (33%). No fruit tree has any characteristics that limit animal performance, and cashew and guava can be indicated for use in silvopastoral systems with dairy calves. System with *cajá* trees can be indicated with limitation, as it does not provide shade in the dry season, and system with *acerola* trees is not indicated for the composition of silvopastoral systems in northern Mato Grosso, as its perpetuity is compromised.

**Key words:** intercropping, cashew fruit tree, guava fruit tree.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Sistemas Silvopastoris.....	3
2.2 Componente Arbóreo .....	3
2.3 Ambiente Luminoso .....	5
2.4 Componente Forrageiro.....	6
2.5 Componente Animal .....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1 Área e Delineamento Experimental .....	10
3.2 Dados Climáticos .....	13
3.3 Microclima.....	15
3.4 Componente Arbóreo .....	15
3.5 Componente Forrageiro.....	17
3.6 Componente Animal .....	19
3.7 Danos às Fruteiras .....	21
3.8 Análise Estatística .....	22
4 RESULTADOS .....	23
4.1 Componente Arbóreo .....	23
4.1.1 Crescimento de fruteiras .....	23
4.1.2 Ambiente luminoso sob copas .....	27
4.1.3 Qualidade da luz.....	29
4.2 Componente Forrageiro.....	31
4.2.1 Altura, acúmulo de forragem e IAF de Tifton-85.....	31
4.2.2 Valor nutritivo da forragem de Tifton-85.....	33
4.3 Componente Animal .....	34
4.3.1 Microclima.....	34
4.3.2 Desempenho animal e taxa de lotação .....	35
4.3.3 Comportamento animal .....	37
4.4 Interação Animal – Árvore .....	55
4.4.1 Danos às fruteiras .....	55
5 DISCUSSÃO .....	57
6 CONCLUSÕES .....	73
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial, as mudanças climáticas globais, a pressão pela redução do desmatamento e a cobrança por métodos de produção mais limpos e sustentáveis exigem diversas mudanças no setor agrícola. Essas cobranças afetam diretamente o Brasil, país com uma das maiores coberturas vegetais nativas e também uma das maiores áreas agricultáveis do mundo. Somado a estes, outro fator que tem ganhado destaque no meio internacional, é o bem-estar animal, devido sobretudo a maior conscientização por parte da sociedade em relação ao tema, que vem recebendo crescente atenção nos meios técnico, científico e acadêmico, e, em conjunto com as questões ambientais já descritas e a segurança alimentar, é considerado um dos maiores desafios do setor agropecuário nos dias de hoje. Por essa razão, na atualidade, as propriedades agropecuárias necessitam de alternativas que possam, concomitantemente, melhorar o bem-estar animal, intensificar a produtividade, aumentar a renda do produtor e garantir a segurança alimentar da população.

Dentre as alternativas, evidencia-se os sistemas silvipastoris, que consorciam plantas forrageiras com espécies arbóreas, seja por meio de conservação ou manutenção de árvores previamente existentes, como pelo plantio de árvores nas pastagens, em conjunto com a produção animal. Em regiões de clima quente, o uso dos sistemas silvipastoris tem como objetivo principal o provimento de sombra para proteção dos animais às altas temperaturas, fornecendo conforto térmico e melhorando o bem-estar animal.

Também deve-se considerar que quando utilizadas fruteiras como componente arbóreo em sistemas silvipastoris, além do fornecimento de sombra, há também o fornecimento de mais um produto comercializável. As frutas podem ser comercializadas frescas ou processadas, gerando renda extra, especialmente para pequenas propriedades de pecuária leiteira, que normalmente tem oscilação em sua produção, em função da sazonalidade da produção forrageira. Assim, sabe-se que a produção de frutas, castanhas, subprodutos e até mesmo mel pode incrementar alimentação humana, trazendo maior segurança alimentar aos integrantes da propriedade. Porém, a inclusão do componente arbóreo fruteiro na pastagem pode alterar a produção e a qualidade da forragem, assim como o comportamento animal e, muitas vezes, o desempenho, pelo efeito do sombreamento.

Como o interesse pela adoção destes sistemas vem crescendo ao longo dos anos, há implicação na maior necessidade de pesquisas envolvendo a dinâmica de crescimento, interação e de produção dos componentes arbóreo e forrageiro, tornando-se de fundamental importância conhecer essas ações, pois esse conhecimento pode determinar as potencialidades e limitações da ação de cada componente em relação aos demais, e determinar o sucesso ou fracasso na adoção dos sistemas.

A necessidade de harmonização entre os componentes do sistema é de suma importância para sobrevivência e produção de todos, haja vista que o consórcio somente se efetiva quando todos estão presentes e são persistentes nestes sistemas. São diversos os benefícios e desvantagens que podem ocorrer quando vários componentes são associados, aqueles comumente relatados são aumento do conforto térmico para o componente animal, advindo da sombra provida pelo componente arbóreo; a ciclagem de água e nutrientes que as raízes de diferentes espécies trazem ao sistema, explorando diferentes substratos de solo; o aumento de matéria orgânica, com indireto benefício de redução de compactação e aumento de vida no solo; o aproveitamento de ramos e frutos não aproveitados pelo homem na alimentação animal, agregando o desempenho e alterando o comportamento animal; a melhoria da umidade do solo; o controle de pragas e doenças, entre muitos outros. Contudo, interferências que levam a prejuízos não são incomuns, entre eles: o dano dos animais às árvores, que dentre os principais motivos estão desequilíbrios nutricionais, atratividade por compostos presentes nas árvores, curiosidade ou comportamento predatório; a intoxicação dos animais por componentes ou

partes da planta indigestas ao animal como caroços, sementes e espinhos; o sombreamento intenso provocado por algumas árvores muito densas, que afeta a transposição de luz e altera a qualidade da luz que chega ao dossel forrageiro, reduzindo sua produção; os fenômenos alelopáticos, entre outros. Assim, estudos de compatibilidade e desempenho de modalidades de consórcios são de suma importância para o estabelecimento de sistemas silvipastoris que poderão ser recomendados para agregação de valor aos sistemas de produção de leite disponíveis atualmente.

Com base nestas constatações, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento individual e a compatibilidade de diferentes consórcios entre fruteiras, pastagem de Tifton-85 e bezerros de rebanho leiteiro para indicar sistemas silvipastoris que garantam perenidade e desempenho adequado dos componentes consorciados nas condições tropicais ao norte do Mato Grosso.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Sistemas Silvopastoris

Atualmente, os sistemas de produção de carne e leite de origem bovina nas regiões ao norte do país estão estabelecidos, em sua maioria, em áreas de pastagens cuja abertura se deu nas décadas de 1970 e 1980, e desde então, devido às leis ambientais, está cada vez mais difícil a liberação para abertura de novas áreas via desflorestamento (GARCIA et al., 2004). Mas, o aumento da demanda da população por produtos de origem animal, implica na necessidade de otimização da exploração de áreas de pastagens em uso, ou seja, intensificação. Neste cenário, verifica-se que os produtores têm demonstrado grande interesse pela adoção de sistemas agrossilvipastoris, especialmente aos sistemas silvipastoris, uma vez que configuram-se como alternativa viável para aumento da produção de forma ambientalmente sustentável (DIAS-FILHO, 2006; PACIULLO et al., 2007).

Sistemas silvipastoris consistem na associação entre a produção pecuária e silvicultural, e são divididos em três componentes: arbóreo, animal e forrageiro, que promovem melhor aproveitamento dos recursos naturais, otimizando a produtividade por unidade de área, o que resulta em maior diversidade produtiva na propriedade rural sem grandes impactos ambientais e agrega valor ao capital natural (CASTRO & PACIULLO, 2011). Estes, ainda são considerados, atualmente, inovadores no Brasil em termos de adoção por parte dos produtores, embora vários tipos de plantios associados entre culturas anuais e culturas perenes ou entre fruteiras e árvores madeireiras sejam conhecidos na Europa desde a antiguidade. Autores do século XVI já descreviam sistemas que integravam fruteiras e oliveiras com a produção pecuária, porém o uso desses sistemas quase desapareceu em virtude, principalmente, da mecanização e da intensificação dos sistemas agrícolas, da tradição do monocultivo e de questões administrativas (BALBINOT JUNIOR et al., 2009; BALBINO et al., 2011).

Em pequenas propriedades, há uma diversidade de plantas arbóreas que pode ser utilizada para consórcio com a pastagem. A escolha depende da região da propriedade, mercado para escoamento da produção e aptidão do agricultor/pecuarista para o desenvolvimento da cultura (BALBINOT JUNIOR et al., 2009). Atualmente, sistemas silvipastoris citados na literatura são comumente compostos por arbóreas exóticas, como o *Eucalyptus spp.*, *Grevillea robusta* e *Pinus spp.*, por arbóreas leguminosas como *Acacia mangium*, *Acacia angustissima*, *Mimosa artemisiana* e *Leucaena leucocephala* e por arbóreas nativas que variam de acordo com a região (LIMA et al., 2013). Mas várias outras espécies também podem ser utilizadas, levando-se em conta a aptidão do produtor. Contudo, deve-se atentar que pecuaristas e agricultores familiares apresentam perfis muito diferentes, que precisam ser considerados na escolha pelos sistemas de produção a serem adotados; e associando a criação de animais à outra atividade que possa ser rentável e possível do produtor executar na sua propriedade, como é o caso da fruticultura, que desperta bastante interesse para uso em pequenas propriedades, principalmente naquelas produtoras de leite (GIUSTINA et al., 2017; PEREIRA et al., 2009).

### 2.2 Componente Arbóreo

O componente arbóreo pode ter finalidade madeireira, alimentar, como são as árvores frutíferas ou funcional, com por exemplo as leguminosas fixadora de nitrogênio e, no caso das fruteiras, podem gerar mais de um produto comercializável como frutas, sementes e castanhas, extratos, óleos e madeira (PEREIRA et al., 2009). Sabe-se que nos sistemas silvipastoris, os subprodutos de um componente podem beneficiar o outro. Exemplos são a decomposição de flores e frutos para o incremento da fertilidade do solo, o ramoneio da folhagem dos ramos inferiores pelos animais para a redução dos custos com podas pelos agricultores e dos prejuízos

com quebra dos ramos pela excessiva produção de frutas, o consumo de frutos não colhidos ou não aproveitados pelos animais para sua nutrição e incremento de seu ganho de peso, concomitante à redução da incidência de pragas e doenças nas árvores ( GUIMARÃES FILHO & SOARES, 2003; FEY et al., 2015). Acrescenta-se que, o controle do componente forrageiro pelo consumo dos animais promove redução dos custos com uso de herbicidas e, ou, de capinas e roçadas mecânicas ou manuais em áreas dos sistemas silvipastoris com fruteiras, como no caso de mangueiras com ovinos (GUIMARÃES FILHO & SOARES, 2003).

Contudo, deve-se considerar que a associação desses componentes nem sempre está atrelada à benefícios, uma vez que em sistemas silvipastoris os animais podem consumir pequenas quantidades de folhas e ramos a cada dia, se estiverem acessíveis (FIKE et al., 2004). Contudo, há um nível de tolerância para este consumo, que pode ser prejudicial às fruteiras quando as quantidades diárias atingem um grau significativo de danos, causando prejuízo ao crescimento das árvores (BRUN et al., 2017), assim como o pisoteio que pode ser um agente destruidor das raízes superficiais e prejudicar o desenvolvimento das árvores (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2012). Assim, acredita-se que isto também ocorra nos sistemas silvipastoris em que se utiliza árvores frutíferas.

Além do pisoteio, os bovinos podem causar danos às copas das árvores nos sistemas silvipastoris, principalmente das mais jovens e frágeis, tanto puxando-as para se alimentarem como para roçar suas cabeças contra o tronco ou comer suas cascas (MAGALHÃES et al., 2011). Nesse sentido, vale destacar que caprinos e ovinos são os animais que mais comem ramos, folhas e cascas das árvores, enquanto os bovinos danificam mais os ramos, galhos e troncos, pela quebra dos mesmos que não suportam seu peso por pisoteio ou apenas por se coçarem nas árvores (VEIGA et al., 2000). Devido a isso, ovinos só foram colocados para pastejar nos pomares em que as videiras já estavam em idade de produção (GUIMARÃES FILHO & SOARES, 2003). Por analogia, acredita-se que estes danos também possam ocorrer em fruteiras de menor porte por outros animais também de menor porte, como bovinos jovens de gado leiteiro (bezerros e novilhas). Contudo, informações técnico-científicas quanto a indicação do momento de entrada dos animais para o pastejo nestes sistemas silvipastoris com fruteiras são escassos e quase inexistentes, sobretudo para as regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil.

A insistência de animais em causar danos a uma área específica de uma planta pode estar associada ao fato de que fotoassimilados como o amido se depositam acima dos locais onde ocorre a mastigação e estimulam o retorno dos animais a estas árvores, causando danos crescentes e até mesmo a mortalidade de árvores (BRUN et al., 2017). Essa ação também pode atuar como porta de entrada para fitopatógenos, levando ao aparecimento de doenças, pelas perdas de parte do sistema de defesa da planta (FERREIRA & MILANI, 2004).

Apesar dos danos e de algumas incompatibilidades descritas entre os componentes animal e arbóreo, os sistemas silvipastoris com fruteiras podem ser viáveis, uma vez que algumas espécies apresentam rápido crescimento e grande potencial para consorciação com o componente forrageiro, desde a fase implantação desses sistemas (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2012). Assim, dentre as espécies de fruteiras estudadas até o momento para este propósito, e que apresentam grande potencial para consórcio destacam-se a aceroleira, o cajueiro, a goiabeira e a cajazeira, que além do rápido crescimento inicial (GIUSTINA et al., 2017), quando adultas atingem entre 4 e 25 m de altura, são adaptadas às regiões de cerrados e amazônica, apresentam produção de frutos de fácil comercialização, que podem ser consumidos *in natura*, processados e/ou como castanhas torradas, ou ainda utilizados para extração de óleos (GUERRA, 2011), e seus subprodutos podem beneficiar o componente animal pelo consumo de frutas e folhas (GUIMARÃES FILHO & SOARES, 2003).

Tanto a aceroleira, como o cajueiro, a goiabeira e a cajazeira configuram-se como possíveis alternativas para o consórcio com bovinos em sistemas silvipastoris (OLIVEIRA et

al., 2003; GIUSTINA et al., 2017) por apresentarem crescimento rápido, possuírem troncos altos e resistência a ventos, propiciarem alimentos alternativos, e não serem tóxicas nem produzirem compostos alelopáticos que prejudiquem a pastagem, terem silvicultura e fitotecnia conhecidas e facilidade de obtenção de mudas, além de serem adequadas às condições ecológicas e ambientais na maior parte do Brasil (MELO & ZOPY, 2004). Além disso, variáveis como a área de projeção da copa (superfície coberta pela projeção vertical da copa de uma árvore que permite conhecer o espaço ocupado pela árvore) (DURLO & DENARDI, 1988), a altura de fuste (parte da árvore que vai do colo às primeiras ramificações da copa) (WINK et al., 2012) e a interceptação luminosa (capacidade em interceptar a luz visível) (VIEIRA, 2019) também devem ser consideradas, pois indicam a área, acesso e quantidade de sombra que é disponibilizada ao componente animal. Portanto, deve-se verificar e identificar as espécies mais adequadas e que promovam os melhores benefícios para o sistema.

### **2.3 Ambiente Luminoso**

A sombra fornecida pela copa da árvore pode se tornar um fator limitante à produção forrageira, uma vez que os componentes arbóreo e forrageiro passam a competir pelos fatores de produção, principalmente pela luz, dependendo da configuração do sistema (CASTRO & PACIULLO, 2011). Quando solteira, uma pastagem que recebe adequado suprimento de água e nutrientes, tem sua produção de massa seca guiada pela radiação solar fotossinteticamente ativa disponível (TAIZ & ZEIGER, 2017). Contudo, em sistemas silvipastoris, a competição por luz, devido à interferência da parte aérea do componente arbóreo, torna-se mais importante que a competição por fatores presentes no substrato, que são disponibilizados igualmente (nutrientes, água, espaço físico) (VIEIRA, 2019). Por essa competição por luz ser dinâmica ao longo da formação dos sistemas silvipastoris, e aumentar em função do crescimento da copa da árvore, sua máxima interferência e mínima radiação no dossel inferior são atingidas na idade adulta (RODRIGUES et al. 2012b; SALLES & BUCKERIDGE, 2014). Portanto, um dos fatores determinantes para o crescimento e desenvolvimento da forrageira é o nível de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) que atravessa a copa da árvores e atinge o dossel forrageiro no estrato inferior (SOARES et al., 2009), ressaltando portanto a necessidade de espaçamentos adequados ao porte e arquitetura das espécies arbóreas nos sistemas silvipastoris.

Contudo, grande parte dos trabalhos que avaliaram a luz como fonte de variação da competição entre plantas relaciona-se com incremento ou restrição desse fator, referindo-se apenas à variação da quantidade de luz às plantas (ANDRADE et al., 2004; PACIULLO et al., 2007; SOARES et al., 2009). E, para se avaliar essa quantidade de luz disponível ao componente forrageiro, frequentemente mensura-se a interceptação luminosa (IL) do componente arbóreo, que tem alta correlação com o índice de área foliar (IAF) (PARSONS & CHAPMAN, 1998). Nesse sentido, atualmente há um consenso de que níveis de sombreamento acima de 40 a 50% da luz solar plena reduzem o desenvolvimento e a produção de espécies forrageiras em sistemas silvipastoris (CASTRO & PACIULLO, 2011). Já o índice de área foliar pode ser indicativo do potencial de uma planta para interceptar radiação solar, uma vez que é definido como a razão entre a área foliar do dossel por área do solo (WATSON, 1947) e funciona como indicador da superfície disponível para interceptação e absorção de luz (VIEIRA, 2019). Contudo, não é somente a quantidade de luz que afeta o desenvolvimento das plantas, mas também a composição da luz que atinge o dossel forrageiro. Essa alteração ocorre em função da absorção diferencial dos comprimentos de onda fotossintetizantes do espectro da luz pelas folhas das árvores (MEROTTO JUNIOR et al., 2002). A clorofila presente nestas folhas é o pigmento que as torna visivelmente verdes devido refletir a luz verde, e absorver principalmente os comprimentos de onda azul, violeta e vermelho (TAIZ & ZEIGER, 2017). O componente arbóreo fruteiro capta a luz em maior quantidade e melhor qualidade para o

processo fotossintético, devido seu porte mais alto que lhe confere vantagem no processo competitivo pela luz. À medida em que essa luz penetra na copa da fruteira, são alteradas ambas as características (quantidade e qualidade), resultando em luz (irradiância e espectro luminoso) modificada ao componente forrageiro. Os fitocromos das folhas das forrageiras recebem essa luz modificada e desenvolvem artifícios para otimizar a fotossíntese, mesmo com deficiência de determinados comprimentos de ondas essenciais. Esses fitocromos são, provavelmente, os únicos responsáveis pela detecção de comprimentos de onda vermelho e vermelho extremo. Existem dois tipos de fitocromos: aqueles que absorvem o comprimento de onda em torno de 660 nm, os Fv's (ou *Pr*, *Phytochrom red*, em inglês), e os que atuam nos comprimentos de onda em torno de 730 nm, os Fve's (ou *Pfr*, *Phytochrom far red*, em inglês). Embora as duas formas de fitocromo tenham diferentes faixas de absorção espectral, elas se sobrepõem. Devido a essa sobreposição, o fotoequilíbrio de Fv/Fve depende do comprimento de onda e é de aproximadamente 80% de comprimentos de onda vermelhos (660 nm), 3% em vermelho extremo (730 nm) e 40% em luz azul anil (450 nm) (BATSCHAUER, 1998). Cabe destacar que os comprimentos de ondas vermelho e azul são aqueles mais eficientes para otimizar várias respostas fisiológicas desejáveis nas plantas, pois são as faixas do espectro utilizadas nas etapas fotoquímica da fotossíntese, enquanto a radiação com comprimento de onda na faixa da luz vermelha extrema (730 a 740 nm) é pouco absorvida pelas plantas, sendo sua maior parte dissipada na forma de reflexão (TAIZ & ZEIGER 2017). Assim, o componente forrageiro, em condições de sombreamento, recebe uma predominância do comprimento de onda vermelho extremo sobre o vermelho (menor relação vermelho/vermelho extremo), o que pode provocar o aparecimento de uma proporção maior de Fve's, e resultar em alterações no crescimento, como: alongamento dos colmos, redução no tamanho e espessura das folhas, redução no crescimento radicular, redução na produção de perfilhos e número de folhas (ALMEIDA & MUNDSTOCK, 1998; RODRIGUES et al., 2012b). Por isso, cabe avaliar não somente os comprimentos de onda isolados, mas também a relação Vermelho/Vermelho extremo. Esses fitocromos acima citados detectam não apenas os comprimentos de onda vermelho e vermelho extremo, mas também luz azul e os ultra-violetas (BATSCHAUER, 1998).

Portanto, a qualidade da luz, especificamente da luz incidente no dossel forrageiro sob a copa das fruteiras, é determinante para a composição da biomassa vegetal coexistente e determina o espaçamento necessário para as espécies arbóreas associadas nos sistemas silvipastoris (ANDRADE et al., 2004; RODRIGUES et al., 2012b). Assim, se as copas das árvores forem mais densas, há necessidade de aumentar o espaçamento, e menos densas é possível manter mais árvores na área pela adoção de menores espaçamentos (FEY et al. 2015; LIMA et al., 2013), como foi feito no experimento para as diferentes fruteiras.

Além disso, deve-se considerar que a redução na radiação fotossinteticamente ativa incidente e na relação do comprimento de onda não afeta somente o componente forrageiro, mas também o animal, tornando a temperatura mais amena, aumentando a umidade relativa do ar, reduzindo a taxa de evapotranspiração e aumentando a umidade do solo (MENEZES & SALCEDO, 1999; FIKE et al., 2004).

## 2.4 Componente Forrageiro

Um dos fatores responsáveis pelo sucesso do estabelecimento de sistemas silvipastoris é a escolha acertada das espécies componentes do sistema. Nesse sentido, cada espécie forrageira apresenta características próprias e interação de forma única em um sistema silvipastoril e, basicamente, além de serem tolerantes ao sombreamento, devem atender a alguns requisitos básicos como: serem adequadas ao animal que irá se alimentar, produtivas, adaptadas ao manejo e às condições edafoclimáticas da região onde serão implantadas (FONSECA et al., 2010).

Normalmente, o sombreamento mais intenso das árvores conduz a uma redução e alteração da radiação incidente e causa mudanças significativas na morfofisiologia de muitas forrageiras, relacionadas à quantidade e qualidade da forragem produzida (CASTRO & PACIULLO, 2011; PACIULLO et al., 2011a). Por exemplo, em sistemas integrados de produção (agrossilvipastoril) com componente arbóreo composto por *Eucalyptus urograndis*, componente forrageiro composto por *Urochloa brizantha* e componente agrícola composto por soja (*Glycine max*) e milho (*Zea mays*), a produção forrageira foi reduzida todas as vezes que haviam árvores no sistema (CARVALHO et al., 2019). Contudo, algumas cultivares da espécie *Megatysys maximus* (sinon. *Panicum maximum*) têm apresentado tolerância ao sombreamento, desde que o nível de sombreamento não exceda de 20 a 30% (ANDRADE et al., 2001; ANDRADE et al., 2004), como é o caso do capim Tanzânia cultivado sob sombreamentos de 0, 25, 50 e 75% em sistema silvipastoril por Ferreira et al. (2010), para o qual foram verificadas similaridades na produção de massa seca da parte aérea em ambientes não sombreados (0%) e sob 25% de sombra, e menores produções naqueles com os maiores níveis de sombreamento.

Contudo, deve-se considerar que apesar de poder reduzir a produção de massa seca de forragem dos pastos de sistemas de produção integrada, a adição de sombra das árvores também pode trazer benefícios como: maior quantidade de forragem em certos períodos do ano e maiores concentrações de proteína bruta na forragem sombreada, desde que haja equilíbrio na intensidade de sombreamento das forrageiras (ANDRADE et al., 2004; CASTRO & PACIULLO, 2011). Quanto aos maiores teores de proteína bruta, alguns autores relacionam um maior teor de nitrogênio em plantas sombreadas com a teoria da diluição. Em outras palavras, com sombreamento, há redução na produção de forragem e a quantidade de nitrogênio absorvido pode exceder a necessidade metabólica, aumentando o teor de nitrogênio sem aumentar a produção de forragem (LEMAIRE & CHARTIER, 1992, KEPHART & BUXTON, 1993). Além disso, quando utilizadas leguminosas arbóreas, fixadoras de nitrogênio, essas também contribuem para esse incremento e aumentam o teor de proteína bruta na forragem, como constatado na forragem de *Urochloa decumbens* em silvipastoril com Eucalipto e leguminosas (*Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana*) por Lima et al. (2019a).

Dentre as gramíneas passíveis de utilização em sistemas silvipastoris, aquelas do gênero *Cynodon* destacam-se por apresentar ampla adaptação às diferentes condições edafoclimáticas, flexibilidade de uso e tolerância ao sombreamento leve, constituindo-se em boas opções ao consórcio (BUSTAMENTE et al., 1998; MAHECHA et al., 1999). Dentre os diversos híbridos deste gênero, destaca-se o cultivar Tifton-85 (*Cynodon spp.*), muito utilizado por produtores de leite devido sua elevada produção de matéria seca e boa digestibilidade em comparação à maioria dos cultivares de bermudas híbridas (PEDREIRA, 2010), contudo seu manejo é mais conhecido em monocultivo e sem a influência do sombreamento. Neste foco, verifica-se na literatura que os resultados obtidos para a produção de forragem do Tifton-85 em pastagens submetidas ao sombreamento são contraditórios, em função da natureza e intensidade da sombra aplicada. Pois, enquanto houve redução de até 79% na sua produção de massa seca em sistemas silvipastoris com árvores de *Pinus taeda* (SOARES et al., 2009), quando consorciado com Pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) sua produção não foi afetada (SCHULZ et al., 2010). Porém, deve-se considerar que são espécies arbóreas diferentes, com copas em formato e porosidade distintas, o que pode influenciar na produção forrageira de maneira dessemelhante.

Além das possíveis alterações na produção, o Tifton-85 pode ter seu valor nutricional melhorado em função do sombreamento. Os teores de proteína bruta podem ser elevados enquanto aqueles de fibra reduzidos, principalmente em razão do maior teor de umidade, associado à temperatura do solo que favorece as taxas de mineralização e ciclagem de nitrogênio, como ao menor tamanho das células e do maior alongamento dos entre nós do colmo de plantas sombreadas (KEPHART & BUXTON, 1993; SOARES et al., 2009). Somado a isso, sabe-se que o sombreamento pode reduzir a disponibilidade de fotoassimilados utilizados para

o desenvolvimento da parede celular secundária e contribuir para a redução dos teores de fibra e consequente aumento da digestibilidade da forragem dos pastos (KEPHART & BUXTON, 1993).

## 2.5 Componente Animal

Nos sistemas silvipastoris, a associação entre pastagens e árvores frequentemente tem como seu terceiro componente um ruminante de médio ou grande porte (BERNARDINO & GARCIA 2010). Neste foco, a exploração pecuária sob coqueiros, dendezeiros, seringueiras e mangueiras é prática antiga e disseminada em diversas regiões do mundo, pois sabe-se que o ganho de peso animal pode ser complementado pelo consumo de partes da planta (folhas, ramos e/ou frutos), como constatado para ovinos mestiços criados em um sistema silvipastoril com mangueiras, cafeeiros e citrus, que proporcionou um ganho de peso diário satisfatório aos animais sem causar perda de produtividade da fruteira (SOBRINHO, 2009; PEREIRA et al., 2009). Todavia, há um consenso de que, mesmo que não haja incremento na produção de leite, carne ou lã, o sistema silvipastoril possibilita a produção de madeira (ou outro produto e subproduto), o que representa um benefício ao produtor rural, via uma possível nova fonte de renda (CASTRO & PACIULLO, 2006).

Deve-se considerar também que, não somente o consumo de partes da planta pode incrementar o desempenho animal, mas também o conforto térmico oferecido pelas sombras das árvores em certas regiões. Existe uma faixa de temperatura, caracterizada como zona de conforto, na qual o animal tem um pequeno gasto de energia para manter a temperatura corporal (ABLAS et al., 2007). Esta zona de conforto varia em função da umidade relativa do ar, da capacidade adaptativa, do metabolismo e do período produtivo do animal (SILVA, 1998). De forma contrária, o estresse térmico é um dos principais entraves para a criação animal e compromete sua produtividade (ABLAS et al., 2007). Somado a isso, sabe-se também que, no Brasil, grande parte das pastagens estão localizadas nas regiões de clima tropical, sob condições climáticas que provocam o estresse calórico de forma mediana ou severa, fora da zona de conforto animal (ALVES et al., 2012), e como o conforto térmico faz parte do bem-estar, este também pode influenciar o desempenho animal (PIRES et al., 2010). Portanto, buscar alternativas viáveis e ecologicamente corretas, como a adição de sombra fornecida pela presença de árvores para amenizar este estresse, é um foco no estabelecimento de estudos e/ou sistemas integrados de produção.

Sabe-se que a sombra pode ser fornecida aos animais por meios naturais e/ou artificiais. Artificialmente, as telas de sombreamento podem ser utilizados com o intuito de evitar a intensa radiação solar, e apesar de amenizarem a exposição ao calor da radiação solar, não alteram a temperatura atmosférica ou a umidade relativa, exigindo estratégias de resfriamento adicionais (RICCI et al., 2013). Já, a presença das árvores, que fornecem sombreamento natural aos animais, leva a uma alteração não somente na radiação solar, mas também em outros elementos, como a temperatura do ar, a umidade, a quantidade de luz solar direta e a velocidade dos ventos (TUCKER et al., 2008). Somado a isso, a amplitude da redução da temperatura do ar, em média, é de 2 a 3 °C nos sistemas silvipastoris quando comparados ao ambiente a pleno sol, mas sabe-se que essa redução pode atingir valores de até 9,5 °C (BLACKSHAW & BLACKSHAW, 1994; CASTRO et al., 2008). Corroborando esta afirmativa, bezerros bubalinos criados em ambientes mais amenos de sistemas silvipastoris na Amazônia apresentaram desempenho superior à média verificada na região para búfalos criados em sistemas solteiros em pleno sol (MAGALHÃES et al., 2011). Vale destacar também que, além de contribuir para o conforto térmico, as árvores diminuem o impacto da chuva, do vento, de granizos e geadas, e servem de abrigo para os animais em situações ambientais adversas (FEY et al., 2015). Além disso, sabe-se que condições microclimáticas favoráveis fornecidas pela presença de árvores aumentam a

produção de leite e as taxas de concepção de vacas e ovelhas em ambientes quentes (FIKE et al., 2004), e quando os animais estão em conforto (fora da zona de estresse calórico) ingerem 20% menos água, melhoram a conversão alimentar e pastejam por maior tempo, o que resulta no aumento da produção de carne e leite (CASTRO et al., 2008).

Além do desempenho, o comportamento dos bovinos também é alterado quando estes estão sob estresse calórico, pois sua postura é modificada para dissipar calor pelo vento, não se movimentando tanto para diminuir o calor gerado; reduzem a ingestão de alimentos e também o tempo de ingestão e ruminação, cessando a maior parte de suas atividades de pastejo durante o dia e concentrando-as à noite, o que reduz sua produtividade nestes ambientes (PHILLIPS, 2002). Mas, em sistemas silvipastoris, quando há disponibilidade de sombra, o pastejo é a atividade predominante, enquanto que em pastagem solteira a pleno sol, o ócio é a atividade predominante, e essa diferença de comportamento altera a utilização de forragem e a deposição de nutrientes (fezes e urina) nos sistemas (KARKI & GOODMAN, 2010).

Não somente a alteração do comportamento influencia o desempenho, mas também a estrutura e composição do pasto. Em sistemas silvipastoris no Sudeste, com *Eucalyptus grandis* e as leguminosas *Acacia mangium*, *Acacia angustissima*, *Mimosa artemisiana* e *Leucaena leucocephala*, apesar da redução da massa de forragem, da massa de folhas e da densidade de forragem, houve incremento no teor de proteína, e o melhor valor nutricional da forragem resultou em ganhos de peso de novilhas semelhantes entre os sistemas (pleno sol e sistema silvipastoril), mesmo com redução na produção forrageira (LIMA et al., 2019b).

No Centro-Oeste brasileiro, na transição dos biomas Cerrado e Amazônia, bovinos de corte obtiveram ganho de peso diário semelhante, independente do sistema de produção (pastoril, silvipastoril, agropastoril e agrossilvipastoril), enquanto o ganho de peso por área foi superior no sistema agrossilvipastoril, devido à combinação de dois anos de safra anteriores e a menor densidade de árvores (90 árvores ha<sup>-1</sup>) que ofereceu múltiplas vantagens, incluindo menos sombreamento nas culturas (milho, soja, forragem) e condições microclimáticas (temperatura, umidade, radiação) que reduziram o estresse térmico e foram favoráveis à produção animal (CARVALHO et al., 2019). Nesta mesma região brasileira, tanto a produção da forragem como o desempenho de novilhas leiteiras foram semelhantes sob sombreamento lateralmente localizado na pastagem e a pleno sol, enquanto que em sistema intensamente sombreado ocorreu queda considerável na produção vegetal, o que reduziu o desempenho dos animais (MELLO et al., 2017). Porém, apesar de ter o desempenho reduzido, os animais em sistema com sombreamento intenso apresentaram melhores características de conforto térmico que no sistema a pleno sol, propiciando um comportamento semelhante ao sistema com sombreamento lateral, ambos superiores ao pleno sol em termos de bem-estar animal (LOPES et al., 2016). Somado a isso, novilhas sob pleno sol evitaram pastear durante os horários mais quentes, cessando suas atividades de pastejo e permanecendo em ócio a maior parte do dia claro (MELLO et al., 2017).

Quanto à adaptação dos animais ao ambiente (considerando as condições climáticas) relacionada ao seu grupamento genético, aqueles de gado de leite mestiços das raças Gir e Holandês, pelas suas condições de adaptação ao estresse calórico, são mais indicados para regiões de clima mais quente, o que não está relacionado diretamente ao desempenho, mas sim à sobrevivência nestes ambientes (PEDREIRA et al., 2014).

Diante do exposto, a concepção de sistemas silvipastoris nos quais os componentes tenham papéis complementares, oportunizando aumento de ganho global mesmo que individualmente as eficiências não sejam maximizadas, é crucial para que a tecnologia entre a integração da árvore com pastagens e animais seja adotada e proporcione ganhos ao setor produtivo.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área e Delineamento Experimental

O experimento foi realizado na base experimental de produção de leite em sistemas integrados, na Embrapa Agrossilvipastoril em Sinop - MT, localizada na faixa de transição entre os biomas Amazônia e Cerrado. As coordenadas geográficas são latitude 11°51'43" Sul, longitude 55°35'27" Oeste e 384 m de altitude. O clima da região é classificado Am (tropical de monção), segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013), descrito como clima tropical com inverno seco, temperatura média anual de 25 °C, com média das mínimas de 18 °C e a média das máximas de 33 °C, umidade relativa do ar de 76%, e precipitação média anual de 2.020 mm (INMET, 2019). O experimento foi realizado utilizando animais seguindo as diretrizes e aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Embrapa Agrossilvipastoril (Protocolo n.º 003/2016), e pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFRRJ/IZ (Protocolo n.º 23083.001035/2017-45).

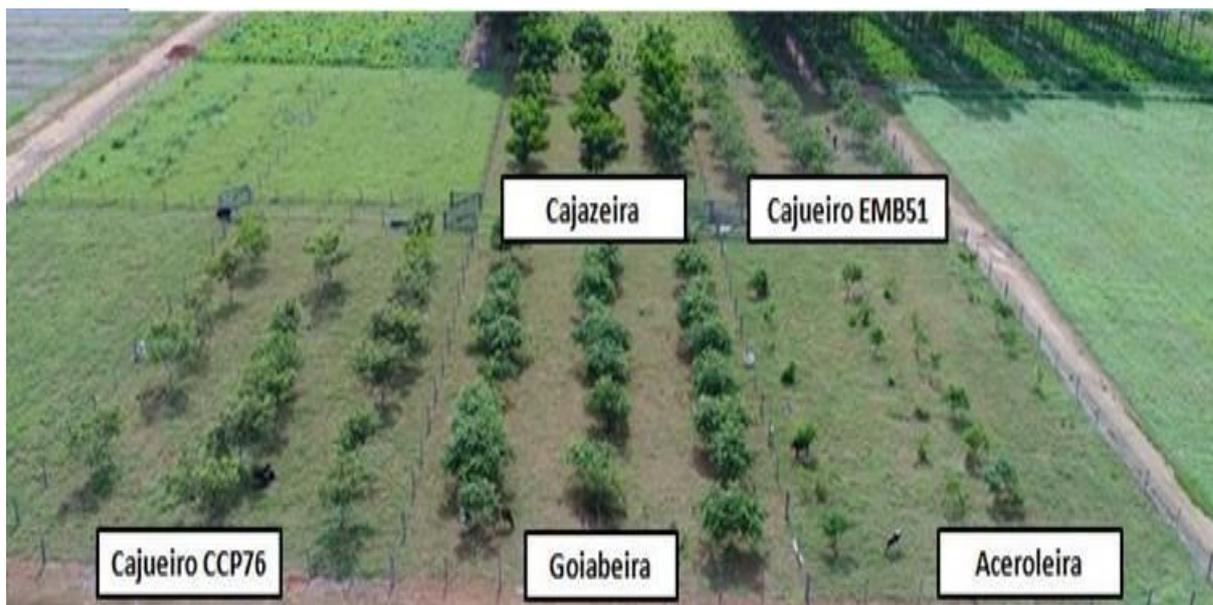
A área experimental total ocupava 3,75 ha, em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico de relevo plano, de textura argilosa, com 617 g kg<sup>-1</sup> de argila, 137 g kg<sup>-1</sup> de silte e 246 g kg<sup>-1</sup> de areia. A análise química do solo (Tabela 1) foi realizada antes do início do experimento, em junho/2010. Após interpretação destes resultados, área recebeu duas toneladas de calcário dolomítico (98% PRNT) por hectare, incorporadas a 20 cm de profundidade, antes da implantação dos sistemas (julho/2013), segundo recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo pelo Boletim 100 do IAC (RAIJ et al., 1997).

**Tabela 1.** Análise química do solo em função das profundidades (Base experimental de produção de leite em sistemas integrados da Embrapa Agrossilvipastoril), em Sinop - MT.

Profundidade (cm)	Ca	Mg	H+Al	Al	S	T	V	pH	pH	P*	K
	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						%	Água	KCl <sub>2</sub>	mg dm <sup>3</sup>	
0-20	2,2	0,7	4,2	0,0	3,1	7,3	43,1	5,6	5,0	24,5	73,0
20-40	1,2	0,4	3,2	0,4	1,6	5,2	30,6	5,4	4,6	5,2	33,5
40-60	0,9	0,3	3,2	0,4	1,3	4,5	28,7	5,3	4,6	2,6	29,5

\* P disponível (Mehlich<sup>-1</sup>).

No experimento foram testados cinco sistemas silvipastoris (tratamentos), compostos por pastagem de Tifton-85 (*Cynodon* spp.) associada a cinco diferentes fruteiras: cajazeira (*Spondias mombin*), goiabeira vermelha (*Psidium guajava*) var. Paluma, cajueiros (*Anacardium occidentale*) var. Embrapa 51 (EMB51) e var. CCP 76, e aceroleira (*Malpighia glabra*) var. Sertaneja (Figura 1), distribuídas em dois blocos (repetições de área).



**Figura 1.** Vista de um bloco da área experimental, composto pelas fruteiras e Tifton-85 na Base experimental de produção de leite em sistemas integrados da Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop - MT. Fonte: Gabriel Faria (Embrapa/CPAMT).

As fruteiras foram implantadas durante o período de 15 de dezembro de 2013 até 15 de janeiro de 2014, considerando plantio principal e replantios para mudas que não sobreviveram, para garantir o estabelecimento durante o período de chuva. Para tanto, após demarcação, foram abertas as covas com o auxílio de um perfurador de solos de 40 cm de diâmetro e com aproximadamente 80 cm de profundidade, sob orientação Leste-Oeste. Cada cova recebeu esterco bovino (25 litros cova<sup>-1</sup>) e adubação de plantio (Tabela 2), conforme resultados da análise química de solo (Tabela 1) e recomendações para cada cultura (RAIJ et al., 1997).

A adubação de manutenção (em superfície) das fruteiras foi realizada seguindo a recomendação para cada fruteira (Tabela 2) ao redor da planta, em faixa circular seguindo a projeção da copa e a uma distância mínima de 30 cm do tronco, utilizando como fontes os adubos sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, distribuída em três parcelas de quantidades iguais aplicadas em janeiro, fevereiro e março de 2014. Esta mesma adubação das fruteiras (doses de nutrientes, fontes de adubos e parcelas nos meses) foi repetida em 2015 e 2017.

**Tabela 2.** Recomendações das adubações de plantio e de manutenção (durante o segundo e quarto ano de cultivo; 2015 e 2017, respectivamente) para as fruteiras em consórcio com Tifton-85, em Sinop - MT.

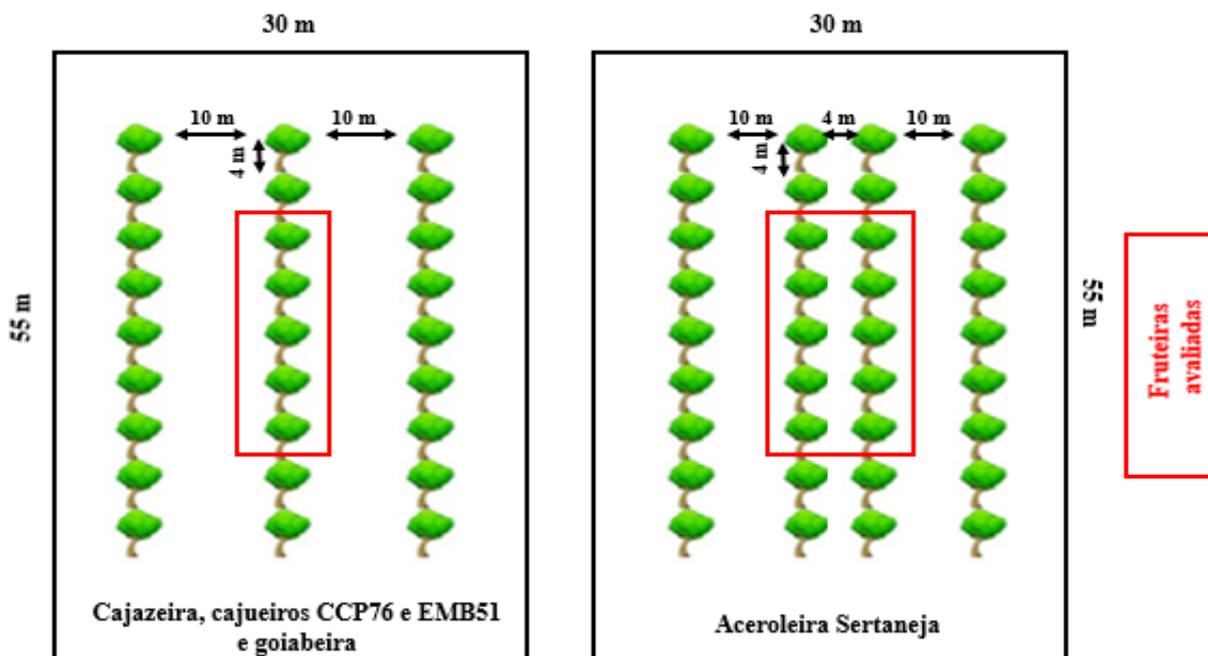
	N (g árvore <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g árvore <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (g árvore <sup>-1</sup> )
Adubação de plantio (cova)			
Aceroleira	0	150	0
Cajazeira	0	150	0
Cajueiros	0	150	0
Goiabeira	0	150	0
Adubação de manutenção (superfície)			
Aceroleira	40	60	65
Cajazeira	90	80	100
Cajueiros	80	150	60
Goiabeira	100	50	360

O capim Tifton-85 (*Cynodon* spp. cv. Tifton-85) foi plantado com mudas logo após o plantio das fruteiras (10 a 15 de janeiro de 2014), quando foi utilizada a adubação fosfatada de formação, com 20 kg ha<sup>-1</sup> de Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), na forma de superfosfato simples. Após pegamento das mudas (30 dias pós plantio), foi realizada adubação nitrogenada com 20 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrogênio, na forma de ureia.

Nos primeiros anos, a pastagem foi manejada por meio de rebaixamento a 20 cm, por cortes mecânicos sempre que o pasto atingia 50 cm de altura e o material deixado depositado sobre a pastagem. Este manejo com corte mecânico foi necessário durante a fase de estabelecimento (quatro primeiros anos), por não ser possível a entrada de animais na área com as fruteiras ainda jovens, devido à possibilidade de danos drásticos a elas.

Em novembro de 2014, foi realizada uma adubação nitrogenada na pastagem com 50 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrogênio, na forma de ureia. Em fevereiro de 2015, foi realizada adubação nitrogenada e potássica, com de 50 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrogênio e 50 kg ha<sup>-1</sup> de Potássio (K<sub>2</sub>O), com adubo formulado 20-00-20, e fosfatada com 20 kg ha<sup>-1</sup> de Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), na forma de superfosfato simples. Em março de 2018, foi repetida a mesma adubação realizada em fevereiro de 2015, com mesmas doses de nutrientes e fontes de adubos, respectivamente.

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos completos casualizados com duas repetições de área (dois blocos). Cada uma das 8 unidades experimentais possuía 1.650 m<sup>2</sup> (30 por 55 m) (Figura 2), e foi implantada com diferentes quantidades de mudas de fruteiras, dependendo das arquiteturas de copa e do espaçamento específico recomendado para cultivo solteiro de cada fruteira, sendo utilizado o mesmo espaçamento e número de plantas nas repetições de área (blocos). Nas parcelas com cajazeira, goiabeira e com as duas variedades de cajueiro, foram plantadas 27 fruteiras em cada, com espaçamento de 10 m entre linhas e 4 m entre fruteiras com densidade de 250 fruteiras por hectare; enquanto que naquelas de aceroleira, foram plantadas 36 fruteiras em cada parcela, com fruteiras plantadas nos mesmos espaçamentos entre linhas e entre plantas, porém com um renque de duas linhas centrais de fruteiras com 4 m entre elas (Figura 2), com densidade de 333 fruteiras por hectare, devido ao menor porte adulto desta árvore, sendo considerado nesse cálculo linhas duplas alternadas com linhas simples, conforme Figura 2. Nas parcelas com aceroleiras foram avaliadas as dez fruteiras centrais dos renques nas linhas duplas (cinco em cada linha), e naquelas das demais fruteiras as cinco fruteiras centrais das linhas localizadas no centro das parcelas, que constituíram as unidades de amostragem das fruteiras nas parcelas.



**Figura 2.** Dimensões das parcelas, distribuição espacial de fruteiras e destacado em vermelho, fruteiras avaliadas, de acordo com cada fruteira.

Em junho de 2014, as avaliações do crescimento do componente arbóreo foram iniciadas, e em janeiro de 2015, as avaliações do ambiente luminoso. Em janeiro de 2018, iniciaram-se as avaliações do microclima, componente forrageiro e componente animal e, em julho de 2018, o experimento foi encerrado (após os bezerros terem alcançado o peso máximo planejado para o convívio com estas fruteiras; de aproximadamente 250 kg animal<sup>-1</sup>).

### 3.2 Dados Climáticos

Os dados climáticos do período experimental foram obtidos da estação climatológica, localizada na base experimental de produção de leite em sistemas integrados da Embrapa Agrossilvipastoril (EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL, 2019), localizada a aproximadamente 500 m da área experimental (Figuras 3, 4 e 5). O balanço hídrico foi calculado com base nestes dados, de acordo com Thornthwaite & Mather (1955), para determinação de déficit e excesso de água no solo para uma capacidade de retenção de água no solo de 40 cm.

**Figura 3.** Temperaturas do ar e umidades relativas do ar máximas, mínimas e médias de 2014 a 2018. Fonte: Banco de dados da estação meteorológica automática localizada no campo experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop - MT.

**Figura 4.** Dados de precipitação acumulada, e das médias de radiação solar global e radiação fotossinteticamente ativa de 2014 a 2018. Fonte: Banco de dados da estação meteorológica automática localizada no campo experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop - MT.

**Figura 5.** Extrato do balanço hídrico mensal de 2014 a 2018, segundo Thornthwaite & Mather (1955). Fonte: Banco de dados da estação meteorológica automática localizada no campo experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, em Sinop - MT.

### 3.3 Microclima

As variáveis microclimáticas avaliadas foram a temperatura do ar (°C) e a umidade relativa do ar (%), por meio de miniestações meteorológicas instaladas em cada sistema em apenas uma repetição de área (bloco) dentro da área experimental. As miniestações foram programadas para registros diários de dados a cada uma (1) hora durante o período experimental. A coleta dos dados foi semanal, no período de janeiro a julho de 2018; período de avaliação de desempenho e comportamento dos animais. Devido a existência e disponibilidade de apenas uma miniestação meteorológica para cada sistema silvipastoril (tratamentos) em somente um bloco (sem repetições de miniestações), estes dados foram apresentados somente de forma descritiva.

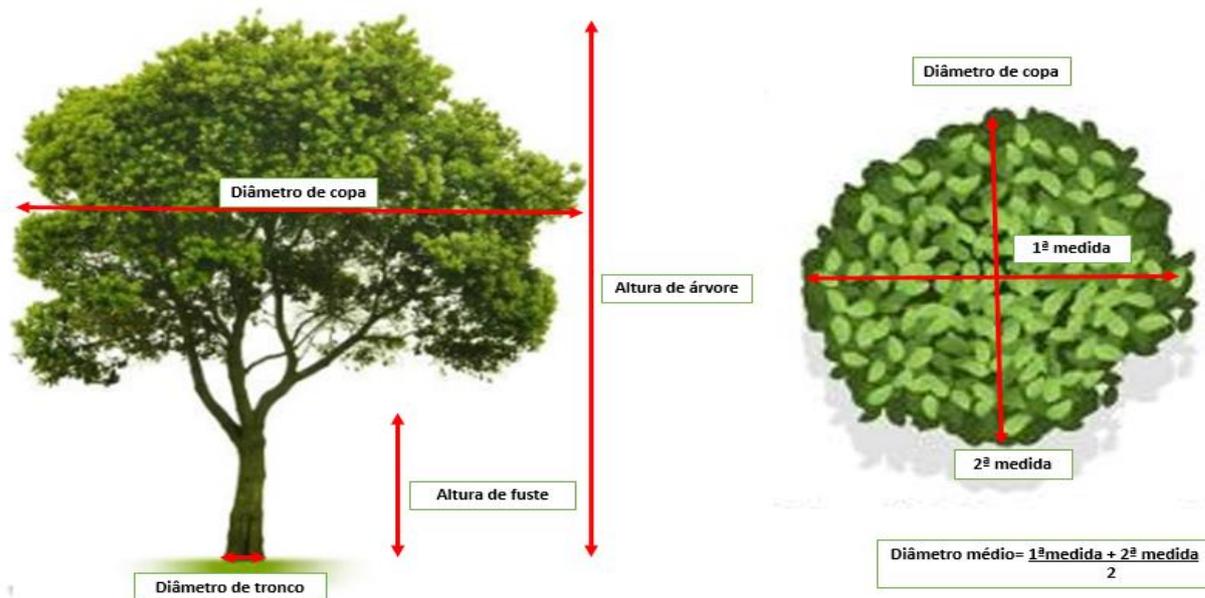
### 3.4 Componente Arbóreo

Para avaliação do crescimento das fruteiras foram registradas as medidas de altura de árvore e diâmetro de tronco, durante o mês de julho de 2014 a julho de 2018; diâmetro de copa, de janeiro de 2015 a julho de 2018 e altura de fuste das fruteiras, de janeiro de 2017 a julho de 2018, na metade dos períodos de chuva (entre janeiro e fevereiro) e de seca (entre julho e agosto). Com estes dados foram calculados o perímetro, área de projeção e o volume de copa para todas as fruteiras.

A altura de árvore e altura de fuste foram avaliadas utilizando-se réguas graduadas em centímetros, com até 5 m de comprimento (a depender da fruteira). Para altura de árvore, a medição foi feita da base (nível do solo) até o topo da copa e, para a altura de fuste, do colo da árvore (nível do solo) às primeiras ramificações da copa (WINK et al., 2012). Quando as fruteiras ultrapassaram 5 m de altura, utilizou-se um hipsômetro para leitura da altura de árvore. Por ocasião da medição de altura, o diâmetro de copa e de tronco foram mensurados, sendo o diâmetro de copa medido pela distância entre as linhas de projeção dos pontos mais externos da copa, estimado por duas medições do início ao final da copa das fruteiras, uma seguindo a

orientação da linha e outra a 90° da linha, com posterior cálculo da sua média (DURLO & DENARDI, 1998; WINK et al., 2012); enquanto o diâmetro de tronco, foi medido ao nível do solo, utilizando-se paquímetro digital (PAIVA et al., 2006), e com suta digital quando não foi mais possível utilizar o paquímetro, devido ao crescimento das fruteiras.

As avaliações do componente arbóreo foram descritas como figuras para facilitar a compreensão (Figura 6).



**Figura 6.** Exemplificação das avaliações de diâmetro de copa, altura de árvore, altura de fuste, diâmetro de tronco e vista superior da orientação das leituras de diâmetro de copa.

A área de projeção da copa foi calculada a partir do diâmetro médio de copa, para definição da superfície coberta pela projeção vertical da copa de uma árvore (DURLO & DENARDI, 1998).

Os dados de perímetro de copa (m), área de projeção da copa (m<sup>2</sup>) e volume de copa (m<sup>3</sup>) foram calculados pelas fórmulas matemáticas adaptadas de Durlo & Denardi, (1998) e Wink et al. (2012):

$$\text{Perímetro de copa} = \text{Diâmetro médio de copa} * \pi.$$

$$\text{Área de projeção da copa} = (\pi * \text{Diâmetro médio de copa}^2) / 4.$$

$$\text{Volume de copa} = \text{Área de projeção da copa} * \text{Altura de fuste}.$$

As avaliações do ambiente luminoso foram realizadas no período de janeiro de 2015 a julho de 2018, com mesma frequência que o componente arbóreo. As variáveis avaliadas foram: a interceptação da luz incidente, que permitiu estimar o índice de área foliar das fruteiras, e também a qualidade da luz (todos os comprimentos de onda).

O analisador de dossel LAI-2200 da LI-COR® foi utilizado para avaliar a interceptação luminosa (IL) e o índice de área foliar (IAF) sob as copas das fruteiras. Para tanto, a primeira leitura foi realizada em um ponto a céu aberto próximo a cada árvore avaliada, em seguida foram mensurados oito pontos abaixo da copa, divididos em quadrantes imaginários, quatro pontos próximos ao tronco, e outros quatro entre o tronco e o final da copa. As avaliações foram realizadas no início da manhã ou no final da tarde quando o sol estava próximo à linha do horizonte, conforme descrito por GIUSTINA et al. (2015), segundo recomendações do manual do LAI-2200 da LI-COR® (LI-COR, 1992). Para avaliação da qualidade da luz foi utilizado o espectrofotômetro portátil SpectraPen SP-100, da PSI®, que mensura a quantidade dos

comprimentos de ondas (nm) da luz em unidades relativas (*relative units*). O aparelho foi posicionado no sentido vertical, junto ao tronco e sob a copa, na direção da projeção da sombra (SPECTRAPEN SP100, 2014). O horário de avaliação concentrou-se no turno da manhã, entre 08:00 e 09:00. A relação vermelho/vermelho extremo foi obtida pela razão entre os comprimentos de onda vermelho (645 nm) e vermelho extremo (735 nm). Entre os comprimentos de onda de 325 a 791 nm, obtidos pelo aparelho, foram selecionados aqueles de 446 (anil), 464 (azul), 500 (verde), 578 (amarelo), 645 (vermelho) e 735 nm (vermelho extremo) para avaliação.

Tanto as avaliações de crescimento e ambiente luminoso das árvores não foram avaliadas nos períodos de chuva e seca de 2016.

### 3.5 Componente Forrageiro

Para o componente forrageiro, as avaliações foram realizadas entre os meses de dezembro de 2017 a maio de 2018, com frequência mensal. O acúmulo de forragem foi estimado de janeiro a maio de 2018, utilizando-se três gaiolas de exclusão cilíndricas de 0,70 m de diâmetro cada, alocadas em pontos representativos (médios) das alturas dos pastos de Tifton-85, dentro de cada parcela, entre os renques das fruteiras. Sob cada gaiola, a massa de forragem existente foi cortada a uma altura de 5 cm acima do nível do solo (resíduo) e, após 30 dias, toda a massa de forragem existente em seu interior foi cortada novamente a 5 cm do nível do solo (CARNEVALLI et al., 2001), utilizando-se tesoura de poda, seguido de pesagem da massa verde em balança digital portátil. Após a amostragem, as gaiolas foram realocadas dentro da parcela, e instaladas em novos pontos representativos da sua condição (altura média do pasto de Tifton-85).

Em seguida, em laboratório, estas amostras foram subamostradas, pesadas e separadas inicialmente em Tifton-85 e invasoras, seguido pelo fracionamento em lâminas foliares, colmos e material morto do Tifton-85. Posteriormente, procedeu-se a determinação do peso seco de todos os componentes descritos em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C, com pesagens após 72 horas, ou até que atingisse peso constante, como no caso das subamostras de plantas daninhas. A massa de forragem de Tifton-85 ( $\text{kg ha}^{-1}$  de massa seca) foi estimada com base na soma de peso seco de cada amostra multiplicado por 10.000, dividido pela área da moldura utilizada para amostragem no pasto, e o acúmulo de forragem foi estimado com base nestes dados, segundo Carnevalli et al. (2001). As proporções dos componentes nas amostras foram calculadas como porcentagem da massa seca total (massa de forragem de Tifton-85 e invasoras).

A fração lâmina foliar da forragem foi avaliada para obtenção da área foliar após seu fracionamento, com o uso do integrador de área foliar LI-3100C da LI-COR®, segundo recomendações do fabricante (LI-COR, 2004) e, em seguida calculado o índice de área foliar das parcelas (piquetes).

A altura do pasto foi estimada mensalmente, de dezembro de 2017 a maio de 2018, utilizando-se régua de 1,5 m de comprimento, graduada em cm, em 15 pontos aleatórios (sob procedimento aleatório) em cada parcela (piquete), com medição da altura de plantas do nível do solo à altura do horizonte visual das folhas (CARNEVALLI et al., 2001).

A oferta de forragem acima da altura de resíduo (5 cm), foi determinada mensalmente de fevereiro a abril de 2018, e calculada com base nos valores de acúmulo de forragem dos dias entre avaliações e a soma do peso dos animais na parcela, segundo metodologia adaptada de Euclides & Euclides Filho (1998).

Após o início do período experimental e distribuição dos animais nas parcelas (janeiro/2018), observou-se expressiva redução da massa e do acúmulo de forragem do pasto. Contudo, somente no primeiro dia de março de 2018, constatou-se a presença e danos do bicho-

bolo ao pasto (causa da redução do acúmulo de forragem) que prejudicou muito o acúmulo de forragem durante o período de chuva/2018 (Figura 7). O bicho-bolo é uma larva de besouro dos gêneros *Eutheola*, *Dyscinetus*, *Stenocrates*, *Diloboderus*, *Cyclocephala*, *Phytalus* ou *Phyllophaga*, que consome o sistema radicular de plantas forrageiras, reduzindo sua massa e área de exploração e, conseqüentemente, a capacidade de absorção de água e nutrientes pela planta (BROWN et al., 2003).



**Figura 7.** Orifícios no solo onde se alojavam os “bichos-bolo” durante o dia (a), e larva do “bicho-bolo” (b) encontrada na área experimental.

Apesar de não haver, na literatura, descrição do ataque desta larva ao Tifton-85, pecuaristas da região já o relataram. Por ser uma praga comumente observada em cultura de outras gramíneas, como arroz, milho e sorgo (BROWN et al., 2003), acredita-se que, na ausência dessas, a larva atacou o pasto de Tifton-85.

Cabe salientar que desde o final de dezembro de 2017 foram observados redução do acúmulo de forragem e pequenos orifícios no solo (Figura 6), sendo constantemente investigada a causa. Na busca por resolução do problema foi realizado controle de formigas cortadeiras, de formigas quenquém, entre outros controles de pragas, e todos foram ineficazes para o controle do “bicho bolo” na área da pastagem. Também foi tentado o controle do “bicho-bolo” utilizando-se o fungo *Metarhizium anisopliae* por aplicação foliar, porém, também sem sucesso.

Como resultado desta ocorrência do “bicho bolo”, em maio de 2018, a massa de forragem dos pastos nas parcelas era tão pequena/baixa que houve necessidade de encerramento das avaliações do acúmulo de forragem (Figura 8).



**Figura 8.** Pasto de Tifton-85 no sistema silvipastoril com cajazeira, com severos danos causados pela ocorrência do “bicho bolo”.

Apesar dessa constatação, não foi verificada nenhuma evidência da relação desta ocorrência com os consórcios, ou seja, as fruteiras dos sistemas silvipastoris estudados não influenciaram a ocorrência desta praga, que também afetou de forma semelhante todos os sistemas e pastagens próximos, mesmo aquelas solteiras (sem fruteiras).

Para avaliação do valor nutritivo da forragem foram coletadas amostras de forragem do pasto de Tifton-85, de aproximadamente 250 g, pelo método de simulação de pastejo (SOLLENBERGER & CHERNEY, 1995), entre os renques das fruteiras e fora da influência do sombreamento. As amostras foram acondicionadas em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C para determinação do peso seco, e após peso constante foram processadas em moinho com peneira de 1 mm. Após moagem, foram determinados os teores de matéria seca (MS) e matéria mineral (MM), de acordo com Silva (1990); proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldahl; fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina segundo o método de Van Soest et al. (1991) utilizando-se o Fiber Analyser (Ancom), e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca utilizando o Daisy Incubator (Ancom).

### 3.6 Componente Animal

Para o componente animal, as avaliações de desempenho (ganho de peso diário e ganho de peso por hectare), e a taxa de lotação dos sistemas foram realizadas no período de dezembro de 2017 a julho de 2018, com pesagens mensais dos animais. Em cada parcela (piquete) foi colocado um casal de bezerros leiteiros (um macho e uma fêmea) mestiços das raças Holandês e Gir (grupo racial que variou de 3/4 a 5/8 Holandês) em fase de pós desmama, com peso médio inicial de 130 kg, que foi manejado sob método de lotação contínua durante o período experimental, com ajuste da lotação em função da altura do pasto. Assim, as médias dos tratamentos (sistemas silvipastoris) foram obtidas com base nos valores individuais de quatro animais de prova (dois em cada repetição de área). Os animais foram pesados mensalmente no curral de manejo para avaliação do ganho de peso diário. Para tanto, os bezerros foram submetidos a um jejum prévio de 16 horas de comida, mediante contenção em curral de espera, na tarde do dia anterior à pesagem. Com base nesses dados foram calculados o ganho de peso

diário ( $\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), ganho de peso por área ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e a taxa de lotação ( $\text{UA ha}^{-1}$ ) mensais de cada sistema silvipastoril, conforme descrito por Pedreira (2002).

O comportamento dos animais foi avaliado por observação visual, segundo metodologia adaptada de Mello et al. (2017). As avaliações de comportamento animal foram realizadas mensalmente, de janeiro a junho de 2018, durante os períodos de chuva e de seca, por três dias similares quanto às condições climáticas e típicos do período avaliado, no tempo compreendido entre 06:00 e 18:00. A cada 30 minutos foi realizada uma observação com o auxílio de um binóculo, mantendo distância suficiente para não interferir no comportamento dos animais. Foram avaliados três fatores: atividade, localização e posição. As atividades consistiam em: alimentação (consumo de forragem do pasto durante o período de chuva e consumo de forragem do pasto e de silagem no período de seca), ruminação, ócio, ramoneio, visita ao bebedouro e deslocamento; os locais em: sol ou sombra; e as posições: em pé ou deitado. Os dados das 25 observações realizadas das 06:00 às 18:00 foram agrupados em função dos períodos de chuva e de seca, para descrição detalhada do comportamento dos animais em cada sistema individualmente. Para realizar a análise comparativa entre sistemas, épocas e horários foi necessário também agrupar os dados em turnos: manhã (das 06:00 às 12:00) e tarde (das 12:30 às 18:00) para reduzir as fontes de variação avaliadas e realizar as análises pelo pacote estatístico.

Os bezerros receberam diariamente 0,8 kg de concentrado por animal no período de chuva (dezembro a abril), e 1,2 kg no período de seca (maio a julho), em uma única refeição, fornecido durante o turno da manhã. O concentrado foi composto de 80% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e 18,5% de PB (Tabela 3).

Desde o início do experimento, a fonte de alimentação dos bezerros consistiu na forragem de Tifton-85 ofertada na pastagem, além do alimento concentrado e água à vontade. Diante da escassez de forragem no final do período de chuva/2018, iniciou-se o fornecimento diário de silagem de milho *ad libitum* aos animais a partir do início de março (05/03/2018), garantindo sobre mínima de 10% no cocho (recolhida e pesada momentos antes do novo fornecimento). A quantidade diária de silagem fornecida foi ajustada até o dia 17/03/2018, quando passaram a ser consumidos, em média, 6,1 kg de silagem fresca por animal, fornecida entre 08:00 e 09:30, em uma única refeição. Por tratamento, foram consumidos diariamente, em média: 5,7; 7,2; 5,7; 6,0 e 5,8 kg de silagem por animal para os sistemas silvipastoris com aceroleira, cajazeira, cajueiro CCP76, cajueiro EMB51 e goiabeira, respectivamente, desde o início do fornecimento durante o período experimental. A composição bromatológica da silagem e do concentrado (Tabela 3) foram determinadas segundo as mesmas metodologias descritas para avaliação do valor nutritivo da forragem.

**Tabela 3.** Teores médios (%), de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DivMS) e de extrato etéreo (EE) do alimento concentrado e da silagem de milho fornecidos aos bezerros de gado leiteiro durante o período experimental.

Alimento	MS	FDN	FDA	PB	DivMS	EE
Concentrado	89,96	15,99	47,45	18,49	98,28	2,92
Silagem	33,05	47,45	25,38	6,04	78,18	4,53

Quando houve grande redução da oferta de forragem durante o período de chuva e insuficiência de alimento na área, os animais foram retirados, como uma tentativa de recuperar a pastagem que apresentava danos e baixa massa, acúmulo e oferta de forragem. Assim, por duas vezes foi necessário a retirada dos animais das parcelas: de 22/02/2018 a 27/03/2018 na

parcela do sistema silvipastoril com cajazeira, e de 27/03/2018 a 21/04/2018 na parcela do com cajueiro CCP76, ambas do bloco II. Cabe destacar que na segunda retirada (sistema com cajazeira), o fornecimento de silagem já tinha sido iniciado, mas esta foi necessária para tentar possibilitar descanso ao pasto suficiente para sua recuperação. Essa ausência foi considerada nos cálculos de ganhos de peso diários ( $\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), por área ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e a taxa de lotação mensal ( $\text{UA ha}^{-1}$ ).

### 3.7 Danos às Fruteiras

As fruteiras também foram monitoradas com intuito de avaliar o grau de danos promovidos pela presença e ação dos animais. Para isso, foi utilizada metodologia adaptada àquela proposta por Porfírio-Da-Silva et al. (2012), na qual os danos causados pelos animais foram caracterizados em função das partes danificadas na planta, descritos como:

Tq = quebra da haste principal ou tronco.

Tl = lesão do tronco alcançando o lenho pela retirada do tecido cambial.

Gq = quebra de galhos/ramos secundários.

Cl = lesão de casca, sem alcançar o câmbio.

Rq = quebra de ramos finos e consumo de folhas ou ramoneio.

Dl = lesão maior do que 5 cm de diâmetro.

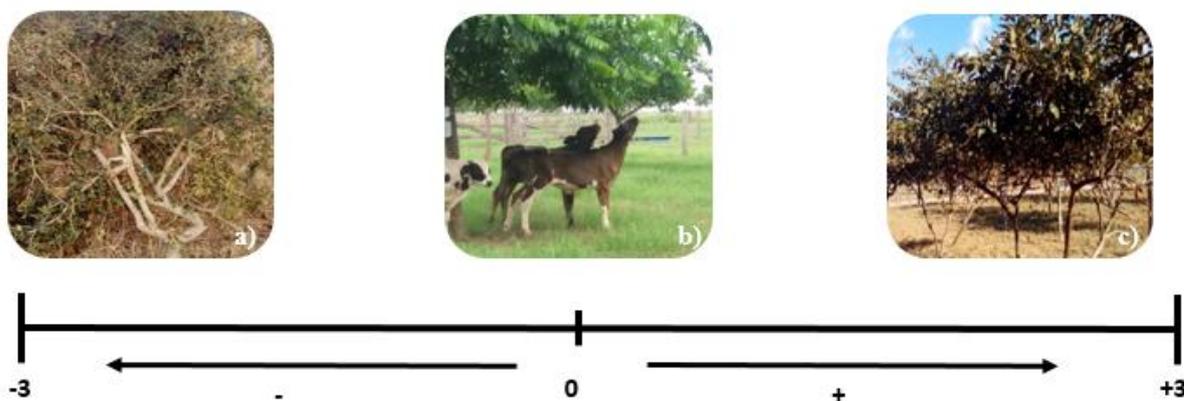
Para cada dano foi estabelecido um sistema de pesos e notas, sendo: Tq = 10,0; Tl = 4,0; Gq = 2,0; Cl = 1,5; Rq = 1,0; e, Dl = 1,0 (Figura 9). A nota final para cada indivíduo foi calculada como a soma dos respectivos danos incidentes.



**Figura 9.** Tipos de danos às fruteiras causados pelos bovinos em áreas de sistemas silvipastoris. a) Tq (quebra da haste principal ou tronco), b) Tl (lesão do tronco alcançando o lenho pela retirada do tecido cambial), c) Gq (quebra de galhos/ramos secundários), d) Cl (lesão de casca,

sem alcançar o câmbio), e), Rq (quebra de ramos finos e consumo de folhas, ou ramoneio) e f) DI (lesão maior do que 5 cm de diâmetro).

Durante a realização do experimento, verificou-se que os dados de danos não eram condizentes àqueles observados no campo, havendo necessidade então da criação de uma nova metodologia. Essa nova metodologia de avaliação foi realizada após intenso treinamento e capacitação do avaliador, por meio de observação visual e tátil das fruteiras pelo período de aproximadamente seis meses. Para tanto, foi observado como os danos causados pelos animais interferiram no estado final da copa da fruteira, impactando na sua conformação da copa. Assim, foi caracterizado um grau de impacto do dano à arquitetura das árvores, considerando uma escala “-3” a “+3”, sendo “-3” o dano que mais impactou negativamente na conformação da copa da fruteira, levando a sua inviabilidade no consórcio (Figura 10a), “zero” foi considerado o dano que não alterou a conformação da copa da fruteira (Figura 10b), e “+3” para aquele dano que promoveu melhoria na arquitetura para composição de sistemas silvipastoris (Figura 10c), elevando a “altura de saia” e eliminando brotações indesejáveis (GUIMARÃES FILHO & SOARES, 2003).



**Figura 10.** Graus de impacto dos danos dos animais sobre as fruteiras. a) Fruteira inviabilizada, b) fruteira com impacto nulo e c) fruteira beneficiada pela realização do ramoneio.

### 3.8 Análise Estatística

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade (Kolmogorof-Smirnoff) sob o PROC univariate normal e a análise da variância realizada sob o PROC Mixed do SAS<sup>®</sup> On Demand (SAS INSTITUTE INC, 2018), com os sistemas silvipastoris e os períodos (chuva e seca) ou meses de avaliação (conforme a variável) como efeitos fixos, e aqueles de blocos como efeitos variáveis. As médias dos tratamentos foram estimadas pelo LSMEANS e comparadas pela PDIFF ( $P < 0,10$ ).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Componente Arbóreo

A velocidade de crescimento das fruteiras em sistemas silvipastoris é um fator extremamente importante para o sucesso de implantação do consórcio. Aliado a isso, a arquitetura final da copa é relevante para a manutenção e perpetuação do sistema em equilíbrio.

#### 4.1.1 Crescimento de fruteiras

Os valores de altura e diâmetro de troncos das fruteiras variaram conforme o sistema silvipastoril ( $P < 0,0001$ ) e o período ( $P < 0,0001$ ), com interação entre eles de 2014 a 2018 ( $P < 0,0001$ ). Todas as fruteiras apresentaram crescimento ao longo do período experimental, em maior ou menor intensidade (Figuras 11 e 12).

A cajazeira destacou-se com a maior altura final (5,4 m), sendo 40% maior que a média das fruteiras cajueiros e goiabeira e 200% maior que a aceroleira no período de seca/2018 (Figura 11). Os cajueiros e a goiabeira caracterizaram-se como fruteiras intermediárias (3,9 m, em média), enquanto as aceroleiras como aquelas com menor altura das fruteiras (1,8 m). Entre o período de seca/2014 até o período de seca/2018, a aceroleira cresceu 73%, goiabeira 190%, cajueiro EMB51 480%, cajueiro CCP76 530% e a cajazeira 550% em altura (Figura 11).

**Figura 11.** Altura de fruteiras em sistemas silvipastoris para recria de bezerros de rebanho leiteiro entre 2014 e 2018, em Sinop - MT.  $P_{SSPxP} < 0,0001$ . ( $P_{SSPxP} = P_{valor}$  interação Sistema Silvipastoril x Período).

O diâmetro de tronco foi influenciado pela interação entre sistema silvipastoril e período ( $P < 0,0010$ ) e apresentou resposta similar àquela da altura da fruteira ao longo do período experimental, aumentando com intensidade variável conforme a fruteira. A cajazeira também foi a fruteira com maior diâmetro final de tronco (23,4 cm) e, a aceroleira, aquela que apresentou o menor (8,3 cm). Os cajueiros (EMB51 e CCP76) e a goiabeira apresentaram resposta intermediária à cajazeira e aceroleira (13,4 m, em média). No período de seca/2018, a cajazeira possuía diâmetro de tronco 180% maior que a aceroleira e 75% maior que a média das demais fruteiras (cajueiros e goiabeira) (Figura 12).

**Figura 12.** Diâmetro de tronco de fruteiras em sistemas silvipastoris para recria de bezerros de rebanho leiteiro entre 2014 e 2018, em Sinop - MT.  $P_{SSP \times P} < 0,0001$ . ( $P_{SSP \times P} = P_{valor}$  Interação Sistema Silvipastoril x Período).

A altura de fuste, de janeiro de 2017 a julho de 2018, foi influenciada somente pelo sistema silvipastoril ( $P < 0,0001$ ), com maior valor para aquele com a cajazeira (2,15 m), seguido pelos dois cajueiros e goiabeira (1,65 m, em média), e aquela com menor altura de fuste foi a aceroleira (0,25 m) (Figura 13).

**Figura 13.** Altura de fuste de fruteiras em sistemas silvipastoris para recria de bezerros de rebanho leiteiro em 2018, em Sinop - MT.  $P_{SSP} < 0,0001$ . ( $P_{SSP} = P_{valor}$  Sistema Silvipastoril).

Houve interação entre sistema silvipastoril e período ( $P < 0,0001$ ) para o perímetro de copa de fruteira. O perímetro das copas aumentou ao longo do período experimental para cajueiro CCP76 (407%), cajazeira (313%), cajueiro EMB51 (224%) e goiabeira (108%), e de

forma menos acentuada para a aceroleira (60%), que foi inferior às demais fruteiras (Figura 14). Para cajazeira, o perímetro de copa de fruteira aumentou nos períodos de chuva e reduziu severamente nos períodos de seca. Entre o período de chuva e de seca de 2015, houve redução de 100% em sua copa e, em 2017, de 85%. O perímetro final da copa das fruteiras estudadas foi em média de 13,5 m, exceto para aceroleira que foi de 7 m (Figura 14).

**Figura 14.** Perímetro de copa de fruteiras em sistemas silvipastoris para recria de bezerros de rebanho leiteiro entre 2015 e 2018, em Sinop - MT.  $P_{SSP \times P} < 0,0001$ . ( $P_{SSP \times P} = P_{valor}$  Interação Sistema Silvipastoril x Período).

A área de projeção de copa (Figura 15) e o volume de copa (Figura 16) variaram de forma similar ao perímetro de copa, com interação entre sistema silvipastoril e período ( $P < 0,0001$  e  $P = 0,0013$ , respectivamente). A área de projeção de copa aumentou nove (9) vezes entre o período de chuva/2015 até o período de chuva/2018, para todas as fruteiras, em média. Do período de chuva para aquele de seca de 2018, não houve alteração da área de projeção da copa para ambos os cajueiros e para a goiabeira, e somente foi verificado incremento de 10% na área de projeção de copa da aceroleira entre os períodos de chuva e de seca em 2018 (semelhantes entre si). Já para a cajazeira, esta variável variou muito entre os períodos de chuva e de seca do período experimental (redução média de 60% nos períodos de seca em relação aqueles de chuva). Ao final do experimento, os cajueiros, a cajazeira e a goiabeira foram as fruteiras com maior área de projeção de copa (13,5 m<sup>2</sup>, em média), e a aceroleira aquela com a menor (4,4 m<sup>2</sup>).

**Figura 15.** Área de projeção de copa de fruteiras em sistemas silvipastoris para recria de bezerros de rebanho leiteiro entre 2015 e 2018, em Sinop - MT.  $P_{SSP \times P} < 0,0001$ . ( $P_{SSP \times P} = P_{\text{valor Interação Sistema Silvipastoril} \times \text{Período}}$ ).

Houve efeito de interação entre sistema silvipastoril e período ( $P=0,0013$ ) para o volume de copa, que aumentou do período de chuva/2017 até aquele de seca/2018 para todas as fruteiras, mas em maior amplitude para o cajueiro CCP76, cajazeira e aceroleira (4; 3,5 e 3,1 vezes, respectivamente) (Figura 16). Cajueiro EMB51 e goiabeira também apresentaram aumento de volume de copa, porém em menor intensidade (2,3 e 1,6 vezes, respectivamente). Houve oscilação acentuada entre os períodos de chuva e de seca para a cajazeira, com redução de 85% em 2017, e de 25% em 2018. O volume de copa da cajazeira, cajueiro CCP76, goiabeira e cajueiro EMB51 ao final do experimento (49,3; 42,7; 36,9 e 31 m<sup>3</sup>) foram superiores aquele da aceroleira (9,2 m<sup>3</sup>).

**Figura 16.** Volume de copa de fruteiras em sistemas silvipastoris para recria de bezerros de rebanho leiteiro entre 2017 e 2018, em Sinop - MT.  $P_{SSP \times P} = 0,0013$ . ( $P_{SSP \times P} = P_{valor}$  Interação Sistema Silvipastoril x Período).

#### **4.1.2 Ambiente luminoso sob copas**

##### **4.1.2.1 Índice de área foliar e Interceptação luminosa das copas**

Houve interação entre o sistema silvipastoril e período para o índice de área foliar das copas ( $P=0,0346$ ) (Figura 17). De forma geral, houve aumento dos valores até o período de chuva/2017, seguido de redução naquele de seca/2017, mais drástica para cajazeira e goiabeira e mais leniente para as demais, exceto para cajueiro CCP76 que apresentou pequeno aumento do índice de área foliar neste intervalo. A partir da seca/2017, os valores de índice de área foliar das copas foram distintos para as fruteiras estudadas, com maior incremento para a goiabeira (superior às demais), aumento intermediário para ambos os cajueiros, enquanto que para a cajazeira e a aceroleira houve aumento no período de chuva seguido por redução no período de seca/2018. Ao final do experimento (período de seca/2018), a goiabeira apresentou índice de área foliar 2,5 vezes superior à média das demais fruteiras.

**Figura 17.** Índice de área foliar de fruteiras em sistemas silvipastoris para recria de bezerros de rebanho leiteiro entre 2015 e 2018, em Sinop - MT.  $P_{SSP \times P} = 0,0346$ . ( $P_{SSP \times P} = P_{\text{valor Interação Sistema Silvipastoril} \times \text{Período}}$ ).

A interceptação luminosa variou de forma similar ao índice de área foliar, uma vez que também são variáveis correlacionadas, sobretudo quando estimadas por aparelhos analisadores de dossel forrageiro. Houve interação entre sistema silvipastoril e período para interceptação luminosa ( $P < 0,0001$ ) (Figura 18). Entre os períodos de chuva/2015 e aquele de chuva/2017, houve aumento da interceptação luminosa para ambos os cajueiros, bem como para goiabeira e aceroleira. Na seca/2017, houve redução acentuada da interceptação luminosa para aceroleira e goiabeira, seguido de aumento no período de chuva/2018. Já, para ambos os cajueiros, houve pequenas variações da interceptação luminosa entre os períodos de seca e de chuva, enquanto para a cajazeira, maiores reduções desta variável foram verificadas nos períodos de seca e maiores aumentos nos períodos de chuva, em relação às demais fruteiras (Figura 18).

**Figura 18.** Interceptação luminosa de fruteiras em sistemas silvipastoris para recria de bezeros de rebanho leiteiro entre 2015 e 2018, em Sinop - MT.  $P_{SSP \times P} < 0,0001$ . ( $P_{SSP \times P} = P_{\text{valor Interação Sistema Silvipastoril} \times \text{Período}}$ ).

#### 4.1.3 Qualidade da luz

A qualidade da luz, analisada em seus comprimentos de onda do espectro luminoso (446 nm (anil), 464 nm (azul), 500 nm (verde), 578 nm (amarelo), 645 nm (vermelho) e 735 nm (vermelho extremo) sob as copas das fruteiras dos sistemas silvipastoris somente foi influenciada pelo período ( $P < 0,0001$ ).

Nos períodos de chuva e de seca de 2017, foram observados maiores valores dos comprimentos de onda 446 nm (anil), 464 nm (azul) e 500 nm (verde) sob as copas das fruteiras (Figura 19). Nos demais períodos, houve menor incidência destes comprimentos de onda sob as copas, devido a maior interceptação de luz pelas folhas das fruteiras.

Os comprimentos de onda 446 nm (anil), 464 nm (azul), 500 nm (verde) e 578 nm (amarelo) reduziram, em média, 60% entre os períodos de chuva e seca de 2015, 40% entre o período de seca/2015 para o período de chuva/2017 e aumentaram consideravelmente no período de seca/2017 (média de 270% de acréscimo para todos os comprimentos). Em seguida, houve nova redução de 70% entre os períodos de seca/2017 e de chuva/2018, e de 30% deste último para o período de seca/2018 (final do experimento). Os comprimentos de onda de 645 nm e de 735 nm variaram de forma semelhante aos demais desde o período de chuva/2015 até o período de chuva/2017. Contudo, entre os períodos de chuva/2015 e seca de 2017, houve incremento de 23% para 645 nm e somente de 5% para aquele de 735 nm. Em seguida, houve redução média de 5% entre o período de seca/2017 e o período de chuva/2018 para ambos os comprimentos. Já em 2018, não houve diferença entre estes comprimentos de onda ( $P > 0,0010$ ).

Maiores valores do comprimento de onda de 578 nm (amarelo) foram verificados nos períodos de chuva/2015 e de seca/2017, também semelhantes daquele do período de seca/2015. Os comprimentos de onda 645 nm (vermelho) e 735 nm (vermelho extremo) foram maiores no período de chuva/2015, menores e semelhantes entre si nos demais períodos.

**Figura 19.** Qualidade da luz sob as copas de fruteiras em sistemas silvipastoris para recria de bezerros de rebanho leiteiro no período de chuva e de seca entre 2015 e 2018, em Sinop - MT. Anil:  $P_{\text{Período}} < 0,0001$ ; Azul:  $P_{\text{Período}} < 0,0001$ ; Verde:  $P_{\text{Período}} < 0,0001$ ; Amarelo:  $P_{\text{Período}} < 0,0001$ ; Vermelho:  $P_{\text{Período}} < 0,0001$ ; Vermelho extremo:  $P_{\text{Período}} < 0,0001$ .

A relação vermelho/vermelho extremo foi influenciada pela interação entre sistema silvipastoril e período ( $P=0,0356$ ), com alta variação entre as fruteiras na sua fase inicial de crescimento (períodos de chuva e seca de 2015). No período de chuva/2015, maiores valores desta relação foram verificados para os sistemas com cajueiro CCP76, cajueiro EMB51 e goiabeira, com semelhança entre aqueles com cajueiro EMB51, goiabeira, aceroleira e cajazeira neste mesmo período (Figura 20). No período de seca/2015, foram obtidas maiores relações vermelho/vermelho extremo nos sistemas com cajazeira, goiabeira, aceroleira e cajueiro CC76, sendo estes dois últimos semelhantes aquele com cajueiro EMB51, no qual foi verificado o menor valor desta variável. A partir do período de chuva/2017, houve similaridade da relação vermelho/vermelho extremo entre as fruteiras, o que resultou em valores próximos de 1,0 para esta relação.

**Figura 20.** Relação vermelho/vermelho extremo da luz incidente sob fruteiras em sistemas silvipastoris para recria de bezerros de rebanho leiteiro entre 2015 a 2018, em Sinop - MT.  $P_{SSPxP}=0,0356$ . ( $P_{SSPxP} = P_{valor}$  interação Sistema Silvipastoril x Período).

## 4.2 Componente Forrageiro

### 4.2.1 Altura, acúmulo de forragem e IAF de Tifton-85

A altura do pasto de Tifton-85 variou conforme o sistema silvipastoril ( $P=0,0011$ ) e o mês de avaliação ( $P=0,0179$ ), e foi mais alta para os sistemas com aceroleira e cajueiro EMB51 (18 cm), intermediária nos sistemas silvipastoris com cajueiro CCP76 (16 cm) e goiabeira (14 cm) e mais baixa naquele com cajazeira (9 cm) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Altura do pasto, acúmulo de forragem, acúmulo de folha e oferta de forragem do pasto de Tifton-85 em sistemas silvipastoris com fruteiras, em Sinop – MT, expressos pelas médias mensais.

Sistema Silvipastoril	Altura* (cm)	Acúmulo de forragem ** (kg ha <sup>-1</sup> )	Acúmulo de folha** (kg ha <sup>-1</sup> )	Oferta de forragem** (%)
Tifton-85 com Aceroleira	18 a	497 a	218 a	4,7 a
Tifton-85 com Cajazeira	9 d	239 b	109 c	2,2 b
Tifton-85 com Cajueiro CCP76	16 b	399 a	171 ab	3,7 a
Tifton-85 com Cajueiro EMB51	18 a	387 a	182 ab	4,6 a
Tifton-85 com Goiabeira	14 c	381 ab	161 b	3,8 a
EPM	1,5	91,8	40,5	0,97

Letras minúsculas comparam médias entre linhas, respectivamente, pela PDIFF ( $P<0,10$ ). EPM= Erro padrão médio. \*Média de dezembro de 2017 a maio de 2018 \*\*Médias mensais de fevereiro a abril de 2018

Da mesma forma, o acúmulo de forragem variou com o sistema silvipastoril ( $P=0,0513$ ) e o mês de avaliação ( $P<0,0001$ ), com maiores valores e similares nos sistemas silvipastoris com aceroleira, ambos os cajueiros e goiabeira (416 kg ha<sup>-1</sup>, em média), menor naquele com cajazeira (239 kg ha<sup>-1</sup>) que também foram semelhantes ao sistema com goiabeira (Tabela 4).

Quanto a composição da massa de forragem acumulada nas gaiolas, o acúmulo de massa seca de folha variou com o sistema silvipastoril ( $P=0,0627$ ) e o mês de avaliação ( $P=0,0002$ ), enquanto que os acúmulos de colmo e material morto somente com o mês de avaliação ( $P<0,0001$ ;  $P=0,0040$ , respectivamente) (Tabela 5).

O acúmulo de massa seca de folha do Tifton-85 foi maior nos sistemas silvipastoris com aceroleira ( $218 \text{ kg ha}^{-1}$ ), que não diferiu daqueles com ambos os cajueiros (CCP76 e EMB51), com  $171$  e  $182 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente. No sistema com goiabeira foi obtido acúmulo de massa seca de folha intermediário ( $161 \text{ kg ha}^{-1}$ ), que não diferiu daqueles com ambos os cajueiros, enquanto o menor acúmulo foi verificado no sistema com cajazeira ( $109 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Tabela 4). Os acúmulos de colmo e de material morto foram, em média, de  $164,5$  e  $39 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente, para todos os sistemas silvipastoris.

A oferta de forragem variou em função do sistema silvipastoril ( $P=0,1074$ ) e do mês de avaliação ( $P=0,0002$ ), e foi superior nos sistemas com aceroleira, cajueiros CCP76 e EMB51 e goiabeira, e inferior naquele com cajazeira (Tabela 4).

Houve aumento de  $74,1\%$  no acúmulo de forragem de fevereiro para março ( $P<0,0001$ ), seguido de redução de  $69\%$  em abril de 2018 (Tabela 5), com mesmo padrão de resposta observado para o acúmulo de massa seca de folha (incremento de  $64\%$  de fevereiro para março, e redução de  $64\%$  de março para abril). Já o acúmulo de massa seca de colmo foi maior em março ( $294 \text{ kg ha}^{-1}$ ), menor e semelhante nos meses de fevereiro e abril ( $183$  e  $76 \text{ kg ha}^{-1}$ ), enquanto que o acúmulo de massa seca de material morto foi maior nos meses de fevereiro e março ( $54 \text{ kg ha}^{-1}$ , em média), e menor em abril ( $9 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Enquanto a oferta de forragem aumentou  $56,4\%$  entre fevereiro e março ( $3,9$  e  $6,1 \text{ kg de MS / 100 kg de Peso}$ , respectivamente), e reduziu  $77\%$  de março para abril ( $1,4 \text{ kg de MS / 100 kg de Peso}$ ).

**Tabela 5.** Acúmulo de forragem do Tifton-85 em sistema silvipastoril com fruteiras em Sinop - MT, de fevereiro a abril de 2018.

Estrutura do Tifton-85	Fevereiro	Março	Abril	EPM
Acúmulo de forragem ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	348 b	606 a	188 c	91,1
Acúmulo de folha ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	156 b	256 a	92 c	21,5
Acúmulo de colmo ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	183 b	294 a	76 b	24,9
Acúmulo de material morto ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	62 a	45 a	9 b	10,1
Oferta de forragem ( $\text{kg de MS / 100 kg de Peso}$ )	3,9 b	6,1 a	1,4 c	0,73

Letras minúsculas comparam médias entre colunas, respectivamente, pela PDIFF ( $P<0,10$ ). EPM= Erro padrão médio.

As alturas dos pastos reduziram em média  $37\%$  de dezembro de 2017 ( $19 \text{ cm}$ ) até maio de 2018 ( $12 \text{ cm}$ ), e foram maiores e com semelhança entre dezembro de 2017 e janeiro de 2018 ( $18 \text{ cm}$ , em média), intermediárias em fevereiro e março e semelhantes a janeiro ( $15,3 \text{ cm}$ ), menores em abril e maio e semelhantes aquelas dos meses de fevereiro e março ( $13,2 \text{ cm}$ , em média) (Figura 21).

**Figura 21.** Altura do pasto de Tifton-85 em sistema silvipastoril com fruteiras em Sinop - MT, de dezembro de 2017 a maio de 2018.  $P_{\text{Mês}}=0,0179$ . ( $P_{\text{Mês}} = P_{\text{valor Mês de avaliação}}$ ).

Não houve efeito de qualquer fonte de variação para o acúmulo de massa seca de plantas invasoras, com média de  $11 \text{ kg ha}^{-1}$ .

O índice de área foliar do pasto de Tifton-85 não variou com os sistemas silvipastoris ( $P=0,2604$ ), com os meses de avaliação ( $P=0,4972$ ), nem tampouco com a interação entre ambos ( $P=0,4379$ ), com valor médio de 0,07.

#### 4.2.2 Valor nutritivo da forragem de Tifton-85

Para as variáveis de valor nutritivo da forragem, somente houve efeito do mês de avaliação para FDN ( $P<0,0001$ ) e de interação entre sistema silvipastoril e mês de avaliação para FDA ( $P=0,0719$ ). Os valores médios das demais variáveis foram de: 67,9% para FDN; 31,7% para FDA; 15,8% para PB e 73,8% para DIVMS. O teor de FDN foi maior em abril do que em fevereiro e março (Tabela 6), enquanto aquele de FDA variou de 30,5 a 33,0% em função dos sistemas e dos meses (Tabela 7).

**Tabela 6.** Teores de fibra em detergente neutro da forragem de Tifton-85 em sistema silvipastoril com fruteiras em Sinop-MT, de fevereiro a abril de 2018.

Fibra em detergente neutro (%)	Fevereiro	Março	Abril
	67,5 b	66,6 c	69,3 a

Letras minúsculas comparam médias entre colunas, pela PDIFF ( $P<0,0001$ ). EPM=0,98. EPM= Erro padrão médio.

**Tabela 7.** Teores (%) de fibra em detergente ácido da forragem do Tifton-85 em sistemas silvipastoris com fruteiras em Sinop-MT, de fevereiro a abril de 2018.

Sistemas Silvipastoris	Fevereiro	Março	Abril
Tifton-85 com Aceroleira	33,0 Aa	31,7 ABa	31,8 ABa
Tifton-85 com Cajazeira	31,0 Bb	32,4 Aa	31,7 ABab
Tifton-85 com Cajueiro CCP76	32,1 ABab	30,8 Bb	32,4 Aa
Tifton-85 com Cajueiro EMB51	31,8 ABa	30,5 Ba	31,7 ABa
Tifton-85 com Goiabeira	32,9 Aa	30,5 Bb	31,1 Bb

Letras maiúsculas e minúsculas comparam médias entre linhas e entre colunas, respectivamente, pela PDIFF (P=0,0719). EPM=0,76. EPM= Erro padrão médio.

### 4.3 Componente Animal

#### 4.3.1 Microclima

Houve elevação da temperatura sob as copas das fruteiras e a pleno sol nos horários mais próximos às 12:00, variando de 29 a 32 °C às 13:00 para os períodos de chuva e de seca, respectivamente, enquanto a umidade relativa do ar variou de 70 a 80% nos períodos de chuva e de 55 a 60% nos períodos de seca, durante as horas mais quentes dos dias, caracterizando maior diferença entre períodos (Figuras 22 e 23).

**Figura 22.** Temperatura e umidade relativa do ar sob as copas de fruteiras consorciadas em sistemas silvipastoris, no período de chuva de 2018 (média de 3 dias de avaliação do comportamento animal), em Sinop - MT. Temperaturas representadas por linhas, e umidades relativas do ar por barras.

**Figura 23.** Temperatura e umidade relativa do ar sob as copas de fruteiras consorciadas em sistemas silvipastoris, no período de seca de 2018 (média de 3 dias representativos de avaliação do comportamento animal), em Sinop - MT. Temperaturas representadas por linhas e umidades relativas do ar por barras.

#### **4.3.2 Desempenho animal e taxa de lotação**

O ganho de peso diário variou com a interação entre sistema silvipastoril e mês de avaliação ( $P=0,0720$ ). A taxa de lotação foi influenciada pelo sistema silvipastoril e mês de avaliação ( $P=0,0241$  e  $P<0,0001$ , respectivamente), enquanto o ganho de peso por área foi influenciado somente pelo mês de avaliação ( $P<0,0001$ ).

Em janeiro e fevereiro, houve maior ganho de peso diário no silvipastoril com aceroleira ( $1.073 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , em média) em relação aos demais sistemas ( $487 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , em média) (Figura 24). Nos meses de março e abril houve semelhança entre todos os sistemas para ganho de peso ( $440$  e  $863 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , em média), com superioridade no mês de abril em relação aquele de março. A média de ganho de peso diário de janeiro a março foi de  $543 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , e de abril a junho (meses nos quais foram verificados efeitos da suplementação com silagem de milho) foi de  $862 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , com incremento de 59% no ganho de peso diário.

**Figura 24.** Ganho de peso diário de bezerros de rebanho leiteiro em sistemas silvipastoris, de janeiro a junho de 2018, em Sinop-MT. Ganho de peso diário:  $P_{SSP \times Mês} = 0,0720$ . ( $P_{SSP \times Mês} = P_{valor}$  interação Sistema Silvipastoril x Mês de avaliação, EPM=Erro padrão médio).

As taxas de lotação dos sistemas foram menores e semelhantes entre si de janeiro a março (período de chuva;  $4,3 \text{ UA ha}^{-1}$ , em média) em relação aquelas de abril a junho (período de seca;  $6,3 \text{ UA ha}^{-1}$ , em média), com aumento médio de 48% desta variável entre estes períodos (Figura 25). O ganho de peso por área foi inferior nos meses de janeiro, fevereiro e março ( $427 \text{ kg ha}^{-1}$ , em média), intermediário em abril e maio ( $928 \text{ kg ha}^{-1}$ , em média), e superior em junho ( $1.166 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Houve aumento de 136% desta variável entre os períodos de chuva e de seca.

**Figura 25.** Taxa de lotação e ganho de peso por hectare de sistemas silvipastoris com fruteiras para recria de bezerros de rebanho leiteiro, de janeiro a junho de 2018, em Sinop-MT. Taxa de lotação:  $P_{Mês} < 0,000$ . Ganho de peso por hectare:  $P_{Mês} < 0,0001$ . ( $P_{Mês} = P_{valor}$  Mês de avaliação).

A taxa de lotação foi superior no sistema composto por cajueiro EMB51 ( $6,3 \text{ UA ha}^{-1}$ ) e inferior entre os sistemas silvipastoris com aceroleira, cajazeira, cajueiro CCP76 e goiabeira ( $5,1 \text{ UA ha}^{-1}$ , em média) (Figura 26).

**Figura 26.** Taxa de lotação de sistemas silvipastoris com fruteiras para recria de bezerros de rebanho leiteiro, de janeiro a junho de 2018, em Sinop-MT  $P_{SSP}=0,0241$ . ( $P_{SSP}=P_{\text{valor}}$  Sistema Silvipastoril).

O peso dos animais foi semelhante entre os sistemas no início do experimento, constatando a uniformidade dos lotes ( $P=0,9392$ ), com peso médio inicial individual de  $133 \text{ kg animal}^{-1}$ . Ao final do experimento também não houve diferenças para peso final individual dos animais ( $P=0,9882$ ) e ganho de peso total individual ( $P=0,8526$ ) em função do sistema silvipastoril, com médias de  $241 \text{ kg animal}^{-1}$  e  $108 \text{ kg}$ , respectivamente.

#### 4.3.3 Comportamento animal

Foram testados os valores de “ $P_{\text{valor}}$ ” (efeitos) para as variáveis de comportamento animal: atividade (alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, deslocamento ou visita ao bebedouro), localização (ao sol ou à sombra) e posição (deitado ou em pé), em função dos efeitos simples e das interações de sistema silvipastoril, período do ano e turno do dia (Tabela 8). Os horários de avaliação foram agrupados por turno (manhã e tarde) para a análise comparativa entre sistemas e períodos.

**Tabela 8.** P<sub>valor</sub> do comportamento animal, em função da atividade (alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, em deslocamento ou visita ao bebedouro), localização (ao sol ou à sombra) e posição (deitado ou em pé), para os efeitos simples e de interações de sistema silvipastoril (SSP), período (chuva e seca) e turno (manhã e tarde).

	SSP	Período	Turno	SSP×P	SSP×T	P×T	SSP×P×T
Atividade							
Alimentação	<b>0,0003</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,0130</b>	0,1406	<b>0,0028</b>	0,2799
Ruminação	<b>0,0002</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0131</b>	0,5772	<b>0,0493</b>	<b>0,0003</b>	0,2940
Ócio	<b>0,0236</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,0004</b>	0,1654	0,2346	0,2171	0,3131
Ramoneio	<b>0,0787</b>	0,5804	0,7014	0,2741	0,9207	0,8981	0,4719
Deslocamento	0,1912	<b>0,0411</b>	<b>0,0051</b>	0,1871	<b>0,0458</b>	0,7132	<b>0,0707</b>
Bebedouro	0,2990	0,1919	<b>0,0179</b>	0,8585	0,5440	0,1011	0,5519
Localização							
Sol	<b>0,0036</b>	0,3182	<b>0,0024</b>	0,1864	0,9581	0,4584	0,3677
Sombra	<b>0,0037</b>	0,3216	<b>0,0022</b>	0,1819	0,9585	0,4552	0,3772
Posição							
Deitado	<b>0,0158</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,0156</b>	<b>0,0652</b>	0,5696	<b>0,0019</b>	0,2519
Em pé	<b>0,0159</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,0152</b>	<b>0,0656</b>	0,5812	<b>0,0020</b>	0,2528

P<sub>valor</sub> em negrito, significativo. SSP×P= Interação Sistema Silvipastoril e Período (de chuva e de seca). SSP×T = Interação Sistema Silvipastoril e Turno (da manhã e da tarde). P×T= Interação Período e Turno. SSP×P×T= Interação Sistema Silvipastoril, Período e Turno.

Houve maior frequência dos animais em alimentação no sistema silvipastoril com cajazeira (69% em média, correspondente a 08h12min, em média), intermediária naqueles com cajueiro CCP76 e goiabeira (63% em média, correspondente a 07h30min, em média), e menor (56% em média, correspondente a 06h48min, em média) nos sistemas com aceroleira e cajueiro EMB51 (Tabela 9).

**Tabela 9.** Frequência (%) do comportamento de bezerros de rebanho leiteiro na atividade (alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, em deslocamento ou visita ao bebedouro), localização (ao sol ou à sombra) e posição (deitado ou em pé), em sistemas silvipastoris de Tifton-85 com aceroleira, cajazeira, cajueiros CCP76 e EMB51, e goiabeira, em Sinop - MT.

	Sistema Silvipastoril				
	Aceroleira	Cajazeira	Caj.CCP76	Caj.EMB51	Goiabeira
	Atividade (% dos animais)				
Alimentação	54 c	69 a	62 b	58 c	64 b
Ruminação	15 a	7 c	8 c	9 bc	10 b
Ócio	26 b	21 c	26 b	31 a	24 bc
Ramoneio	2,0 a	0,0 b	0,9 b	0,8 b	0,7 b
Deslocamento	3,0 <sup>ns</sup>	1,5 <sup>ns</sup>	1,0 <sup>ns</sup>	1,5 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>
Bebedouro	1,1 <sup>ns</sup>	2,2 <sup>ns</sup>	1,2 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>ns</sup>
	Localização (% dos animais)				
Sol	76 a	82 a	69 b	64 b	68 b
Sombra	24 b	18 b	31 a	36 a	32 a
	Posição (% dos animais)				
Deitado	33 a	24 b	28 b	32 a	26 b
Em pé	67 b	76 a	72 a	68 b	74 a

Letras minúsculas comparam médias entre colunas.  $EPM_{\text{Alimentação}}=2,8$ ;  $EPM_{\text{Ruminação}}=1,6$ ;  $EPM_{\text{Ócio}}=3,0$ ;  $EPM_{\text{Ramoneio}}=0,6$ ;  $EPM_{\text{Deslocamento}}=0,8$ ;  $EPM_{\text{Bebedouro}}=0,9$ ;  $EPM_{\text{Sol}}=3,3$ ;  $EPM_{\text{Sombra}}=4,4$ ;  $EPM_{\text{Em pé}}=2,9$  e  $EPM_{\text{Deitado}}=2,1$ .

A atividade de ruminação foi exercida com maior frequência no sistema com aceroleira (15%, correspondente a 01h42min), frequência intermediária nos sistemas com cajueiro EMB51 e goiabeira (9,5% em média, correspondente a 01h19min, em média), e com menor naqueles com cajazeira e cajueiro CCP76 (8% em média, correspondente a 01h, em média), e semelhantes ao sistema com cajueiro EMB51 (Tabela 9).

O ócio foi observado com maior frequência no sistema com cajueiro EMB51 (31%, correspondente a 03h42 min), com frequência intermediária nos sistemas com aceroleira, cajueiro CCP76 e goiabeira (25,3% em média, correspondente a 03h02min, em média), e com menor frequência no sistema com cajazeira (21%, correspondente a 02h30min), que foi semelhante àquele com goiabeira (Tabela 9).

A atividade de ramoneio foi observada de forma mais intensa na aceroleira (2%, correspondente a 12min) e menos nos demais sistemas (0,6% em média, correspondente a 4min, em média), enquanto as atividades de deslocamento e de visita ao bebedouro não foram significativas para o sistema silvipastoril (Tabela 8), e apresentaram média de 1,7 e 1,1%, respectivamente (Tabela 9).

Em relação a posição, os animais ficaram mais ao sol nos sistemas com aceroleira e cajazeira (79% em média, correspondente a 09h28min, em média) do que nos demais sistemas (67% em média, correspondente a 08h06min, em média) (Tabela 9). De forma inversa e complementar, nos sistemas com os cajueiros (CCP76 e EMB51) e goiabeira, os animais exibiram maiores frequências de permanência à sombra (33% em média, correspondente a 03h54min, em média) do que naqueles com aceroleira e cajazeira (21% em média, correspondente a 02h30min, em média).

Quanto a posição, houve maior frequência dos animais na posição deitada nos sistemas com aceroleira e cajueiro EMB51 (32,5% em média, correspondente a 03h54min, em média) do que os demais sistemas (26% em média, correspondente a 03h06min, em média). De forma contrária e complementar, foi verificada maior frequência de animais em pé nos sistemas com

cajazeira, cajueiro CCP76 e goiabeira (74% em média, correspondente a 08h54min, em média), do que naqueles com aceroleira e cajueiro EMB51 (67,5% em média, correspondente a 08h06min, em média) (Tabela 9).

Os animais exibiram maior frequência de alimentação (72%, correspondente a 08h40min), e ficaram mais na posição em pé (78%, correspondente a 09h24min) no período de chuva, e ruminaram (12%, correspondente a 01h24min), permaneceram em ócio (33%, correspondente a 03h56min), se deslocaram (2,1%, correspondente a 18min) e permaneceram mais deitados (36%, correspondente a 04h18min) no período de seca.

Durante o período de chuva, a atividade de alimentação foi realizada por 02h38min a mais que no período de seca (Tabela 10), correspondendo a um incremento de tempo de 30%.

**Tabela 10.** Comportamento de bezerros de rebanho leiteiro na atividade (alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, em deslocamento ou visita ao bebedouro), localização (ao sol ou à sombra) e posição (deitado ou em pé) em sistemas silvipastoris de Tifton-85 com aceroleira, cajazeira, cajueiros var. CCP76 e EMB51, e goiabeira, durante os períodos de chuva e seca, em Sinop - MT.

	Período	
	Chuva	Seca
	Atividade (% dos animais)	
Alimentação	72 a	51 b
Ruminação	7 b	12 a
Ócio	18 b	33 a
Ramoneio	1,0 <sup>ns</sup>	0,8 <sup>ns</sup>
Deslocamento	1,1 b	2,1 a
Bebedouro	0,7 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>
	Localização (% dos animais)	
Sol	70 <sup>ns</sup>	73 <sup>ns</sup>
Sombra	30 <sup>ns</sup>	27 <sup>ns</sup>
	Posição (% dos animais)	
Deitado	22 b	36 a
Em pé	78 a	64 b

Letras minúsculas comparam médias entre colunas.  $EPM_{Alimentação}=1,7$ ;  $EPM_{Ruminação}=1,0$ ;  $EPM_{Ócio}=1,8$ ;  $EPM_{Ramoneio}=0,2$ ;  $EPM_{Deslocamento}=0,5$ ;  $EPM_{Bebedouro}=0,5$ ;  $EPM_{Sol}=1,9$ ;  $EPM_{Sombra}=2,7$ ;  $EPM_{Em\ pé}=1,7$  e  $EPM_{Deitado}=1,2$ .

As atividades de ramoneio, visita ao bebedouro e a localização, ao sol e à sombra, não variaram com o período (Tabela 10), e apresentaram médias de 0,9; 1,1; 71 e 28%, respectivamente.

Houve maior frequência de ruminação (11%, correspondente a 42min) e ócio (29%, correspondente a 01h42min) dos animais na parte da manhã, e de alimentação (65%, correspondente a 03h54min), deslocamento (2%, correspondente 12min) e visita ao bebedouro (1,8%, correspondente a 6min) na parte da tarde (Tabela 11). Também se verificou maior frequência dos animais ao sol (76%, correspondente a 04h36min) durante o turno da manhã, e à sombra (33%, correspondente a 02h) durante a tarde (Tabela 10), além de maior frequência de animais deitados (31%, correspondente a 01h54min) pela manhã e em pé (74%, correspondente a 04h06min) durante a tarde.

**Tabela 11.** Comportamento de bezerros de rebanho leiteiro na atividade (alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, em deslocamento ou visita ao bebedouro), localização (ao sol ou à sombra) e posição (deitado ou em pé) em sistemas silvipastoris de Tifton-85 com aceroleira, cajazeira, cajueiros var. CCP76 e EMB51, e goiabeira, durante os turnos da manhã e da tarde, em Sinop - MT.

	Turno	
	Manhã	Tarde
	Atividade (% dos animais)	
Alimentação	58 b	65 a
Ruminação	11 a	8,4 b
Ócio	29 a	22 b
Ramoneio	0,9 <sup>ns</sup>	0,8 <sup>ns</sup>
Deslocamento	0,9 b	2,0 a
Bebedouro	0,4 b	1,8 a
	Localização (% dos animais)	
Sol	76 a	67 b
Sombra	24 b	33 a
	Posição (% dos animais)	
Deitado	31 a	26 b
Em pé	69 b	74 a

Letras minúsculas comparam médias entre colunas EPM<sub>Pastajeo</sub>=1,7; EPM<sub>Ruminação</sub>=1,0; EPM<sub>Ócio</sub>=1,8; EPM<sub>Ramoneio</sub>=0,4; EPM<sub>Deslocamento</sub>=0,5; EPM<sub>Bebedouro</sub>=0,5; EPM<sub>Sol</sub>=1,9; EPM<sub>Sombra</sub>=2,7; EPM<sub>Em pé</sub>=1,7 e EPM<sub>Deitado</sub>=1,2.

No desdobramento da interação entre sistema silvipastoril e período (chuva e seca), maiores frequências da atividade de alimentação e da posição em pé foram verificadas durante o período de chuva, e maior da posição deitado durante o período de seca em todos os sistemas silvipastoris (Tabela 12).

**Tabela 12.** Comportamento de bezerros de rebanho leiteiro na atividade (alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, em deslocamento ou visita ao bebedouro), localização (ao sol ou à sombra) e posição (deitado ou em pé) em sistemas silvipastoris de Tifton-85 com aceroleira, cajazeira, cajueiros var. CCP76 e EMB51, e goiabeira, durante os períodos de chuva e seca, em Sinop - MT.

Período	Sistema Silvipastoril				Goiabeira
	Aceroleira	Cajazeira	Caj.CCP76	Caj.EMB51	
	Alimentação (% dos animais)				
Chuva	62 cA	79 aA	70 bA	70 bA	80 aA
Seca	46 bB	60 aB	55 aB	45 bB	47 bB
	Posição deitado (% dos animais)				
Chuva	26 aB	18 bB	24 aB	24 aB	15 bB
Seca	40 aA	29 bA	31 bA	40 aA	38 aA
	Posição em pé (% dos animais)				
Chuva	74 bA	82 aA	76 bA	76 bA	85 aA
Seca	60 bB	71 aB	69 aB	60 bB	62 bB

Letras maiúsculas e minúsculas comparam médias entre linhas e entre colunas, respectivamente.

EPM<sub>Alimentação</sub>=4,0; EPM<sub>Deitado</sub>=3,3 e EPM<sub>Em pé</sub>=4,0.

Maior frequência da atividade de alimentação ocorreu durante o período de chuva (72,2%, em média) do que naquele de seca (50,6%, em média) em todos os sistemas silvipastoris. Durante o período de chuva os bezerros apresentaram maior frequência de alimentação (79,5%, em média) nos sistemas com cajazeira e goiabeira do que naqueles com ambos os cajueiros (70%, em média) onde essa frequência foi intermediária, e menor no sistema com aceroleira (62%) (Tabela 12). Durante o período de seca, os animais apresentaram maior frequência de alimentação nos sistemas com cajazeira e cajueiro CCP76 (57,5%, em média), e menor naqueles com aceroleira, cajueiro EMB51 e goiabeira (46%, em média).

De forma semelhante à atividade de alimentação, também foi verificada maior frequência de animais na posição em pé durante o período de chuva (78,6%, em média), em relação ao período de seca (64,4%, em média). Houve maior frequência de bezerros em pé nos sistemas com cajazeira e goiabeira (83,5%, em média) em relação aos demais sistemas (75,3%, em média) no período de chuva. No período de seca, esta frequência foi maior nos sistemas com cajazeira e cajueiro CCP76 (70%, em média) do que nos demais sistemas (60,7%, em média) (Tabela 12).

De forma contrária ao que foi verificado para a posição em pé, maior frequência de bezerros deitados foi verificada durante o período de seca (35,6%, em média) do que no período de chuva (21,4%, em média). No período de chuva, houve maior frequência de animais deitados nos sistemas silvipastoris com aceroleira e com ambos os cajueiros EMB51 e CCP76 (24,7%, em média) do que naqueles com cajazeira e goiabeira (16,5%, em média), enquanto que no período de seca, maiores frequências de bezerros deitados foram obtidas nos sistemas com aceroleira, cajueiro EMB51 e goiabeira (39,4%, em média) do que naqueles com cajazeira e cajueiro CCP76 (30%, em média) (Tabela 12).

Somente houve diferença de frequência de ruminação nos turnos da manhã e da tarde para os bezerros do sistema silvipastoril com cajazeira, com maior valor durante a manhã (11%) em relação aquele da tarde (2%), enquanto que nos demais sistemas esta frequência foi semelhante entre turnos (Tabela 13). Durante os turnos da manhã e da tarde, houve maior frequência de ruminação para os bezerros do sistema com aceroleira (17 e 13%, respectivamente) em relação aos animais dos demais sistemas. Porém, no turno da manhã a frequência de ruminação não diferiu entre os outros sistemas com cajazeira, cajueiros CCP76 e EMB51 e goiabeira (9,8%, em média), enquanto que no turno da tarde esta frequência foi intermediária para os animais nos sistemas com ambos os cajueiros e goiabeira (9%, em média), e menor no sistema com cajazeira (2%).

**Tabela 13.** Comportamento de bezerros de gado leiteiro na atividade de ruminação em sistemas silvipastoris de Tifton-85 com aceroleira, cajazeira, cajueiros var. CCP76 e EMB51, e goiabeira, durante os turnos da manhã e tarde, em Sinop - MT.

Turno	Sistema silvipastoril				
	Aceroleira	Cajazeira	Caj.CCP76	Caj.EMB51	Goiabeira
	Ruminação (% dos animais)				
Manhã	17 aA	11 bA	8 bA	9 bA	11 bA
Tarde	13 aA	2 cB	9 bA	9 bA	9 bA

Letras maiúsculas e minúsculas comparam médias entre linhas e entre colunas, respectivamente.

$EPM_{Ruminação}=2,4$ .

Durante o período de chuva, as frequências das atividades de alimentação (72%), ruminação (7,5%) e das posições deitado (21,5%) e em pé (78,5%) dos bezerros foram semelhantes entre os turnos da manhã e da tarde (Tabela 14). Já no período de seca, houve

maior frequência das atividades de alimentação (57%) e da posição em pé (69%) dos bezerros no turno da tarde, e de ruminação (16%) e posição deitado (41%) no turno da manhã.

**Tabela 14.** Comportamento de bezerros de gado leiteiro nas atividades de alimentação e ruminação e das posições deitado e em pé em sistemas silvipastoris de Tifton-85 com aceroleira, cajazeira, cajueiro CCP76, cajueiro EMB51 e goiabeira, durante os períodos de chuva e seca e os turnos da manhã e tarde, em Sinop - MT.

Turno	Período	
	Chuva	Seca
Alimentação (% dos animais)		
Manhã	71 aA	44 bB
Tarde	73 aA	57 bA
Ruminação (% dos animais)		
Manhã	7 bA	16 aA
Tarde	8 aA	9 aB
Posição deitado (% dos animais)		
Manhã	21 bA	41 aA
Tarde	22 bA	31 aB
Posição em pé (% dos animais)		
Manhã	79 aA	59 bB
Tarde	78 aA	69 bA

Letras maiúsculas e minúsculas comparam médias entre linhas e entre colunas, respectivamente.

$EPM_{Alimentação}=4,0$ ;  $EPM_{Ruminação}=1,4$   $EPM_{Deitado}=2,7$  e  $EPM_{Empé}=4,0$ .

A frequência de animais em alimentação foi maior no período de chuva do que de seca, com frequência semelhante entre os turnos da manhã e tarde no período de chuva (72%, em média), e maior no turno da tarde (57%) do que naquele da manhã (44%) durante o período de seca (Tabela 14). Já para a atividade de ruminação dos bezerros, maiores frequências foram obtidas durante o período de seca (16%) do que naquele de chuva no turno da manhã (7%), enquanto que houve semelhança entre períodos no turno da tarde (8,5%, em média). Para a posição deitada dos animais, maiores frequências foram obtidas durante o período de seca do que naquele de chuva, com semelhança entre turnos durante o período de chuva (21,5%, em média), e maior frequência no turno da manhã (41%) do que no turno da tarde (30%) durante o período de seca. De forma inversa, a frequência de animais na posição em pé também foi maior durante o período de chuva do que naquele de seca, com semelhança entre os turnos da manhã e da tarde durante o período de chuva (78,5%, em média), e maior no turno da tarde (69%) do que naquele da manhã (59%) durante o período de seca.

Com base na interação tripla significativa para deslocamento (Tabela 8), este variou em função de sistema silvipastoril, período do ano e turno, contudo constatou-se que a frequência de animais em deslocamento sempre muito baixa (até 6,3%) durante o período experimental. As maiores frequências foram observadas no sistema com aceroleira durante período de seca e no turno da tarde (6,3%, correspondente a 48 min) e, no sistema com cajazeira, durante o período de chuva, também a tarde (4,2%, correspondente a 30 min) (Tabela 15).

**Tabela 15.** Frequência (%) de bezerros de gado leiteiro na atividade de deslocamento em sistemas silvipastoris de Tifiton-85 com aceroleira, cajazeira, cajueiros var. CCP76 e EMB51, e goiabeira, durante os períodos de chuva e seca e os turnos da manhã e tarde, em Sinop - MT.

Turno	Sistema silvipastoril					Média
	Aceroleira	Cajazeira	Caj.CCP76	Caj.EMB51	Goiabeira	
Período de chuva (% dos animais)						
Manhã	1,3 aA	0,0 bB	0,0 bA	0,0 bA	0,0 bA	0,3 b''B''
Tarde	2,7 abA	4,2 aA	0,0 bA	2,0 abA	0,7 bA	2,0 a''A''
Média	2,0 a`A`	2,1 a`A`	0,0 b`B`	1,0 ab`A`	0,3 ab`B`	1,1 B'''
Período de seca (% dos animais)						
Manhã	0,7 bB	0,7 bA	3,3 aA	1,3 abA	1,3 abA	1,5 a''B''
Tarde	6,3 aA	0,7 cA	0,7 cB	2,7 bcA	3,5 bA	2,8 a''A''
Média	3,5 a`A`	0,7 b`A`	2,0 ab`A`	2,0 ab`A`	2,4 ab`A`	2,1 A'''
Média Anual (% dos animais)						
Manhã	1,0 aB	0,3 aB	1,7 aA	0,7 aA	0,7 aA	0,9 B''
Tarde	4,5 aA	2,5 bA	0,3 cA	2,3 bA	2,1 bA	2,3 A''
Média Geral	2,8 a	1,4 b	1,0 b	1,5 b	1,4 b	

Letras maiúsculas e minúsculas comparam médias entre linhas e entre colunas, respectivamente.  $EPM_{Deslocamento}=1,6$ .

Na análise individualizada por sistema silvipastoril, houve efeito de interação entre sistema silvipastoril e o horário do dia para as atividades de alimentação ( $P=0,0018$ ), ruminação ( $P=0,0071$ ), ócio ( $P=0,0014$ ), ramoneio ( $P=0,0123$ ) e deslocamento ( $P=0,0062$ ) no período de chuva; e de interação entre sistema silvipastoril e horário do dia para as atividades de alimentação ( $P<0,0001$ ), ruminação ( $P=0,0528$ ), ócio ( $P=0,0007$ ), visita ao bebedouro ( $P=0,0007$ ) e deslocamento ( $P=0,0173$ ) no período de seca. Somente houve efeito de sistema silvipastoril para a atividade de ramoneio ( $P=0,0093$ ) no período de seca.

No sistema silvipastoril com aceroleira, a atividade de alimentação prevaleceu das 6:00 (início das avaliações) até 08:00, quando então foi substituída por ócio e ruminação, seguido de novo retorno à alimentação às 12:00, e posterior alternância com ruminação novamente até às 14:00 (Figura 27). Entre 14:00 e 17:30, a atividade de alimentação foi novamente predominante.

**Figura 27.** Frequência de animais nas atividades de alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, visita ao bebedouro e em deslocamento de bezerros de rebanho leiteiro em sistemas silvipastoris com Tifton-85 e aceroleira var. Sertaneja no período de chuva, em Sinop - MT. Alimentação:  $P_{HXA}=0,0018$  e  $EPM_{HXA}=23,7$ ; Ruminação:  $P_{HXA}=0,0071$  e  $EPM_{HXA}=12,9$ ; Ócio:  $P_{HXA}=0,0014$  e  $EPM_{HXA}=17,7$ ; Ramoneio:  $P_{HXA}=0,0123$  e  $EPM_{HXA}=4,9$ ; Bebedouro:  $P_{HXA}=0,1336$  e  $EPM_{HXA}=4,3$  e Deslocamento:  $P_{HXA}=0,0062$  e  $EPM_{HXA}=4,6$ . ( $P_{HXA}=P_{valor}$  interação Hora x Atividade; EPM = Erro Padrão da Média).

A atividade de ócio foi mais concentrada entre 07:30 e 12:00, com picos esporádicos às 15:30 e 18:00 (Figura 27). A atividade de ruminação foi iniciada na primeira hora de avaliação (06:00), com a frequência de 17% dos animais, porém com menor representatividade do que a atividade de alimentação (85%). As atividades de ramoneio, visita ao bebedouro e deslocamento ficaram distribuídas entre 09:30 e 17:00, com picos da atividade de ramoneio, com 17% dos animais nessa atividade às 12:00 e 8% às 15:00.

No período de seca, a alimentação ocorreu com maior frequência nos intervalos entre 08:00 e 10:00 e 14:30 e 18:00, sendo que 100% dos animais estavam em alimentação às 09:30 e às 17:00 (Figura 28). A ruminação foi mais concentrada entre 10:30 e 13:30, sendo superior (50%) em relação às demais atividades neste intervalo de tempo. Nos demais horários, a atividade mais frequente foi o ócio, enquanto que aquela de ramoneio ficou distribuída em vários horários ao longo do dia (07:00, 08:30, 15:30, 17:30, 19:00), em substituição à alimentação. Foram observadas as atividades de deslocamento às 07:30 e entre 14:30 e 18:00 e, visita ao bebedouro, às 10:30 e às 16:00.

**Figura 28.** Frequência de animais nas atividades de alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, visita ao bebedouro e em deslocamento de bezerros de rebanho leiteiro em sistemas silvipastoris com aceroleira var. Sertaneja no período de seca, em Sinop - MT. Alimentação:  $P_{HXA} < 0,0001$  e  $EPM_{HXA} = 21,5$ ; Ruminação:  $P_{HXA} = 0,0528$  e  $EPM_{HXA} = 13,9$ ; Ócio:  $P_{HXA} = 0,0007$  e  $EPM_{HXA} = 20,5$ ; Ramoneio:  $P_{HXA} = 0,5102$  e  $EPM_{HXA} = 4,2$ ; Bebedouro:  $P_{HXA} = 0,0007$  e  $EPM_{HXA} = 5,2$ ; Deslocamento:  $P_{HXA} = 0,0173$  e  $EPM_{HXA} = 6,9$ . ( $P_{HXA} = P_{valor}$  interação Hora x atividade,  $EPM =$  Erro padrão médio). Destacado em vermelho, o período de fornecimento da silagem.

Durante o período de chuva, nos sistemas com cajazeira, houve predominância de animais na atividade de alimentação ao longo do dia, com raras ocorrências inferiores a 50% dos animais às 07:30, 12:00 e 18:00, quando se alternou com a atividade de ruminação e ócio (Figura 29). Somente em três horários do dia (07:30, 12:00 e 18:00), a frequência de animais nas atividades de ócio e ruminação foi superior àquela de alimentação. Ruminação, ócio e as demais atividades foram secundárias nas horas mais quentes do dia, com picos entre às 10:00 e 15:30, mas sem ultrapassar 50% dos animais em quaisquer dessas atividades. Houve visita ao bebedouro às 11:30, 13:00 e 14:30 (horas mais quentes do dia), com deslocamentos verificados entre 12:30 e 15:00, porém em baixas frequências.

**Figura 29.** Frequência de animais nas atividades de alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, visita ao bebedouro e em deslocamento de bezerros de rebanho leiteiro em sistemas silvipastoris com cajazeiras no período de chuva, em Sinop - MT. Alimentação:  $P_{HxA}=0,0018$  e  $EPM_{HxA}=23,7$ ; Ruminação:  $P_{HxA}=0,0071$  e  $EPM_{HxA}=12,9$ ; Ócio:  $P_{HxA}=0,0014$  e  $EPM_{HxA}=17,7$ ; Ramoneio:  $P_{HxA}=0,0123$  e  $EPM_{HxA}=4,9$ ; Bebedouro:  $P_{HxA}=0,1336$  e  $EPM_{HxA}=4,3$  e Deslocamento:  $P_{HxA}=0,0062$  e  $EPM_{HxA}=4,6$ . ( $P_{HxA}=P_{valor}$  interação Hora x Atividade; EPM = Erro Padrão da Média).

No sistema com a cajazeira, durante o período de seca, os animais realizaram principalmente as atividades de alimentação e ócio, sendo a atividade de alimentação exercida com maior frequência das 09:30 às 13:00 e das 14:30 às 18:00, com 70 a 100% dos animais nesta atividade (Figura 30). Já nas primeiras horas de avaliação (das 06:00 às 08:30), parte dos animais (8 a 38%) estavam em ruminação, enquanto o ócio foi a atividade prevalecente às 06:30 e às 14:00, com mais de 80% dos animais nesta atividade. Não foi verificada atividade de ramoneio pelos animais para o sistema com esta fruteira, em qualquer dos períodos. Observou-se maior frequência de visita ao bebedouro neste período, com ocorrências menores de 20% dos animais às 09:00 e 16:00.

**Figura 30.** Frequência de animais nas atividades de alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, visita ao bebedouro e em deslocamento de bezerros de rebanho leiteiro em sistemas silvipastoris com cajazeiras no período de seca, em Sinop - MT. Alimentação:  $P_{HXA} < 0,0001$  e  $EPM_{HXA} = 21,5$ ; Ruminação:  $P_{HXA} = 0,0528$  e  $EPM_{HXA} = 13,9$ ; Ócio:  $P_{HXA} = 0,0007$  e  $EPM_{HXA} = 20,5$ ; Ramoneio:  $P_{HXA} = 0,5102$  e  $EPM_{HXA} = 4,2$ ; Bebedouro:  $P_{HXA} = 0,0007$  e  $EPM_{HXA} = 5,2$ ; Deslocamento:  $P_{HXA} = 0,0173$  e  $EPM_{HXA} = 6,9$ . ( $P_{HXA} = P_{\text{valor}}$  interação Hora x atividade,  $EPM = \text{Erro padrão médio}$ ). Destacado em vermelho, o período de fornecimento da silagem.

No sistema com cajueiro CCP76, durante o período de chuva, os bezerros alternavam sua rotina entre as principais atividades de alimentação, ócio e ruminação (Figura 31). Das 06:00 às 07:00, a atividade de alimentação foi predominante e, a partir desse horário até às 13:00, alternavam com a atividade de ócio sendo que, esporadicamente e sob baixa frequência, alternavam com a ruminação. A alimentação voltou a ser atividade predominante pelos animais das 13:30 até às 17:30, enquanto o ócio foi observado com maior frequência das 07:30 às 12:00, superando a alimentação às 07:30, 09:00 e 10:30. A atividade de ruminação foi realizada entre 07:30 e 08:00 e, posteriormente, entre 10:30 e 15:00. Foi observada atividade de ramoneio logo nas primeiras observações (07:00), e por mais vezes durante o dia (14:30 e 15:00). Foram verificadas visitas ao bebedouro às 10:30, 11:30 e 16:00.

**Figura 31.** Frequência de animais nas atividades de alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, visita ao bebedouro e em deslocamento de bezerros de rebanho leiteiro em sistemas silvipastoris com cajueiros var. CCP76 no período de chuva, em Sinop - MT. Alimentação:  $P_{HxA}=0,0018$  e  $EPM_{HxA}=23,7$ ; Ruminação:  $P_{HxA}=0,0071$  e  $EPM_{HxA}=12,9$ ; Ócio:  $P_{HxA}=0,0014$  e  $EPM_{HxA}=17,7$ ; Ramoneio:  $P_{HxA}=0,0123$  e  $EPM_{HxA}=4,9$ ; Bebedouro:  $P_{HxA}=0,1336$  e  $EPM_{HxA}=4,3$  e Deslocamento:  $P_{HxA}=0,0062$  e  $EPM_{HxA}=4,6$ . ( $P_{HxA}=P_{valor}$  interação Hora x Atividade; EPM = Erro Padrão da Média).

Para o sistema com cajueiro CCP76, durante o período de seca, os animais apresentaram maior frequência de alimentação a partir das 09:30 e perdurando pelo período de uma hora (Figura 32). A partir das 10:30, a atividade de alimentação foi substituída pela ruminação e ócio, oscilando entre as três atividades até 15:30. Das 16:30 até o final do horário de avaliação (18:00), a atividade de alimentação foi realizada por 100% dos animais. A atividade de ócio começou a ser superior às demais na primeira hora de avaliação (6:00), sendo essa a mais exercida até 09:00, a partir da qual foi substituída pela alimentação. O ócio voltou a ser mais frequente das 13:30 às 16:00. A atividade de deslocamento foi realizada às 06:30, e após isso, no horário mais quente do dia (entre 11:00 e 12:00). Houve maior frequência de visita ao bebedouro às 13:00 e 14:30.

**Figura 32.** Frequência de animais nas atividades de alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, visita ao bebedouro e em deslocamento no período de seca de bezerros de rebanho leiteiro em sistemas silvipastoris com cajueiros var. CCP76 no período de seca, em Sinop - MT. Alimentação:  $P_{HxA} < 0,0001$  e  $EPM_{HxA} = 21,5$ ; Ruminação:  $P_{HxA} = 0,0528$  e  $EPM_{HxA} = 13,9$ ; Ócio:  $P_{HxA} = 0,0007$  e  $EPM_{HxA} = 20,5$ ; Ramoneio:  $P_{HxA} = 0,5102$  e  $EPM_{HxA} = 4,2$ ; Bebedouro:  $P_{HxA} = 0,0007$  e  $EPM_{HxA} = 5,2$ ; Deslocamento:  $P_{HxA} = 0,0173$  e  $EPM_{HxA} = 6,9$ . ( $P_{HxA} = P_{valor}$  interação Hora x atividade,  $EPM =$  Erro padrão médio). Destacado em vermelho, o período de fornecimento da silagem.

No sistema com cajueiro EMB51, durante o período de chuva, as maiores frequências de animais na atividade de alimentação foram concentradas no turno da manhã (6:00 às 8:00), à tarde (14:00 às 17:30) e um pico às 12:00 (Figura 33). O pico de ruminação ocorreu às 13:00, com alguns animais ruminando ao longo do dia, principalmente nas horas mais quentes (entre 09:00 e 15:30). A frequência de ócio ocorreu marcadamente de forma inversa aos momentos de alimentação, com maior frequência nas horas mais quentes do dia. Entre 11:30 e 12:30, houve atividade de ramoneio do cajueiro, porém com poucas e eventuais concentrações de animais.

**Figura 33.** Frequência de animais nas atividades de alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, visita ao bebedouro e em deslocamento de bezerros de rebanho leiteiro em sistemas silvipastoris com cajueiros var. EMB51 no período de chuva, em Sinop - MT. Alimentação:  $P_{HxA}=0,0018$  e  $EPM_{HxA}=23,7$ ; Ruminação:  $P_{HxA}=0,0071$  e  $EPM_{HxA}=12,9$ ; Ócio:  $P_{HxA}=0,0014$  e  $EPM_{HxA}=17,7$ ; Ramoneio:  $P_{HxA}=0,0123$  e  $EPM_{HxA}=4,9$ ; Bebedouro:  $P_{HxA}=0,1336$  e  $EPM_{HxA}=4,3$  e Deslocamento:  $P_{HxA}=0,0062$  e  $EPM_{HxA}=4,6$ . ( $P_{HxA}=P_{valor}$  interação Hora x Atividade; EPM = Erro Padrão da Média).

No período de seca, os animais alimentaram-se por algumas horas do dia, entre 8:00 e 11:30 e mais tarde das 15:00 às 18:00, quando foram registradas as maiores frequências da atividade de alimentação no sistema com cajueiro EMB51 (Figura 34). A atividade de ruminação ocorreu das 10:30 às 15:00, com frequência de 20 a 50% dos animais durante estes horários. Maiores frequências de animais em ócio foram verificadas quando alternadas as atividades de alimentação, com alguns animais exercendo ramoneio entre 6:30 e 7:00 e, deslocando e visitando o bebedouro, entre 11:30 e 13:00.

**Figura 34.** Frequência de animais nas atividades de alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, visita ao bebedouro e em deslocamento de bezerros de rebanho leiteiro em sistemas silvipastoris com cajueiros var. EMB51 no período de seca, em Sinop - MT. Alimentação:  $P_{HxA} < 0,0001$  e  $EPM_{HxA} = 21,5$ ; Ruminação:  $P_{HxA} = 0,0528$  e  $EPM_{HxA} = 13,9$ ; Ócio:  $P_{HxA} = 0,0007$  e  $EPM_{HxA} = 20,5$ ; Ramoneio:  $P_{HxA} = 0,5102$  e  $EPM_{HxA} = 4,2$ ; Bebedouro:  $P_{HxA} = 0,0007$  e  $EPM_{HxA} = 5,2$ ; Deslocamento:  $P_{HxA} = 0,0173$  e  $EPM_{HxA} = 6,9$ . ( $P_{HxA} = P_{\text{valor}}$  interação Hora x atividade,  $EPM = \text{Erro padrão médio}$ ). Destacado em vermelho, o período de fornecimento da silagem.

No silvipastoril com goiabeira, durante o período de chuva, os animais realizaram a atividade de alimentação distribuídas ao longo do dia e sempre em maior frequência em relação às demais atividades, sendo inferior ao ócio somente às 10:30 e 18:00 e à ruminação às 13:00 (Figura 35). Foi observado mais de 30% dos animais em ruminação já na primeira hora de avaliação (06:00). Contudo, a atividade de ruminação só voltou a ser realizada com maior frequência nos horários mais quentes do dia (entre 10:00 e 13:00). A frequência de ócio, constantemente inferior à de alimentação, teve superioridade em picos esporádicos de frequência às 10:30 e 18:00. As atividades de ramoneio e deslocamento foram observadas apenas em um horário (uma vez) ao longo do dia (às 10:30 e 17:00, respectivamente), e nenhuma visita ao bebedouro foi observada para este sistema neste período.

**Figura 35.** Frequência de animais nas atividades de alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, visita ao bebedouro e em deslocamento de bezerros de rebanho leiteiro em sistemas silvipastoris com goiabeiras var. Paluma no período de chuva, em Sinop - MT. Alimentação:  $P_{HxA}=0,0018$  e  $EPM_{HxA}=23,7$ ; Ruminação:  $P_{HxA}=0,0071$  e  $EPM_{HxA}=12,9$ ; Ócio:  $P_{HxA}=0,0014$  e  $EPM_{HxA}=17,7$ ; Ramoneio:  $P_{HxA}=0,0123$  e  $EPM_{HxA}=4,9$ ; Bebedouro:  $P_{HxA}=0,1336$  e  $EPM_{HxA}=4,3$  e Deslocamento:  $P_{HxA}=0,0062$  e  $EPM_{HxA}=4,6$ . ( $P_{HxA}=P_{valor}$  interação Hora x Atividade; EPM = Erro Padrão da Média).

Uma alternância entre as atividades de alimentação e ócio foi observada nos primeiros horários de avaliação, no sistema com goiabeira no período de seca, sendo iniciada com 100% dos animais em ócio (06:00), seguida por metade dos animais em ócio, e metade alimentando-se às 06:30 (Figura 36). Até 08:30, a maioria dos animais exerceu a atividade de ócio, e partir desde horário alternaram para a alimentação até as 10:30, quando iniciaram a ruminação. Entre 11:00 e 12:30, houve uma alternância entre as atividades de ócio e ruminação, quando paralisaram a atividade de alimentação. Da metade para o final da tarde, entre 14:30 e 17:30, a visita ao bebedouro e o deslocamento começaram a ser realizados. Nas últimas horas de avaliação (das 16:00 às 18:00) houve nova e elevada frequência da atividade de alimentação (100% às 17:00), seguido por queda dessa atividade e ascensão da frequência em ócio no final do dia (18:00).

**Figura 36.** Frequência de animais nas atividades de alimentação, ruminação, ócio, ramoneio, visita ao bebedouro e em deslocamento de bezerros de rebanho leiteiro em sistemas silvipastoris com goiabeiras var. Paluma no período de seca, em Sinop - MT. Alimentação:  $P_{HxA} < 0,0001$  e  $EPM_{HxA} = 21,5$ ; Ruminação:  $P_{HxA} = 0,0528$  e  $EPM_{HxA} = 13,9$ ; Ócio:  $P_{HxA} = 0,0007$  e  $EPM_{HxA} = 20,5$ ; Ramoneio:  $P_{HxA} = 0,5102$  e  $EPM_{HxA} = 4,2$ ; Bebedouro:  $P_{HxA} = 0,0007$  e  $EPM_{HxA} = 5,2$ ; Deslocamento:  $P_{HxA} = 0,0173$  e  $EPM_{HxA} = 6,9$ . ( $P_{HxA} = P_{valor}$  interação Hora x atividade,  $EPM =$  Erro padrão médio). Destacado em vermelho, o período de fornecimento da silagem.

O ramoneio da aceroleira foi mais intenso ao longo do dia (2,5% dos animais) do que nas demais fruteiras (0,34%, em média) dos sistemas silvipastoris durante o período de seca, sendo 635% superior na aceroleira do que nas demais fruteiras (Figura 37).

**Figura 37.** Frequência da atividade de ramoneio nas fruteiras aceroleira, cajazeira, cajueiro CCP76, cajueiro EMB51 e goiabeira, por bezerros de rebanho leiteiro, em sistemas silvipastoris com Tifton-85, no período de seca, em Sinop - MT.  $P_{SSP} = 0,0093$ . ( $P_{SSP} = P_{valor}$  Sistema Silvipastoril).

## 4.4 Interação Animal – Árvore

### 4.4.1 Danos às fruteiras

O convívio dos bezerros com as fruteiras promoveu danos que foram dependentes somente do sistema silvipastoril ( $P=0,0013$ ). Os cajueiros foram as fruteiras que sofreram maiores danos (cajueiro CCP76 com 3,7 e cajueiro EMB51 com 4,3), seguidos pela aceroleira (3,0), enquanto que para cajazeira e goiabeira foram verificados os menores danos (1,3 e 1,7, respectivamente) (Figura 38).

**Figura 38.** Grau de danos causados por bezerros de rebanho leiteiro às fruteiras consorciadas com Tifton-85 nos sistemas silvipastoris, de janeiro a julho de 2018, em Sinop - MT.  $P_{SSP}=0,0013$ . ( $P_{SSP}=P_{valor}$  Sistema Silvipastoril).

Na análise do grau de dano causado após adoção de nova metodologia de “impacto de dano à fruteira”, houve efeito apenas de sistema silvipastoril ( $P<0,0001$ ). A aceroleira foi a fruteira mais impactada negativamente (-2,4) quanto a sua arquitetura, enquanto os cajueiros e a cajazeira não foram afetados pelos danos causados pelos animais (-0,1; em média), e a goiabeira foi impactada positivamente (0,9) (Figura 39).

**Figura 39.** Impacto de danos às fruteiras de sistemas silvipastoris consorciados com Tifton-85, causado por bezerros de rebanho leiteiro, de janeiro a julho de 2018, em Sinop - MT.  $P_{SSP} < 0,0001$ . ( $P_{SSP} = P_{valor}$  Sistema Silvipastoril).

## 5 DISCUSSÃO

A cajazeira sobressaiu-se dentre as demais fruteiras dos sistemas silvipastoris pelo seu rápido crescimento destacado pelos maiores valores de altura de árvore, diâmetro de tronco, altura de fuste e volume de copa ao final do experimento (Figuras 11, 12, 13 e 16). Considerando que todas as mudas de fruteiras foram plantadas durante os períodos de chuva de 2013 e 2014, quando possuíam altura de árvore e diâmetro de tronco semelhantes, a cajazeira se destacou como a fruteira com maior crescimento dentre as demais. Isso foi devido às características de cada fruteira, pois enquanto a cajazeira pode alcançar altura de árvore adulta entre 20 e 30 m de altura, os cajueiros CCP76 e EMB51 (variedades anãs) caracterizam-se pela altura adulta de 4 m, enquanto a goiabeira (árvore de porte médio) apresenta de 3 a 5 m de altura média, e a aceroleira alcança de 2,0 a 2,5 m de altura (ARAÚJO & MINAMI, 1994; GONZAGA NETO & BEZERRA, 2000; SANTOS-SEREJO, 2009). Assim, apesar de ao quarto ano de idade (período de chuva/2018), as árvores de aceroleira também apresentaram altura de árvore adulta muito próxima àquela descrita na literatura, de 2,0 a 2,5 m de altura (GONZAGA NETO & BEZERRA, 2000) (Figura 11), essas foram as fruteiras com menor altura. Ambos os cajueiros e a goiabeira também alcançaram tamanho muito próximo de árvore adulta (3,8 m em média e 3,45 m, respectivamente) já aos 42 meses pós-plantio (período de seca/2017) (Figura 11).

Outro ponto de interesse relacionou-se a produção de frutos. Aceroleira, cajueiros e goiabeira iniciaram a produção de frutos entre o segundo e terceiro ano pós plantio. A precocidade destas fruteiras comparadas a cajazeira (que não produziu frutos até o final do experimento no período de seca/2018, com 54 meses), se deve ao meio de propagação de suas mudas, pois enquanto as mudas de cajazeira foram obtidas por propagação de sementes, as demais fruteiras foram produzidas por mudas provenientes de enxertia, o que via de regra determina crescimento e desenvolvimento mais acelerado das fruteiras, além de mais rápida produção de frutos (CALVETE & TESSARO, 2008; GUERRA, 2011; VIEIRA, 2019).

Os diâmetros de tronco (Figura 12) de todas as fruteiras do experimento, consorciadas em sistemas silvipastoris, foram superiores àqueles reportados por Paiva et al. (2006). Ademais, o diâmetro de tronco apresentou resposta similar à altura de árvore, uma vez que são correlacionados, conforme descrito por Wink et al. (2012). Vale ressaltar que, quando os animais foram introduzidos aos sistemas silvipastoris, exceto a aceroleira, as demais fruteiras já possuíam diâmetro de tronco acima de 6,2 cm, valor este utilizado como parâmetro mínimo para entrada dos animais (mesmo aqueles de pequeno porte) nos sistemas silvipastoris devido a possibilidade de ocorrência de danos irreparáveis às fruteiras quando feita sob menores valores (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2012). Assim, considerando exclusivamente esta variável, constata-se que os animais já poderiam ter sido inseridos aos sistemas silvipastoris no período de chuva/2017, exceto naquele com aceroleira.

A menor altura de fuste da aceroleira (Figura 13) permitiu o acesso dos animais e ao consequente dano causado por estes às suas copas pela atividade de ramoneio. Neste sentido, considerando que aos três meses de idade os bezerros já apresentam 1,0 m de altura de cernelha, em média (ZANOTTI et al., 2015), a aceroleira caracterizou-se como fruteira de fácil acesso, realização do ramoneio e demais danos causados pelos animais neste sistema silvipastoril, uma vez que foi verificado 0,25 m de altura média de seu fuste (Figura 13).

Portanto, o maior crescimento da cajazeira ocorreu devido ao seu maior porte adulto em relação às demais, enquanto os cajueiros e a goiabeira caracterizaram-se como fruteiras intermediárias, e a aceroleira aquela de menor porte dentre todas, como já também constatado na literatura (ARAÚJO & MINAMI, 1994; PAIVA et al., 2006; SANTOS-SEREJO, 2009).

Verificou-se que, mesmo com maior altura de árvore, diâmetro de tronco, altura de fuste e volume de copa ao final do experimento, a cajazeira não apresentou crescimento contínuo do

perímetro, área de projeção e volume de copa durante todo o período experimental (Figuras 14, 15 e 16). De forma geral, estas variáveis aumentaram nos períodos de chuva e reduziram com maior intensidade nos períodos de seca para a cajazeira. Este padrão específico de resposta desta fruteira em relação às demais é devido ao fato desta fruteira ser caducifólia e que, além da abscisão de folhas, flores e frutos, também ocorria a senescência de alguns de seus ramos durante os períodos de seca. Assim, apesar de possuir copa ampla durante o período de chuva, esta foi drasticamente reduzida durante os períodos de seca (Figuras 14, 15 e 16), como já descrito por Souza et al. (2012), o que determinou a grande variação verificada nas variáveis de copa (perímetro, área de projeção e volume de copa) entre os períodos de chuva e seca para a cajazeira. Já as demais fruteiras, de forma diferenciada à cajazeira, apresentaram crescimento constante, denotado pelo aumento contínuo verificado durante o período experimental, independente dos períodos de chuva ou de seca. Somado a isso, destaca-se que o padrão dos dados de perímetro, área de projeção e volume de copa (Figuras 14, 15 e 16) foi similar, como esperado, uma vez que são variáveis interdependentes do diâmetro médio de copa (DURLO & DENARDI, 1998; WINK et al., 2012). Em árvores de *Araucaria angustifolia*, a área de projeção copa e o volume de copa foram as variáveis de maior correlação com o diâmetro de copa ( $r=0,97$  e  $0,75$ , respectivamente) (SILVA et al., 2017). Assim, aumentos no diâmetro de copa são relacionadas diretamente e de maneira positiva com o incremento volumétrico (área de projeção e volume de copa).

Sabe-se que a arquitetura das copas influencia diretamente o ambiente luminoso sob as fruteiras (CASTRO et al., 1999; SALLES & BUCKERIDGE, 2014). Portanto, o conhecimento das variáveis índice de área foliar e interceptação luminosa, além do perímetro, área de projeção e volume das copas das fruteiras, são fundamentais, pois permitem o planejamento da condução do componente arbóreo, uma vez que são caracterizadores da capacidade de interceptar luz de uma copa e, conseqüentemente, demonstram sua habilidade em promover sombra, fundamental em sistemas silvipastoris (SALLES & BUCKERIDGE, 2014; FEY et al., 2015). Neste foco, a cajazeira, mesmo com crescimento constante em tamanho (altura e diâmetro de tronco) durante o experimento (Figuras 11 e 12), apresentou grande redução de seu índice de área foliar e interceptação luminosa durante os períodos de seca (Figuras 17 e 18), assim como do perímetro, da área de projeção e do volume de copa (Figuras 14, 15 e 16), devido ao hábito caducifólio (SOUZA et al., 2012). Como consequência, disponibilizou menos sombra nos períodos de seca de 2015 e de 2017, o que ocorreu novamente no período de seca/2018, caracterizando um padrão de resposta desta fruteira nesse período no norte do Mato Grosso.

Já as reduções do índice de área foliar e interceptação luminosa da goiabeira no período de seca/2017 (Figuras 17 e 18) ocorreram devido ao ataque do besouro-da-goiabeira que se alimenta do limbo foliar, deixando-as com um rendilhado parcial ou total (GUERRA, 2008), afetando as folhas das fruteiras e reduzindo, conseqüentemente, as variáveis ligadas à arquitetura de copa (perímetro, área de projeção, índice de área foliar e interceptação luminosa) (Figuras 14, 15, 17 e 18).

Apesar de não ser caducifólia, a aceroleira também apresentou queda de folhas no período de seca/2017, com conseqüente redução no índice de área foliar e interceptação luminosa (Figuras 17 e 18), devido ao estresse hídrico verificado neste mesmo período (Figuras 4 e 5). Nesse sentido, Alves et al. (2009) citaram que em regiões com baixa pluviometria, como neste caso da região em estudo, ocorre normalmente queda de folhas das aceroleiras na estação seca, com posterior recuperação da área foliar no período de chuva. Deve-se considerar que na região de Sinop - MT, o período de seca é caracterizado pela escassez de chuva e que, além disso, a seca foi mais severa em 2017 do que em 2016 e 2018 (Figura 4 e 5), pois nos três meses de seca mais intensa (junho, julho e agosto) as precipitações acumuladas foram de 23,5 e 19,6 mm, respectivamente em 2016 e 2018, enquanto que em 2017, esta precipitação acumulada foi de apenas 1,9 mm.

Apesar de também ter ocorrido redução do índice de área foliar para o cajueiro EMB51 no período de seca/2017 (Figura 17), não foi verificada redução na interceptação luminosa correspondente (Figura 18). Isto ocorreu porque não somente o índice de área foliar é contabilizado para o cálculo da interceptação luminosa, mas também o ângulo das folhas, que não altera o índice de área foliar, mas sim a interceptação luminosa (PEDREIRA et al., 2001). Somado a isso, ambas as variedades de cajueiro (EMB51 e CCP76) apresentaram menores variações dos valores de índice de área foliar em relação às demais fruteiras durante o experimento. Estas também foram as únicas fruteiras nas quais houve aumentos na interceptação luminosa durante o período de seca, constatadas no cajueiro CCP76 durante o período de seca/2017 e no cajueiro EMB51 durante o período de seca/2018. Possivelmente, este padrão de resposta foi devido à constatada rusticidade desta fruteira, nativa e adaptada ao déficit hídrico desta região (CRISÓSTOMO et al., 2009; SANTOS-SEREJO, 2009).

Já para a goiabeira, ao final do experimento, no período de seca/2018, os valores de IAF e IL foram 3,3 e 89,3%, respectivamente, sendo superiores em 150 e 50%, nessa ordem, em relação média às demais fruteiras. Como a goiabeira não tinha se destacado em relação às demais fruteiras anteriormente ao período de chuva/2018 (Figuras 17 e 18), possivelmente, ao alcançar idade adulta, seu sistema radicular pode ter se desenvolvido o suficiente para suportar a necessidade hídrica desta fruteira em períodos mais secos, o que pode ter evitado a queda de folhas em períodos subsequentes ao estresse hídrico (GUERRA, 2011), caracterizando-a como uma fruteira rústica e adaptada (NATALE et al., 2009). No período de seca/2017, isto pode ter ocorrido também com o cajueiro CCP76, fruteira também nativa e adaptada às condições edafoclimáticas da região e que apresenta raízes laterais que podem atingir até 20 m de distância do tronco (VIDAL NETO et al., 1995).

Vale destacar que, em regiões onde o inverno é seco e quente, como no norte de Mato Grosso, o fornecimento de sombra aos animais deve ser um dos principais objetivos dos sistemas silvipastoris estabelecidos, independente dos períodos de chuva ou seca. Isso porque, independente do período, há altas temperaturas e alta radiação solar global (Figuras 3 e 4) e, durante o período de seca, são adicionados ainda a baixa umidade relativa do ar (Figura 3) e as maiores velocidades dos ventos, além da não ocorrência de nuvens (EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL 2019; INMET 2019). Em conjunto, estes fatores potencializam os efeitos depressivos do estresse térmico (ABLAS et al., 2007; MAGALHÃES et al., 2011). Assim, deve-se considerar que as árvores dos cajueiros foram aquelas que apresentaram copa fornecedora de sombra sob níveis médios (50 a 60% de interceptação luminosa) e com maior constância (menor variação de sombra) entre os períodos de chuva e seca em relação às demais fruteiras, durante o período de avaliação (Figura 18). Já a cajazeira não apresentou este padrão de resposta de constância de sombra de suas árvores entre os períodos de chuva e seca, como já abordado e, portanto, não proporcionou sombra aos animais durante o ano todo (sobretudo nos períodos de seca), nos primeiros cinco anos de vida. Por outro lado, as árvores de goiabeira apresentaram uma copa bastante fechada, o que proporcionou um ambiente mais sombreado para os animais, mas também apresentaram variação de sua sombra entre os períodos de chuva e seca de 2015 a 2017, exceto para aquele de 2018, quando foi muito superior às demais fruteiras em relação à interceptação luminosa (Figuras 17 e 18). Contudo, cabe lembrar que uma sombra mais densa, principalmente nos períodos de chuva, pode inibir demasiadamente o crescimento forrageiro dependendo do nível do adensamento, devido tanto a quantidade como a qualidade da luz incidente sobre o pasto (FERREIRA et al., 2010; PACIULLO et al., 2011a).

A maior quantidade de comprimentos de onda com 446, 464, 500 e 578 nm (anil, azul, verde e amarelo) verificados no período de seca/2017 incidentes sobre o dossel forrageiro (Figura 19), ou seja, que ultrapassaram a copa das fruteiras, ocorreu devido aos menores valores de índice de área foliar e de interceptação luminosa das fruteiras neste período, principalmente para aceroleira, cajazeira e goiabeira (Figura 17 e 18), em função de seus portes,

desenvolvimento e características agronômicas (SOUZA et al., 2012) somado ao expressivo déficit hídrico verificado (Figuras 4 e 5) (ALVES et al., 2009; CRISÓSTOMO et al., 2009; NATALE et al., 2009). Destaca-se que este foi o único período em que houve aumento expressivo da incidência destes comprimentos de onda após o início e durante o experimento, razão pela qual fica evidenciada a forte influência e importância da consideração das condições climáticas e das características agronômicas intrínsecas de cada fruteira para o planejamento e utilização em sistemas silvipastoris.

A partir de 2018, não houve mais diferença entre os períodos de chuva e seca para incidência dos comprimentos de onda sob o extrato arbóreo dos sistemas silvipastoris, evidenciando que após a idade adulta das fruteiras, mesmo que a quantidade de luz interceptada seja alterada (Figura 18), sua qualidade não sofre alterações (Figura 19). Porém, Rodrigues et al. (2014), trabalhando com *Urochloa decumbens* em consórcio com eucalipto, verificaram que as alterações no índice de área foliar alteraram os comprimentos de onda azul, verde e vermelho, assim como a relação vermelho/vermelho extremo (V/Ve).

A maior quantidade de comprimentos de onda incidente no dossel forrageiro durante o período de chuva/2015 em relação aos demais (Figura 19) foi devido ao menor tamanho e conformação das fruteiras, com menor ocupação do espaço disponível na área ao início do experimento, ainda em fase jovem e de crescimento, com baixo índice de área foliar e interceptação luminosa (Figuras 17 e 18). Com o crescimento e desenvolvimento arbóreo das fruteiras, houve conseqüente aumento da interceptação luminosa, que resultou em redução constante da quantidade de todos comprimentos de onda incidentes sobre o pasto sob as copas das fruteiras ao longo do período experimental, exceto para o período de seca/ 2017, no qual o déficit hídrico mais severo (Figuras 4 e 5) e pode ter causado a queda mais intensa das folhas de algumas fruteiras que não somente aquelas caducifólias (como para aceroleira), bem como o ataque de pragas (na goiabeira), fenômenos já descritos anteriormente e que determinaram menores valores de índice de área foliar e interceptação luminosa (Figura 17 e 18) e maior incidência de todos os comprimentos de onda do espectro luminoso neste mesmo período de seca/2017 em relação aos demais, após aquele de chuva de 2015 (Figura 19). Vale destacar que essa redução foi proporcionalmente mais intensa para os comprimentos de onda 446 nm (anil), 464 nm (azul), 500 nm (verde) e 578 nm (amarelo), e menos para aqueles de 645 e 735 nm (vermelho e vermelho extremo, respectivamente). Sabe-se que o comprimento de onda de 645 nm (vermelho) é um espectro de luz muito próximo do máximo de absorvância, tanto da clorofila quanto dos fitocromos (BATSCHAUER, 1998), sendo então preferidos e mais absorvidos pelas folhas superiores (das fruteiras), o que resulta em maior disponibilidade de comprimentos de onda vermelho extremo (735 nm) e azul (próximo aos 450 nm) na luz que atinge o componente forrageiro sob a fruteira. Contudo, os comprimentos azuis são mais energéticos que aqueles do espectro vermelho (vermelho e vermelho extremo), o que resulta em maior excitação da clorofila, deixando-a em um estado de maior energia, a qual tem que ser dissipada em forma de calor até que o elétron chegue ao estado de mais baixa excitação e implica em maior gasto energético pela planta para processar esse comprimento de onda (TAIZ & ZEIGER, 2017). Apesar de resultar em menor eficiência energética, estes comprimentos de onda azul do espectro luminoso, são aqueles disponíveis em maior abundância em ambientes sombreados (GAUTIER et al., 1999; PEDREIRA, 2001). Contudo, deve-se considerar que o uso destes comprimentos de luz azul (próximos aos 450 nm) no processo fotossintético pode reduzir a produção de massa seca, mas concomitantemente podem ser benéficos para outras atividades morfofisiológicas das plantas como o perfilhamento de gramíneas (GAUTIER et al., 1999; TAIZ & ZEIGER, 2017), ou para o desenvolvimento de colmos e do comprimento de folhas como constatado por Barnes & Bugbee (1992) para a cultura do trigo.

De forma similar, a relação V/Ve (Figura 20) também não variou ao final do experimento (períodos de chuva e seca de 2018), mas somente durante os períodos de chuva e

seca de 2015 (fase inicial de crescimento das fruteiras), evidenciando que esta relação também se estabiliza após as fruteiras atingirem idade adulta. Somado a isso, os maiores valores desta relação verificados para todas as fruteiras no período de seca/2017 foram devidos aos menores tamanhos de suas copas (Figuras 14, 15 e 16) comprovadas pelos menores índices de área foliar (Figura 17) e interceptação luminosa (Figura 18) neste período. Sabe-se que maiores relações  $V/V_e$  são muito importantes para o estímulo do desenvolvimento dos pontos de crescimento (gemas apicais e basais) das plantas, principalmente para forrageiras (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996). Assim, se houver redução da relação  $V/V_e$ , haverá diminuição no comprimento do pecíolo e do tamanho da folha (RODRIGUES et al., 2012b), e o aparecimento de gemas axilares cessará devido a dormência, enquanto os internódios dos estolões terão seu alongamento acelerado (PEDREIRA et al., 2001). Concomitante com a menor incidência da quantidade de luz, estes períodos de maior abertura do dossel arbóreo são muito benéficos para o desenvolvimento e crescimento de novos perfílios e/ou ramos das plantas forrageiras e essenciais para a perenidade do pasto como um todo (PEDREIRA et al., 2001; RODRIGUES et al., 2012b). Para esta mesma variável (relação  $V/V_e$ ) em relação às fruteiras estudadas, o cajueiro CCP76 se destacou numericamente no período de chuva/2015, enquanto a cajazeira e a goiabeira foram superiores às demais no período de seca de 2015 (Figura 20). Com copas menos densas (Figura 17) e com menor interceptação luminosa (Figura 18), os cajueiros permitiram maiores incidências dos comprimentos de onda de 645 e 735 nm, sobretudo do vermelho extremo (735 nm), o que resultou em maiores valores desta relação  $V/V_e$  ao dossel forrageiro sob suas copas. A partir do período de chuva/2017, não houve mais diferenças entre as fruteiras para a relação  $V/V_e$ , mesmo havendo diferenças no índice de área foliar e interceptação luminosa entre elas. Assim, com base nestes resultados obtidos, pode-se afirmar que a relação  $V/V_e$  que chega na base das fruteiras se manteve praticamente constante ao partir do índice de área foliar das fruteiras à idade adulta (48 meses, correspondente ao período de chuva/2017), o que é praticamente inédito para estes estudos em ambientes de sistemas silvipastoris e infelizmente não permite base de comparação com resultados de outros trabalhos já reportados na literatura devido este caráter pioneiro.

Os sistemas silvipastoris com aceroleira, cajueiros CCP76 e EMB51 propiciaram melhores condições para o crescimento e produção de Tifton-85. Isso pode ser verificado pelos maiores valores de altura dos pastos, acúmulo massa seca de folha e de forragem e de oferta da forragem nos sistemas com aceroleira e cajueiro EMB51 consorciados, sendo estas duas últimas variáveis também altas para o sistema com goiabeira (Tabela 4). Já o sistema com cajazeira resultou em menores valores destas quatro variáveis para o Tifton-85, enquanto naquele com goiabeira foram obtidos resultados intermediários para altura e acúmulo de massa seca de folha (Tabela 4). Cabe destacar que, nos sistemas silvipastoris consorciados com aceroleira e com os cajueiros CCP76 e EMB51, os pastos de Tifton-85 apresentaram alturas médias variando de 16 a 18 cm que podem ser consideradas baixas, mas que ainda estiveram dentro dos limites de alturas de manejo consideradas adequadas (de 15 e 20 cm) para esta forrageira sob lotação contínua (PINTO et al., 2001).

Os valores de acúmulo de forragem obtidos foram muito baixos para o Tifton-85 quando comparados àqueles da literatura (SOARES et al., 2009; PEDREIRA, 2010). O maior valor de acúmulo de forragem mensal ( $497 \text{ kg ha}^{-1}$ ) obtido no sistema silvipastoril com aceroleira (Tabela 4) foi menor que a metade reportada na literatura (aproximadamente  $1.500 \text{ kg ha}^{-1}$  de massa seca de forragem) para esta planta forrageira (PEDREIRA, 2010). Assim, tomando por base esta produção de forragem descrita por estes autores sob dose de adubação nitrogenada intermediária ( $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de N), verifica-se que o acúmulo de forragem do Tifton-85 no silvipastoril com aceroleira ( $497 \text{ kg ha}^{-1}$ ) representou somente 30% da sua capacidade com esta adubação nitrogenada, enquanto que no sistema silvipastoril com cajazeira, onde foi obtido menor acúmulo de forragem ( $239 \text{ kg ha}^{-1}$ ), este representou somente 15% desta capacidade

produtiva reportada na literatura. Contudo, deve-se considerar que principalmente a ocorrência do “bicho-bolo” (Figuras 7 e 8) e também a redução da precipitação e do excedente hídrico de fevereiro a abril de 2018 (Figuras 4 e 5), tiveram grande influência sobre o componente forrageiro dos sistemas silvipastoris.

Vale destacar que o sombreamento das copas das fruteiras, que ocorreu de maneira pontual e localizada, parece não ter exercido efeito sobre as variáveis avaliadas no pasto, uma vez que mesmo nos sistemas silvipastoris com cajueiros (CCP76 e EMB51) e goiabeira, que apresentaram os maiores níveis de sombreamento (Figura 18), tanto o crescimento e/ou desenvolvimento da forrageira como o valor nutritivo da forragem não foram reduzidos em relação aos demais sistemas silvipastoris, reportados pelo acúmulo de forragem (Tabelas 4 e 5) e pelos teores de FDN e FDA da forragem do Tifton-85 (Tabelas 6 e 7). Portanto, considera-se que a produção de forragem do Tifton-85 foi mais afetada pelos danos causados pela ocorrência da praga e pelo déficit hídrico do Tifton-85 do que pelo sombreamento e/ou qualquer outra interação nos sistemas silvipastoris, o que é corroborado pela afirmativa de que em sistemas consorciados a competição por luz só passa a ser relevante quando o suprimento de água e nutrientes não é mais limitante (PACIULLO et al., 2011b), e também parece ter ocorrido neste experimento.

Os valores de acúmulo de massa seca de folha, de colmo e de material morto ocorreram de forma similar ao acúmulo de forragem, caracterizados pelo aumento de fevereiro para março, seguido pela redução dos valores em abril (Tabela 5), devido sobretudo às melhores condições ambientais (fatores de crescimento vegetal) verificadas em março em relação a fevereiro e piores em abril (redução da precipitação e do excedente hídrico) em relação a março de 2018 (Figuras 4 e 5), que também foi acompanhada pela redução da altura do pasto (Figura 21). Os principais fatores ambientais que afetam o crescimento e produção vegetal são a temperatura, a luminosidade, a nutrição mineral e o suprimento de água e, sob ausência de um desses fatores, como no caso o suprimento de água, a produção vegetal é reduzida ou paralisada (PEIXOTO et al., 2009; VIEIRA, 2019). Além disso, deve-se considerar também que somado ao efeito da redução da precipitação e do aumento do déficit hídrico, ocorreu também aquele dos danos da ocorrência do “bicho-bolo”, espécie rizófaga, que atua consumindo e reduzindo o sistema radicular, responsável pela absorção de água e nutrientes para a planta (BROWN et al, 2003), o que resultou ainda em maior queda nos valores de acúmulo de forragem e de massa seca dos componentes morfológicos do pasto de Tifton-85.

Acredita-se que o efeito da ocorrência do “bicho-bolo” foi tão severo à produção do Tifton-85, que não foi possível detectar diferenças entre sistemas silvipastoris para as variáveis índice de área foliar e algumas de valor nutritivo do Tifton-85 (FDN, PB e DIVMS), mas somente para os meses de avaliação (Tabelas 6 e 7). Assim, o aumento do teor de fibra em detergente neutro de fevereiro (67,5%) para abril (69,3%) de 2018 (Tabela 6) foi devido tanto ao avanço da idade da planta em seu estágio de crescimento, como à redução na disponibilidade de água no solo de fevereiro a abril de 2018, caracterizada pela redução da precipitação (Figura 4) e do excedente hídrico (Figura 5), devido a ambos os fatores, estágio de crescimento da planta e disponibilidade hídrica no solo, que influenciaram o valor nutritivo da forragem nos pastos (FONTANELI et al., 2012). Destaca-se que os valores obtidos para FDN na forragem dos pastos de Tifton-85 nos sistemas silvipastoris (de 67,5 a 69,3%) são considerados frequentes na literatura (CARNEVALLI et al., 2001). Estes mesmos fatores também podem ter causado as variações nos teores de fibra em detergente ácido da forragem do Tifton-85 durante os meses de avaliação (Tabela 7) em cada sistema silvipastoril. Contudo, para esta variável (%FDA), também houve variação em função dos sistemas silvipastoris, mas sem um padrão de resposta caracterizado entre sistemas ao longo dos meses de avaliação e com valores que variaram de 30,5 a 32,4% de FDA, também considerados frequentes na forragem dos pastos de Tifton-85 (PEDREIRA, 2010). Além dos fatores já citados, sabe-se que a temperatura, a

fertilidade do solo e a disponibilidade de radiação solar também podem afetar o valor nutritivo da forragem produzida (FONTANELI et al., 2012), mas deve-se considerar que, exceto a variação na quantidade de radiação solar disponibilizada de maneira pontual entre os sistemas silvipastoris pelo efeito do sombreamento, nenhum outro foi disponibilizado de forma diferenciada entre os sistemas. Contudo, como a disponibilidade de radiação solar foi alterada somente nas áreas localizadas na projeção das sombras das fruteiras e fora da área de amostragem nos piquetes, outros fatores existentes entre os componentes dos sistemas silvipastoris (CASTRO & PACIULLO, 2011) podem ter determinado estas variações obtidas nos teores de FDA da forragem dos pastos de Tifton-85. Assim, acredita-se que a disponibilidade de água no solo e a idade da planta, foram os principais responsáveis pelas variações obtidas nos teores de FDN, enquanto que, em conjunto com estes, as interações promovidas pelos componentes dos sistemas silvipastoris, também afetaram os teores FDA da forragem dos pastos de Tifton-85. Nesse sentido, cabe destacar que a maior parte destes fatores de crescimento e produção são disponibilizados às plantas por via raízes, que foram afetadas pela ocorrência da praga rizófoga “bicho-bolo” (BROWN et al., 2003), e alterou principalmente a produção de forragem dos pastos de Tifton-85 em todos os sistemas silvipastoris.

A oferta de forragem e seu valor nutritivo interferiram diretamente no desempenho dos animais. O maior ganho de peso diário obtido no sistema silvipastoril com aceroleira em relação aos demais durante os meses de janeiro e fevereiro de 2018 (Figura 24) foi devido tanto ao maior acúmulo de massa seca de folha e maior oferta de forragem (Tabela 4), como a maior realização do ramoneio praticado pelos animais (Tabela 9 e Figura 37). Assim, este sistema propiciou maior oferta de massa seca de folha aos bezerros em relação aos demais (Tabela 4), mesmo sem diferenças no valor nutritivo da forragem obtida entre os sistemas silvipastoris (Tabelas 6 e 7). Somado a isso, a atividade de ramoneio, que também foi mais frequente neste sistema em relação aos demais (Tabela 9 e Figura 37), devido sobretudo à menor altura de fuste das árvores da aceroleira (Figura 13), também proporcionou uma fonte adicional de alimentação neste sistema, composta por folhas, ramos, flores e frutos da aceroleira (OLIVEIRA et al., 2011), de fácil acesso aos bezerros. Esta alimentação adicional pela realização do ramoneio também deve ser considerada, uma vez que após a entrada dos animais no sistema silvipastoril com aceroleira, não foi mais observada maturação dos frutos nas fruteiras. Estes foram consumidos pelos animais mesmo verdes, o que pode ter adicionado nutrientes à dieta dos animais, conforme situação semelhante já relatada por Rogério et al. (2009) e Maurício et al. (2009). Assim, tanto a maior oferta de massa seca de folha do Tifton-85, como o fornecimento de mais de uma fonte de alimentação pela realização do ramoneio permitiu esse maior ganho de peso médio diário. Contudo, houve redução do ganho de peso diário de janeiro e fevereiro para março (Tabela 23), em função tanto da redução do acúmulo e oferta de forragem em todos os sistemas silvipastoris (Tabela 5), como do aumento da taxa de lotação (Figura 25) neste sistema com aceroleira. Isso ocorre porque quando a taxa de lotação aumenta, o ganho de peso diário reduz devido a maior competição entre animais por alimento, somada à sua menor seletividade pelas porções mais nutritivas da forragem (EUCLIDES & EUCLIDES FILHO, 1998). Já o aumento do ganho de peso diário verificado em abril em relação aquele de março foi devido ao efeito da suplementação com silagem de milho a partir do início de março, que disponibilizou mais alimento e reduziu a competição entre os animais, e resultou em maiores ganhos de peso dos animais a partir de abril de 2018.

Já no silvipastoril com cajazeira, os menores valores de ganho de peso diário em relação àquele com aceroleira, as similaridades verificadas durante os meses sem suplementação com silagem de milho (janeiro a fevereiro) e, também em março (início da suplementação), foram devidos ao menor acúmulo de forragem e de massa seca de folha do Tifton-85 neste sistema em relação àqueles com aceroleira, cajueiros e goiabeira (Tabela 4), que resultou em menores valores de oferta de forragem aos bezerros, levando a redução no desempenho. Já de abril a

junho verificou-se aumento médio de 181% no ganho de peso diário em relação aos três meses anteriores (janeiro a março), devido à suplementação com silagem de milho desde o início de março de 2018. Isto evidenciou maior benefício desta suplementação para o ganho de peso diário neste sistema do que naquele com aceroleira, possivelmente devido à sua menor produção forrageira (Tabela 4). Essa menor produção levou a uma maior competição por forragem do pasto de Tifton-85 (atividade de alimentação) pelos animais (Tabela 9) que não tiveram acesso a outra fonte de alimentação como os animais do sistema com aceroleira durante todo o período experimental. Fato evidenciado pela não ocorrência da atividade de ramoneio no sistema com cajazeira (Tabela 9 e Figura 37), e que resultou em menor ganho de peso diário no período sem suplementação com silagem.

Já a similaridade dos ganhos de peso diários obtidos em janeiro, fevereiro, abril e maio de 2018 no silvipastoril com cajueiro CCP76, evidenciaram que o fornecimento da silagem não promoveu efeito tão pronunciado no desempenho animal quanto naquele com cajazeira (Figura 24), devido, tanto a maior oferta de forragem nesse sistema quando comparado aquele com cajazeira (Tabela 4), como também a fonte de alimento adicional propiciada pela atividade de ramoneio, com mesma frequência que no sistema com aceroleira (Figura 31) durante o período de chuva.

Resposta semelhante também foi verificada no sistema silvipastoril com cajueiro EMB51, no qual foram obtidos menores valores de ganho de peso diário (100% menores, em média) e similares entre os meses de janeiro a março ( $466 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , em média), do que naqueles de abril a junho ( $929 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , em média) (Figura 24). Esse dobro de incremento no ganho de peso diário dos animais no sistema com cajueiro EMB51 foi devido tanto ao efeito da suplementação alimentar com silagem de milho a partir do início de março de 2018, como ao consumo de alimento adicional pelo ramoneio (Figura 33). Contudo, o consumo adicional de alimento pelo ramoneio dos animais nos sistemas com os cajueiros CCP76 e EMB51 não foi suficiente para promover diferenças em ganhos de peso diários em relação ao sistema com cajazeira nos períodos destacados (Figura 24).

Outro sistema silvipastoril no qual o fornecimento de silagem teve efeito positivo sobre o ganho de peso diário foi aquele com goiabeira, para o qual foram evidenciados menores valores ( $473 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , em média) no período de chuva (janeiro, fevereiro e março), e maiores ( $844 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , em média) naquele de seca (abril, maio e junho) em que ocorreu os efeitos do fornecimento de silagem de milho (78% maiores, em média) (Figura 24).

Ressalta-se que após o início do fornecimento de silagem em março, exceto a diferença entre os sistemas com aceroleira e com cajueiro CCP76 em abril, não houve mais diferenças entre sistemas silvipastoris nos meses de maio e junho (Figura 24). Como consequência desta suplementação, o ganho de peso diário dos animais foi superior no período de seca (abril, maio e junho) em relação ao período de chuva (janeiro, fevereiro e março) para quase todos os sistemas silvipastoris, exceto para aquele com aceroleira (Figura 24). Esta influência do manejo alimentar no desempenho animal, ficou comprovada a partir de abril, mês no qual foi evidenciado o efeito do fornecimento de silagem iniciado em março de 2018, uma vez que houve um incremento médio de 59% no ganho de peso diário durante o mesmo (abril, maio e junho) em função do fornecimento de silagem para os bezerros de todos os sistemas silvipastoris, quando comparado ao período inicial em que não foi fornecida esta suplementação (janeiro e fevereiro) juntamente com o primeiro mês de fornecimento (março).

Após analisados o padrão de distribuição dos valores de taxa de lotação durante os meses de avaliação, evidenciou-se distinção em dois momentos. O primeiro, no período de chuva (de janeiro a março) no qual somente foi ofertado forragem do pasto de Tifton-85 em janeiro e fevereiro, concomitante ao fornecimento inicial de silagem em março e, um segundo momento, no qual o fornecimento de silagem promoveu um incremento médio de 48% nos valores desta variável (Figura 25). Como a taxa de lotação é a relação entre o número de unidades animal

(UA, caracterizada por 450 kg peso corporal) e a área (hectare) ocupada pelos animais durante determinado período de tempo (PEDREIRA, 2002), o crescimento dos animais (reportado como aumento do peso) também aumenta a taxa de lotação (EUCLIDES & EUCLIDES FILHO, 1998), o que também contribuiu para os maiores valores obtidos em abril, maio e junho em relação aqueles verificados em janeiro, fevereiro e março. Contudo, a taxa de lotação dos pastos de Tifton-85 dos sistemas silvipastoris deve ser considerada sobretudo no período de janeiro a março, uma vez que após este período, houve efeito destacado do fornecimento de silagem iniciado em março de 2018. Assim como para o ganho de peso diário, o aumento na taxa de lotação nos meses em que os animais recebiam silagem de milho resultou em maior pressão sobre as fruteiras pela maior concentração de animais nos piquetes, que foi independente da oferta de forragem dos pastos de Tifton-85 dos sistemas silvipastoris neste período (EUCLIDES & EUCLIDES FILHO, 1998).

Em síntese, os resultados de ganho de peso diário (Figura 24) evidenciaram que o maior limitante ao desempenho foi a baixa oferta de forragem nos primeiros meses de avaliação (Tabela 5). À medida que a quantidade de volumoso foi suprida com o fornecimento de silagem, as diferenças denotadas pelos maiores valores ficaram evidentes em função dos ganhos compensatórios dos animais. Assim, nos sistemas em que houve maior restrição da oferta de forragem e proporcionaram menores ganhos iniciais, também foram verificados maiores ganhos compensatórios após o fornecimento de silagem (sistemas com cajazeira, cajueiros e goiabeira). No sistema com aceroleira, que proporcionou maiores ganhos iniciais tanto pela maior oferta de forragem como pela suplementação com ramos e frutos, os animais não apresentaram ganhos compensatórios. O maior desempenho individual dos animais em todos os sistemas durante o período de seca, exceto no sistema com aceroleira que foi semelhante ao período de chuva, também pode estar associado ao aumento na quantidade de concentrado fornecida a todos os animais a partir de maio, que foi detectado na pesagem de junho.

O mesmo padrão de desempenho verificado para ganho de peso diário e taxa de lotação foi observado no ganho de peso por área (Figura 25), para o qual houve incremento de 136% quando alterada a fonte de alimentação dos animais de forragem do pasto para aquela da silagem de milho a partir de março. Como o ganho de peso por área é um produto do ganho de peso por animal (ganho de peso diário) pelo número de animais por unidade de área (taxa de lotação), qualquer alteração em uma destas variáveis reflete diretamente sobre o ganho de peso por área (PEDREIRA, 2002) e, no caso deste experimento, ambas as variáveis determinantes do desempenho animal foram muito incrementadas do período sem o fornecimento para aquele com fornecimento de silagem (Figuras 24 e 25).

A maior taxa de lotação obtida no silvipastoril com cajueiro EBM51 foi devido ao maior número de animais reguladores utilizado neste sistema em relação aos demais, o que incrementa a taxa de lotação (Figura 26) (PEDREIRA, 2002).

Frequentemente, em sistemas de produção em pastagens, o ganho de peso diário, a taxa de lotação e o ganho de peso por área são normalmente superiores no período de chuva do que naquele de seca (CARVALHO et al., 2019; SILVA et al., 2020), contudo devido tanto ao dano causado ao pasto pela ocorrência do “bicho bolo” que prejudicou muito o acúmulo e a oferta de forragem e, conseqüentemente reduziu o desempenho animal no período de chuva, como ao efeito do fornecimento de silagem a partir de março, verificou-se resposta inversa neste experimento.

Vale destacar que mesmo considerando as variações dos dados de desempenho animal ocorridas no período experimental, o peso médio inicial individual, o peso médio final individual e o ganho de peso total individual não foram influenciados pelo sistema silvipastoril, indicando que não houve qualquer influência negativa das fruteiras sobre o desempenho dos animais, seja por intoxicação ou danos físicos promovidos por espinhos, caroços ou consumo

de frutas, folhas, e/ou cascas dos troncos das fruteiras durante o experimento (vide último parágrafo do item 4.3.2, na página 37).

A maior frequência de animais na atividade de alimentação verificada no sistema com cajazeira em relação aos demais (Tabela 9) foi devido a maior necessidade de gasto com tempo de alimentação despendido pelos animais nesta atividade, sendo 17% maior que a média dos demais sistemas silvipastoris. Quando há menor acúmulo e oferta de forragem do pasto, a frequência de alimentação é aumentada devido possivelmente ao menor tamanho de bocado (CARVALHO et al., 1999; DA SILVA, 2006), o que foi verificado neste sistema com cajazeira em relação aos demais (Tabela 4). Como o tempo despendido para a alimentação animal (no caso, pastejo e consumo de silagem) é uma variável inversamente relacionada ao consumo, quanto maior a abundância de forragem, menor o tempo de pastejo observado, e o inverso, verdadeiro (SANTOS et al., 2010; ZANINE et al., 2008). Assim, devido à menor oferta de forragem no sistema com cajazeira mesmo sob condições climáticas favoráveis a produção vegetal (durante o período de chuva), sempre haviam mais animais na atividade de alimentação do que nos demais sistemas. Essa maior competição pela forragem ofertada (PEDREIRA et al., 2001) refletiu em menores valores absolutos de ganho de peso diário neste sistema em relação aos demais, porém ainda semelhantes aqueles dos sistemas com ambos os cajueiros (CCP76 e EMB51) e goiabeira, e menor que no sistema com aceroleira de janeiro a março (Figura 24). Esse efeito de maior frequência de animais em alimentação em função da menor oferta de forragem também ocorreu nos sistemas com cajazeira e goiabeira durante o período de chuva (Tabela 12), independente do turno (manhã ou da tarde) (Tabela 14)

Como a atividade de alimentação tem que ser interrompida para realização das atividades de ruminação e ócio, estas atividades devem ser consideradas excludentes entre si (DA SILVA, 2006). Assim, há uma relação inversa entre a atividade de alimentação e aquelas de ruminação ou ócio, e conseqüentemente, maiores frequências de ruminação e/ou de ócio foram verificadas nos demais sistemas silvipastoris em relação àquele com cajazeira (Tabela 9).

A maior frequência da atividade de ramoneio verificada no sistema silvipastoril com aceroleira em relação aos demais (Tabela 9), devido principalmente ao porte das árvores desta fruteira caracterizado pela menor altura de árvore (1,8 m) e de fuste (0,25 m) (Figuras 11 e 13), permitiu que os bezerras tivessem maior acesso a sua copa, e realizassem sempre a atividade de ramoneio, como já discutido anteriormente para o ganho de peso diário. A realização do ramoneio ou a mastigação de folhas e ramos finos de árvores em ambiente silvipastoril é comum, principalmente se estas partes das árvores estiverem ao alcance dos animais e apresentarem alguma qualidade forrageira (FIKE et al., 2004; PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2012), como no caso da aceroleira.

Contudo, deve-se considerar que, concomitantemente ao benefício proporcionado pela realização do ramoneio, o acesso dos animais à sombra da aceroleira foi dificultado, resultando em menor frequência de animais a sombra (24%) em relação aqueles dos sistemas com cajueiros (CCP76 e EMB51) e goiabeira (Tabela 9). Isto ocorreu devido a esta fruteira apresentar menores valores de altura de árvore e de fuste, assim como menor área de projeção de copa que as demais (Figuras 11, 13, e 15) durante o período de avaliação do comportamento animal. Mas não só a dificuldade de acesso à sombra reduziu a frequência de animais nessa localização, uma vez que a cajazeira, apesar de ter apresentado maiores valores de altura de árvore, diâmetro de tronco e altura de fuste do que a aceroleira (Figuras 11, 12 e 13), também apresentou grande variação na sombra durante os períodos de chuva e de seca de 2018 nos quais foi avaliado o comportamento animal, caracterizada por seus maiores valores de índice de área foliar e interceptação luminosa no período de chuva e menores no período de seca de 2018 (Figuras 17 e 18), resultantes de seu hábito caducifólio. Em resumo, apesar da cajazeira apresentar copa alta, de fácil acesso à sombra, esta não foi produzida no período de seca devido à queda de suas

folhas. Assim, a frequência de animais à sombra no sistema com cajazeira foi de 18%, semelhante àquela da aceroleira.

Estes fatos resultaram em maior frequência dos animais ao sol, tanto nos sistemas silvipastoris com aceroleira e com cajazeira (79%, em média) (Tabela 9), e superiores àquelas dos demais sistemas, semelhantes entre si (67%, em média). Assim, a sombra promovida pelas fruteiras dos cajueiros (CCP76 e EMB51) e da goiabeira nos sistemas silvipastoris foram mais acessadas pelos animais, pois oportunizaram facilidade de acesso e maior disponibilidade de sombra aos bezerros, sobretudo devido aos maiores valores de altura de fuste (Figura 13), de área de projeção de copa (Figura 15) e de interceptação luminosa (Figura 18). Em resumo, sistemas com cajueiros e goiabeira propiciaram maiores áreas de sombra, sendo esta, mais densa e acessada. Destaca-se que proporcionar maior área de sombra ao gado leiteiro aumenta o tempo despendido pelos animais à sombra e permite o uso simultâneo desta para realização de outras atividades como alimentação e ruminção (SCHÜTZ et al., 2010).

Como os animais dos sistemas silvipastoris com aceroleira e cajueiro EMB51 passaram respectivamente mais tempo nas atividades de ruminção e ócio, isto resultou em maior frequência de animais deitados em relação aos demais sistemas (Tabela 9). Os períodos de tempo dispendidos pelos animais em ruminção e ócio são caracterizados como períodos de descanso (SANTOS et al., 2010) e, apesar do descanso realizado pelos ruminantes poder ser realizado em pé ou deitado, há preferência, pela posição deitado pelos bovinos (SCHÜTZ et al., 2010). Relação análoga e concomitante entre as maiores frequências da atividade de alimentação e a posição em pé, e entre atividade de ruminção e a posição deitado são frequentemente observadas, já que os animais precisam estar na posição em pé para execução da atividade de alimentação, assim como para consumir a silagem, e tem preferência pela posição deitado para a execução da atividade de ruminção (CARVALHO et al., 1999; SANTOS et al., 2010). Esses eventos foram observados nos sistemas com aceroleira e cajueiro EMB51 (Tabela 9) e nos sistemas com cajazeira e goiabeira durante o período de chuva (Tabela 12).

A maior frequência e tempo na atividade de alimentação durante o período de chuva do que naquele de seca de 2018 (Tabela 10) foi devido principalmente a maior oferta de forragem e de massa seca de folha (Tabela 4), assim como, a menor demanda devido à baixa capacidade de consumo dos bezerros mais jovens (SOUSA, 2009), o que resultou no retorno sucessivo à atividade de alimentação pelos animais por várias vezes durante o dia (alto número de bocados com pequena massa por bocado). Outro fator foi o fornecimento de silagem aos bezerros a partir de março, pois os animais consumiram mais forragem em menor espaço de tempo no período de seca, quando comparado ao consumo de alimento no período de chuva. Além disso, a silagem ofertada à vontade aos animais fez com que os bezerros utilizassem menor tempo na procura e seleção de forragem oriunda do pasto, reduzindo sua frequência em alimentação (SANTOS et al., 2010). Somado a estes, as maiores temperaturas médias e as menores umidades relativas do ar registrados durante o período de seca do que naquele de chuva de 2018 (Figuras 22 e 23) também contribuíram para a menor frequência da atividade de alimentação no período de seca, uma vez que promoveram maior desconforto térmico aos bezerros (SALLA et al., 2009). Isso por que o comportamento dos bovinos é alterado quando estes estão sob estresse pelo calor, com alteração de sua postura para dissipação do calor pelo vento, e pela não movimentação, tanto para diminuir o calor gerado pelo movimento; como para reduzir a ingestão de alimentos, cessando sua atividade de alimentação durante o período mais quente (PHILIPS, 2002), e executando atividades de ruminção e ócio (MARQUES et al., 2006).

Esse maior desconforto causado pelo calor juntamente com a alteração da fonte de alimentação (forragem do pasto para aquela da silagem de milho), determinaram as maiores frequências e tempo dos animais nas atividades de ócio, ruminção e deslocamento durante o período de seca em relação aquele de chuva (Tabela 10). O ócio em ambientes não sombreados

ou com pouca sombra é controverso e tem sido bastante discutido na literatura, enquanto há consenso sobre a preferência dos animais pela alimentação e ruminância em ambientes sombreados e pela ruminância quando há apenas a opção de localização ao sol (TUCKER et al. 2008; BRUN et al., 2017; MELLO et al., 2017). O incremento na frequência de ruminância e do ócio, durante o período de seca (caracterizado pelo déficit hídrico), também foi descrito por Zanine et al. (2008), e pode ser devido a um incremento necessário no tempo de repouso requerido pelos ruminantes para dissipação de temperatura e diminuição da geração de calor endógeno (GARCIA et al., 2018), promovido pela ingestão de forragem mais energética da silagem durante o período de seca em relação àquela do pasto durante o período de chuva.

A maior frequência de animais na posição em pé durante o período de chuva foi devido à concomitante maior frequência de animais em atividade de alimentação quando comparado ao período de seca. De forma inversa e complementar, a maior frequência de animais na posição deitada durante o período de seca foi devida às concomitantes maiores frequências dos animais nas atividades de ruminância e ócio do que no período de chuva, devido a preferência dos animais para realização dessas atividades quando deitados (SCHÜTZ et al., 2010).

As condições climáticas mais amenas do turno da manhã (Figura 22) deveriam favorecer a atividade de alimentação (VAN SOEST, 1994; RICCI et al., 2013), pois frequentemente ocorrem três a cinco picos de alimentação durante o dia, ao início da manhã e no final da tarde, quando a temperatura ambiente é menor (ZANINE et al., 2008; RICCI et al., 2013). Porém, o contrário foi observado (Tabela 11), com maior frequência de animais na atividade de alimentação durante o turno da tarde e, nas atividades de ruminância e ócio, durante o turno da manhã. Com o fornecimento da silagem durante o turno da manhã e também redução da oferta de forragem advinda do pasto, no período de seca, houve menor procura de forragem do pasto pelos animais, o que concentrou a atividade de alimentação em horários mais curtos devido ao menor tempo necessário para o consumo de silagem pelos bezerros neste mesmo turno. Enquanto que, durante o turno da tarde, com a redução da quantidade de silagem fornecida, os animais passaram a consumir mais forragem do pasto de Tifton-85, que resultou em um maior tempo despendido para realização da alimentação (Tabela 11).

As maiores frequências das atividades de deslocamento e visita ao bebedouro, no turno da tarde (Tabela 11) foram decorrentes da procura mais intensa por alimentos e/ou água neste turno, já que o consumo de água configura-se como uma das estratégias para manter o equilíbrio térmico dos animais (MADER & DAVIS, 2004; SCHÜTZ et al., 2010), assim como a busca por ambiente sombreado (Tabela 11) (CASTRO et al., 2008). Nesse sentido, Schütz et al. (2010) relataram que as vacas permaneceram mais tempo ao redor do bebedouro quando não havia presença de sombra em quantidade e qualidade satisfatórias, uma vez que, quando disponíveis os dois recursos importantes para manutenção da homeostase (água e sombra), os animais optaram por permanecer à sombra ao invés de buscarem água (SCHÜTZ et al., 2010). Porém no experimento, ambos os recursos utilizados na busca dos animais pelo equilíbrio homeostático, sombra e água, foram mais usados no turno da tarde (Tabela 10), devido às temperaturas mais amenas no turno da manhã terem propiciado melhores condições para que os animais ficassem mais ao sol (Tabela 10).

Ao longo do dia e com as temperaturas mais elevadas durante o turno da tarde (Figuras 22 e 23), houve maior frequência de animais à sombra e na posição em pé (Tabela 11). A estratégia de busca por ambiente sombreado já foi explicada como amenizadora do estresse térmico. A outra estratégia, também adotada pelos animais, é a tendência a permanecerem mais tempo em pé para aumentar o contato da superfície do corpo com o ar em movimento e facilitar a respiração e transpiração (perda de calor), otimizando o ajuste da temperatura corporal (PIRES et al., 2001).

A semelhança das frequências da atividade de ruminância entre os turnos da manhã e tarde para todos os sistemas silvipastoris, exceto naquele com a cajazeira (Tabela 13), ocorreu

em função da menor quantidade de sombra (Figura 18) e de acúmulo oferta de forragem (Tabela 4) neste sistema em relação aos demais, o que resultou em menor frequência de ruminação dos animais no turno mais quente do dia (GARCIA et al., 2018).

Já a maior frequência de ruminação dos animais no sistema com aceroleira em ambos os turnos em relação aos demais (Tabela 13) foi devido ao maior consumo de partes da fruteira (ramos, folhas e frutos) pela realização do ramoneio (Tabela 9). Esse consumo de material mais fibroso provavelmente necessitou de mais tempo para mastigação, deglutição, regurgitação e redeglutição do que para os demais alimentos consumidos (forragem do pasto e da silagem, e concentrado). Quando os animais consomem dietas com altos teores fibra, é necessário um maior tempo para essas ações, aumentando o tempo da ruminação, em função da maior dificuldade em diminuir o tamanho das partículas de alimentos fibrosos (WELCH & HOOPER, 1988). Apesar de não ter sido determinada a composição bromatológica das partes comestíveis da aceroleira, sabe-se que ramos e troncos finos tem altos teores de fibra, uma vez que ao atingirem o estágio de florescimento e frutificação as plantas tornam-se mais fibrosas (WILKINS, 1969).

Apesar de variar significativamente entre os sistemas silvipastoris, período e turno, a atividade de deslocamento apresentou frequência baixa, entre 0 e 6,3%, com tempo máximo despendido de 48 minutos considerando o período avaliado de 12 horas (Tabela 15), e dentro da faixa de valores frequentes para esta atividade (MELLO et al., 2017). Considerando-se que todos os piquetes possuíam a mesma estrutura física (cercas, tamanho, bebedouros e chochos), as diferenças de deslocamento entre tratamentos variaram em função da fruteira que compunha cada sistema silvipastoril, período e turno. A maior frequência de deslocamento no período de seca ocorreu em função da menor oferta de forragem no sistema, que forçou o animal a se deslocar mais à procura de alimento (DA SILVA, 2006), enquanto a maior frequência à tarde foi devido à maior visita ao bebedouro. Quando há escassez de forragem, os animais utilizam um número maior de estações alimentares, nas quais permanecem por curtos períodos de tempo, e quando há alteração de uma estação alimentar para outra, o deslocamento é curto e frequente, resultando em maior quantidade total de deslocamento ao final do dia de alimentação quando comparado a situações onde a oferta de forragem é mais alta (CARVALHO & MORAES, 2005). Durante a manhã, com o fornecimento de silagem, a necessidade de deslocamento foi inferior, devido à maior oferta de alimento, reduzindo o tempo requerido para a atividade de alimentação (CARVALHO et al., 1999).

As condições climáticas do período de chuva (Figura 22) favoreceram a atividade de alimentação nos horários mais frescos (entre 06:00 e 09:30 e 15:30 e 18:00) durante esses períodos no sistema silvipastoril com aceroleira (Figura 27), enquanto que nos horários mais quentes do dia (entre 10:00 e 15:00) os animais alternaram da atividade de alimentação para aquelas de ócio e ruminação. Comportamento semelhante também foi relatado para bovinos de corte (OLIVEIRA et al., 2011; CARVALHO et al., 2019), bovinos leiteiros (ZANINE et al., 2008), novilhas leiteiras (MELLO et al., 2017) e até mesmo para ovinos (RODRIGUES et al., 2012a). No período de seca, a atividade de ruminação foi verificada de forma mais concentrada entre 10:30 e 13:30 (Figura 28), nos horários com valores de temperatura mais altos e de umidade relativa do ar mais baixos (Figura 23). Apesar de os bovinos à pasto responderem a ciclos diários pré-determinados de claro-escuro, realizando as atividades sempre nos mesmos horários, por serem animais homeotérmicos, eles respondem a alterações no ambiente térmico com modificações comportamentais, com o objetivo de maximizar a dissipação de calor (ALVES et al., 2012). A alteração da atividade de alimentação para as atividades de ruminação e ócio são uma dessas estratégias. Entre 14:30 e 18:00, também foram verificadas frequências de deslocamento mais elevadas. O consumo de água é mais uma das estratégias para manter o equilíbrio térmico dos animais (MADER & DAVIS, 2004; SCHÜTZ et al., 2010).

Às 12:00, a queda na frequência da atividade de alimentação, e sua alternância pela atividade de ruminção exercida pelos animais no sistema com cajazeira (Figura 29) evidenciou a dependência das condições climáticas para a execução das atividades pelo animal (ALVES et al., 2012). As visitas ao bebedouro nos horários da tarde salientam ainda mais essa dependência, que fazem com que o animal adapte seu comportamento a essas condições (SANTOS et al., 2005). No período de seca (Figura 30), com condições climáticas ainda mais estressantes (Figura 23), a alteração das atividades de alimentação por ruminção e ócio foram ainda mais intensas nos horários próximos ao meio dia.

A intensa alternância entre as atividades de alimentação com aquelas de ócio e ruminção durante o dia nos sistemas silvipastoris com cajueiro CCP76, durante o período de chuva (Figura 31), ocorreu principalmente em função do ambiente luminoso proporcionado pelas árvores desta variedade de fruteira. O ambiente luminoso com cerca de 50% de interceptação luminosa (Figura 17), e com maior área de projeção de copa (Figura 15) durante esse período, promoveu maior disponibilização de sombra em quantidade e área suficiente para que os animais realizassem essa alternância entre atividades, sem comprometer o desempenho (Figura 24). É importante salientar que as atividades (ruminção e ócio) e a localização (sombra e sol) não são excludentes entre si, podendo acontecer concomitantemente. Assim, mesmo quando estão à sombra, também podem realizar outras atividades, principalmente alimentação ou ruminção (LEME et al., 2005). Mas, no período de seca (Figura 32), a atividade de ócio superou por várias vezes aquela de alimentação, enquanto a ruminção também foi observada com maior frequência e de forma mais antecipada.

Os animais do sistema silvipastoril com cajueiro EMB51 durante o período de chuva (Figura 33) apresentaram comportamento similar àqueles sistemas com a outra variedade de sua mesma espécie, o cajueiro CCP76 (Figura 31). Porém, no sistema com a variedade CCP76, foi observada maiores frequências de deslocamento e visitas ao bebedouro no período de seca. O maior deslocamento é causado pela busca de alimento (CARVALHO & MORAES, 2005), enquanto a visita bebedouro é exercida como estratégia do animal para manter seu equilíbrio térmico pelo consumo de água (MADER & DAVIS, 2004).

A alta frequência de animais em atividade de alimentação no sistema com goiabeira durante o período de chuva (Figura 35), foi devido à sua grande área de projeção de copa (Figura 15) e intensa interceptação luminosa (Figura 18), aliados a um médio acúmulo massa seca de folha (Tabela 4) que podem ter resultado na atividade de alimentação à sombra. Isso porque, durante o tempo em que permaneceram à sombra, também puderam realizar a atividade de alimentação (LEME et al., 2005).

A frequência de alimentação superior às demais atividades concentradas entre 08:00 e 10:00, no período de seca, para todos os sistemas silvipastoris, ocorreu devido ao manejo de alimentação dos animais, quando foi complementada a alimentação com silagem fornecida no cocho. Esse fornecimento aconteceu entre 08:00 e 09:00, justificando a alta frequência da atividade de alimentação nesses horários em todos os sistemas silvipastoris.

Uma característica peculiar da atividade ramoneio foi a diferença nas respostas entre os períodos. Enquanto que no período de chuva, a única fruteira que não sofreu a atividade e ramoneio foi a cajazeira (Figura 29), no período de seca, o cajueiro CCP76 também foi adicionado a esse grupo (Figura 32). O fato de não ter havido a realização do ramoneio na cajazeira foi devido à maior altura de seu fuste de 2,15 m (Figura 13), acima do alcance dos animais. Entretanto, o cajueiro CCP76, apresentou altura semelhante ao EMB51 e à goiabeira, que tiveram atividade do ramoneio. Assim, é possível que as fruteiras que não tenham sofrido a realização do ramoneio pelos animais possuíssem algum composto químico que reduziu a preferência e aceitabilidade dos animais, e que podem inibir a atividade de ramoneio, como os taninos no caso do EMB51 (média de 0,45%, no fruto em estado de maturação comercial, mas sem estudos para a casca e tronco) (ROGÉRIO et al., 2009). Nesse sentido, Oliveira et al. (2011)

mostraram que os animais podem reconhecer o valor nutritivo dos alimentos disponíveis, assim como avaliar o custo energético de se obter esse alimento quando planejam seu comportamento alimentar. Assim, os bezerros podem identificar quais fruteiras podem ser mais vantajosas para o consumo ou não (OLIVEIRA et al., 2011). Contudo estudos mais específicos ainda devem ser realizados para identificação de compostos atrativos e repelentes aos animais presentes nas cascas, troncos e ramos das fruteiras.

As aceroleiras foram as fruteiras com maiores frequências da atividade de ramoneio no período de seca (Figura 37), devido principalmente ao seu menor porte, caracterizado pela menor altura de árvore e de fuste (Figuras 11 e 13), o que permitiu acesso irrestrito dos animais à sua copa, que exerceram esta atividade de forma mais expressiva devido à escassez de forragem promovida pela ocorrência da praga “bicho bolo” e à sazonalidade de produção de forragem dos pastos de Tifton-85, sobretudo ao final do período de chuva (março de 2018) e início daquele de seca (abril de 2018). Nessas condições, com menor oferta de forragem e de pior qualidade (menor proporção de folha, maior de colmo), os animais tiveram preferência por consumir mais a forragem desta fruteira do que a gramínea, que foi atrativa ao animal (OLIVEIRA et al., 2011), o que também colaborou para a realização do ramoneio da aceroleira mesmo quando os animais consumiram silagem no período de seca, por já ter adquirido o hábito de consumi-la durante o período de chuva (Figura 27). Uma vez que havia baixa oferta de forragem do pasto de Tifton-85 e sua copa permanecia verde por tempo maior, provavelmente devido ao seu profundo sistema radicular que pode ultrapassar de 1 m (ARAÚJO & MINAMI, 1994) e estar mais acessível, foi a fruteira mais atrativa a atividade de ramoneio.

A ocorrência do impacto de danos mais elevados na arquitetura de copa da aceroleira (Figura 39) se deve a maior facilidade que os animais tiveram em alcançar as copas dessa fruteira, pelas menores alturas de árvore e fuste em relação às demais (Figuras 11 e 13) (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2019). Cabe ressaltar que essa conformação de copa da aceroleira foi verificada, mesmo após a realização de manejo de condução de copa, na fase inicial de crescimento. Com facilidade de acesso, os animais consumiam suas folhas e frutos à vontade, causando danos às suas copas (GUIMARÃES FILHO & SOARES, 2003). Além do ramoneio, os animais roçavam a cabeça e corpo contra o tronco ou comer a casca, além de aprenderem a baixar a copa das árvores menores para se alimentar das folhas e frutos, ou até mesmo pisotear, causando ainda maiores danos e afetando mais a sua estrutura (GUIMARÃES FILHO & SOARES, 2003). Considerando esses possíveis danos, inclusive, o dano “quebra do tronco” (Tq) (Figura 38) ocorreu somente no sistema silvipastoril composto pela aceroleira, acredita-se que este dano possa acontecer em árvores cujos troncos ainda não tenham resistência mecânica capaz de suportar a força que os animais empregam para coçar seus corpos. Uma manifestação natural de defesa contra ectoparasitas ou de busca de conforto físico, e pode determinar a retirada/perda da árvore do sistema, comprometendo sistemas com baixa densidade arbórea (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2012). Ainda nesse ponto, Porfírio-Da-Silva et al. (2012), estudando a relação entre o diâmetro de tronco e altura de árvore com o nível de dano ocorrido, obteve uma relação inversa entre diâmetro de tronco e o nível de dano ( $r=-0,25$ ;  $p<0,05$ ), o que evidencia um dano maior causado pelos animais às fruteiras de menor diâmetro, o que também ocorreu em relação à altura de árvore, para a qual foi obtida correlação inversa com o nível de dano encontrado no presente estudo ( $r=-0,24$ ;  $p<0,005$ ), que também explica o maior impacto negativo causado à aceroleira do que nas demais fruteiras dos sistemas silvipastoris.

Devido a atividade de ramoneio exercida com baixa frequência, e em horários isolados em ambos os cajueiros (variedades CCP76 e EMB51) e na goiabeira (máximo de 17% para todas essas fruteiras) (Figuras 31, 33, 34, 35 e 36), estas fruteiras não foram impactadas negativamente (Figura 39), indicando que a criação de bezerros sob suas copas não tem efeito negativo sobre a manutenção das culturas. Isso por que, por terem suas copas mais distantes do

alcance dos animais jovens, com altura média de fuste de 1,65 m (Figura 13), essas fruteiras absorveram de forma positiva o impacto dessa ação, sendo a execução do ramoneio pelos animais, benéfica (Figura 39). O ramoneio da folhagem dos ramos inferiores da fruteira aumenta a altura de “saia” e propicia mais luz e aeração para a árvore (GUIMARÃES FILHO & SOARES, 2003), o que pode ter ocorrido neste caso. Porém, em ambas as variedades de cajueiro (CCP76 e EMB51) foram identificados os danos “lesão do tronco alcançando o lenho pela retirada do tecido cambial” (Tl), “lesão de casca, sem alcançar o câmbio” (Cl) e “lesão maior do que 5 cm de diâmetro” (Dl) (Figura 37), causados, principalmente, pela mastigação. Apesar da mastigação da casca de árvores por bovinos ser considerada um dano incomum, segundo Porfírio-Da-Silva et al. (2012), este foi observado nessas fruteiras durante o período experimental.

Estudos futuros poderão revelar se a composição destas fruteiras pode indicar preferência dos bovinos por uma fruteira à outra (ou mesmo se ocorre preferência intraespecífica, como no caso dos cajueiros), uma vez que ainda não há registros das características químicas dessas fruteiras estudadas. Além disso, novos estudos também poderão avaliar qual é o fator de atração para o consumo de partes dessas fruteiras, bem como se existem características desta variável relacionadas às fruteiras ou ao animal.

## 6 CONCLUSÕES

A utilização de aceroleira var. Sertaneja, aos 48 meses de idade, consorciada com capim Tifton-85 pastejado por bezerros de rebanho leiteiro acima de 130 kg de peso vivo, não é indicada para sistemas silvipastoris no norte de Mato Grosso, mesmo proporcionando desempenho animal adequado, devido a inviabilização das árvores por ramoneio.

O uso de cajazeira, aos 48 meses de idade, consorciada com capim Tifton-85 pastejado por bezerros de rebanho leiteiro acima de 130 kg de peso vivo, é indicada com restrição para compor sistemas silvipastoris, por não proporcionar sombra suficiente aos animais durante o período de seca, climaticamente mais crítico ao bem-estar dos animais no norte do Mato Grosso, mesmo não havendo limitações ao desempenho animal ou ação negativa de ramoneio no convívio.

A utilização de cajueiros (var. CCP76 e EMB51), aos 48 meses de idade, consorciados com capim Tifton-85 pastejado por bezerros de rebanho leiteiro acima de 130 kg de peso vivo, é indicada para sistemas silvipastoris no norte de Mato Grosso, por proporcionar desempenho animal adequado e fornecimento de sombra constante em todas as épocas do ano.

A utilização de goiabeira var. Paluma, aos 48 meses de idade, consorciada com capim Tifton-85 pastejado por bezerros de rebanho leiteiro acima de 130 kg de peso vivo, é indicada para sistemas silvipastoris no norte de Mato Grosso, por proporcionar desempenho animal adequado e fornecimento de sombra suficiente em todas as épocas do ano.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABLAS, D.; TITTO, E.A.L.; PEREIRA, A.M.F.; TITTO, C.G.; CUNHA, T.M. Comportamento de bubalinos a pasto frente a disponibilidade de sombra e água para imersão. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.2, p.167–175, 2007.

ALMEIDA, M.L.; MUNDSTOCK, C.M. O afilhamento em comunidades de cereais de estação fria é afetado pela qualidade da luz? **Ciência Rural**, v.28, n.3, p.511–519, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84781998000300027>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84781998000300027&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84781998000300027&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 20 abril 2020.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711–728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Disponível em: [http://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen\\_s\\_climate\\_classification\\_map\\_for\\_Brazil?af=crossref](http://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil?af=crossref). Acesso em: 18 abril 2020.

ALVES, F.V.; ALMEIDA, R.G.; LAURA, V.A.; OLIVEIRA, C.C. Ambiente e bem-estar animal de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). In: II CONGRESSO COLOMBIANO Y I SEMINARIO INTERNACIONAL SILVOPASTOREO, Medellin, 2012. **Anais**. Medellin, 2012. p.1-10. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/74471/1/Roberto-Giolo-de-Almeida-0000003116-Paper-F.-Villa.pdf>. Acesso em: 18 maio 2018.

ALVES, R.E.; MARLOS A.B.; MIRANDA, F.R.; SILVA, H. Acerola. In: CRISÓSTOMO, L.A.; ALEXEY N. (Ed.). **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. p.13–30.

ANDRADE, C.M.S.D.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.D.C.; VAZ, F.A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.263–270, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000300009>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2004000300009&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2004000300009&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 17 maio 2018.

ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O.G. Fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v30, p.1178-1185, 2001.

ARAÚJO, P.S.R.; MINAMI, K. **Acerola**. Campinas: Fundação Cargill, 1994. 81p.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. D. O.; STONE, L. F. **Marco Referencial Integração Lavoura-pecuária-floresta**. 1 ed. Brasília: Embrapa Cerrados-Livro científico (ALICE). 127p.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; MORAES, A.D.; VEIGA, M.D., PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1925–1933, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000107>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782009000600048&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000600048&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 17 maio 2018.

BARNES, C.; BUGBEE, B. Morphological Responses of Wheat to Blue Light. **Journal of Plant Physiology**, v.139, n.3, p.339–342, 1992. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)80347-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0176-1617(11)80347-0). Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0176161711803470?via%3Dihub>>. Acesso em: 06 junho 2020.

BATSCHAUER, A. Photoreceptors of higher plants. **Planta**, v.206, n.4, p.479–492, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1007/s004250050425>. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s004250050425>>. Acesso em: 17 abril 2020.

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R. Sistemas Silvopastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.60, n.6, p.77–87, 2010. DOI: <https://doi.org/10.4336/2009.pfb.60.77>. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/48/52>>. Acesso em: 02 abril 2019.

BLACKSHAW, J.; BLACKSHAW, A. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.34, n.2, p.285, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1071/EA9940285>. Disponível em: <http://www.publish.csiro.au/?paper=EA9940285>. Acesso em: 02 abril 2019.

BUSTAMENTE, J.; IBRAHIM, M.; BEER, J. Evaluación agronómica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con poro en el trópico húmedo de Turrialba. **Agroforestería en las Américas**, v.5, n.19, p.11-16, 1998.

BROWN, G. G.; FRAGOSO, C.; OLIVEIRA, L. J. **O uso da macrofauna edáfica na agricultura do século XXI: A importância dos engenheiros do solo**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. Disponível em: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/eau/article/view/315>. Acesso em: 10 abril 2020.

BRUN, E.J.; DALPOSSO, D.M.; KUSS, F.; SARTOR, L.R.; BRUN, F.G.K.; PERETIATKO, C.D.S. Danos causados por gado leiteiro no componente arbóreo de sistema silvopastoril. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal - ENFLO**, v.5, n.2, p.33, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2316980X25634>. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/enflo/article/view/25634>>. Acesso em: 02 abril 2019.

CALVETE, E. O.; TESSARO, F. Ambiente protegido - Aspectos gerais. In: PETRY, C. (Ed.). **Plantas ornamentais: Aspectos para a produção**. 2.ed. Passo Fundo: UPF - Editora, 2008. p.24–46.

CARNEVALLI, R.A.; SILVA, S.C.D.; FAGUNDES, J.L.; SBRISSIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.D.; PINTO, L.F.D.M.; PEDREIRA, C.G.S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton-85 (*Cynodon* spp.) sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.7–15, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000100002>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162001000100002&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162001000100002&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 12 junho 2019.

CARVALHO, P.; DOMICIANO, L.F.; MOMBACH, M.A.; NASCIMENTO, H.L.B.; CABRAL, L.D.S.; SOLLENBERGER, L.E.; PEREIRA, D.H.; PEDREIRA, B.C. Forage and animal production on palisadegrass pastures growing in monoculture or as a component of integrated crop–livestock–forestry systems. **Grass and Forage Science**, v.74, n.4, p.650-660, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12448>. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gfs.12448>>. Acesso em: 20 junho 2020.

CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO SUSTENTÁVEL DAS PASTAGENS, 2005, Maringá. **Anais**. Maringá: UEM, 2005.

CARVALHO, P.C.F.; PRACHE, S.; DAMASCENO, J.C.O. Processo de pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Porto Alegre, 1999. **Anais**. Porto Alegre: SBZ, 1999.

CASTRO, A.C.; JÚNIOR, L.; BRITO, J.; SANTOS, N.D.F.A.D.; MONTEIRO, E.M.M.; AVIZ, M.A.B.D.; ARCIA, A.R. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. **Ciência Rural**, v.38, n.8, p.2395–2402, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000800050>. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782008000800050&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782008000800050&script=sci_arttext)>. Acesso em: 12 junho 2019.

CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C. Forrageiras tropicais tolerantes ao sombreamento. In: JORNADA DA PRODUÇÃO ECOLÓGICA DE RUMINANTES NO SEMIÁRIDO, Mossoró, 2011. **Anais**. Mossoró: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2011.

CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C. **Boas práticas para a implantação de sistemas silvipastoris**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/595889/1/COT50.pdf>. Acesso em: 12 junho 2019.

CASTRO, C.R.T.D.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.919–927, 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35981999000500003&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35981999000500003&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 12 junho 2019.

CRISÓSTOMO, L.A.; PIMENTEL, C.R.M.; MIRANDA, F.R.; OLIVEIRA, V.H. Cajueiro-anão precoce. In: CRISÓSTOMO, L.A.; ALEXEY N. (Ed.). **Aduando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. p.50–69.

DA SILVA, S.C. Comportamento animal em pastejo. IN: 23º SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. 2006, Piracicaba - SP. **Anais**. Piracicaba, 2006. Disponível em: <http://atividaderural.com.br/artigos/530b8763b8fed.pdf>

DIAS-FILHO, M. B. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. In: SIMPÓSIOS DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA João Pessoa, 2006. **Anais**. João Pessoa: SBZ, 2006.

DURLO, M.A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v.8, n.1, p.55, 1998. DOI: <https://doi.org/10.5902/19805098351>. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50981998000100055&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50981998000100055&script=sci_arttext&tlng=pt)>. Acesso em: 03 abril 2020.

EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL. **Dados meteorológicos mensais - estação Embrapa Agrossilvipastoril.xlsx**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agrossilvipastoril/estacao-meteorologica>>. Acesso em: 23 janeiro 2019.

EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K. **Uso de animais na avaliação de forrageiras**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1998. p.59. Disponível em: [http://www.cnpdc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc\\_pdf/DOC074.pdf](http://www.cnpdc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc_pdf/DOC074.pdf). Acesso em: 18 junho 2020.

FERREIRA, D.J.; ZANINE, A.M.; SOUTO, S.M.; DIAS, P.F. Capim tanzânia (*Panicum maximum*) sob sombreamento e manejo de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.225, p.81-

91, 2010. Disponível em: <<http://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v59n225/art9.pdf>>. Acesso em: 01 junho 2020

FERREIRA, F.A.; MILANI, D. Avaliação de resistência de clones de eucalipto às infecções naturais de *Cryphonectria cubensis*, com nova metodologia. **Revista Árvore**, v.28, n.2, p.313–316, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622004000200018>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622004000200018&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622004000200018&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 03 abril 2020.

FEY, R.; CONTRO MALAVASI, U.; MALAVASI, M.M. Silvopastoral system: A review regarding the family agriculture. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.02, n.02, p.26–41, 2015. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v2i2.265>. Disponível em: <<http://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/265>>. Acesso em: 15 junho 2019.

FIKE, J.H.; BUERGLER, A.L.; BURGER, J.A.; KALLENBACH, R.L. Considerations for establishing and managing silvopastures. **Forage and grazinglands**, v.2, n.1, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1094/FG-2004-1209-01-RV>. Disponível em: <<https://www.agronomy.org/publications/fg/abstracts/2/1/2004-1209-01-RV>>. Acesso em: 15 maio. 2019.

FONSECA, D.M.DA; SANTOS, M.E.R.; MARTUSCELLO, J.A. Importância das forrageiras no sistema de produção. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.) **Plantas forrageiras**. Viçosa: Editora UFV, 2010. p. 1–27.

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; DÜRR, J.W. Qualidade e valor nutritivo de forragem. In: FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-brasileira**. 2. ed. Brasília: Embrapa Brasília, 2012. p.27–50.

GARCIA, R.; ROCHA, F.C.; BERNARDINO, F.S.; GOBBI, K.F. Forrageiras utilizadas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: **Manejo integrado: integração agricultura pecuária**. Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 331–351.

GARCIA, A.R., GIRO, A., BERNARDI, A.C.C., PEZZOPANE, J.R.M., PEDROSO, A.F., GUIMARAES, E.S., MENDES, E.D.M., LEMES, A.P., ROMANELLO, N., BOTTA, D. Comportamento de fêmeas bovinas de corte em pastagens sem arborização, avaliado por sistema wireless de monitoramento. Circular Técnica 82, Embrapa Pecuária Sudeste: São Carlos, p.9, 2018. DOI: 10.13140/RG.2.2.20560.76802 Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Alberto\\_Bernardi/publication/330521008\\_Comportamento\\_de\\_femeas\\_bovinas\\_de\\_corte\\_em\\_pastagens\\_sem\\_arborizacao\\_avalidado\\_por\\_sistema\\_wireless\\_de\\_monitoramento/links/5c45cf65299bf12be3d8dd73/Comportamento-de-femeas-bovinas-de-corte-em-pastagens-sem-arborizacao-avalidado-por-sistema-wireless-de-monitoramento.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alberto_Bernardi/publication/330521008_Comportamento_de_femeas_bovinas_de_corte_em_pastagens_sem_arborizacao_avalidado_por_sistema_wireless_de_monitoramento/links/5c45cf65299bf12be3d8dd73/Comportamento-de-femeas-bovinas-de-corte-em-pastagens-sem-arborizacao-avalidado-por-sistema-wireless-de-monitoramento.pdf)>. Acesso em: 25 maio. 2020.

GAUTIER, H. Tillering Responses to the Light Environment and to Defoliation in Populations of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) Selected for Contrasting Leaf Length. **Annals of Botany**, v.83, n.4, p.423–429, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1006/anbo.1998.0840>. Disponível em: <<https://academic.oup.com/aob/article-lookup/doi/10.1006/anbo.1998.0840>>.

GIUSTINA, C.D.; CARNEVALLI, R.A.; ROMANO, M.R.; ANTONIO, D.B.A.; GARCIA, L. Silvopastoral systems with Tifton-85 grass and tropical fruit trees. In: X SIMPÓSIO SOBRE FORRAGICULTURA E PASTAGENS E VI CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, Lavras, 2015. **Anais**. Lavras: CONFOR, 2015. P. 271- 274. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1038784/1/ANAISCONFOR2015.pdf>>.

Acesso em: 15 maio. 2019.

GIUSTINA, C.D.; CARNEVALLI, R.A.; ROMANO, M.R.; ANTONIO, D.B.A.; ECKSTEIN, C. Growth of different fruit tree species in silvopastoral systems during the establishment phase. **Revista Caatinga**, v.30, n.4, p.1040–1049, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252017v30n425rc>. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-21252017000401040&lng=en&tIng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21252017000401040&lng=en&tIng=en)>. Acesso em: 20 maio. 2019.

GUERRA, A.G. Agronegócio da goiaba. In: GUERRA, A.G.; MENDONÇA, V.; MENDONÇA, L.F.M. (Ed.) **Agronegócio das frutas**. Natal: Clube de Autores, 2008. p.73-74

GUERRA, A.G. **Manual de fruticultura tropical**. Natal: Clube de Autores, 2011.

GUIMARÃES FILHO, C.; SOARES, J.G.G. Efeito do consórcio com ovinos na produtividade da mangueira irrigada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.22, n.1, p.102–105, 2000. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/133971>>. Acesso em: 20 maio. 2020.

GUIMARÃES FILHO, C.; SOARES, J.G.G. Fruti-Ovinocultura: Limitações e possibilidades de consorciar ovinos com fruteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE/ SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AGRONEGÓCIO DA CAPRINOCULTURA LEITEIRA, João Pessoa, 2003. **Anais**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2003. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/152177/1/OPB1108.pdf>>. Acesso em: 15 maio. 2020.

INMET. **Instituto nacional de meteorologia**, 2019. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/inicio.php>>. Acesso em: 20 maio. 2019.

KARKI, U.; GOODMAN, M.S. Cattle distribution and behavior in southern-pine silvopasture versus open-pasture. **Agroforestry Systems**, v.78, n.2, p.159–168, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9250-x>. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10457-009-9250-x>>. Acesso em: 23 janeiro. 2020.

KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Forage quality responses of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> perennial grasses to shade. **Crop Science**, v.33, n.4, p.831–837, 1993. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1993.0011183X003300040040x>. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1993.0011183X003300040040x>>. Acesso em: 23 janeiro. 2020.

LEMAIRE, G., CHAPMAN, D., HODGSON, J., ILLIUS, A.W. The ecology and management of grazing systems. **Chapter**, v.1, p.3-24, 1996.

LEMAIRE, G., CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). The ecology and management of grazing systems, CAB International, Wallingford, UK. pp. 3–35.

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

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

LI-COR. **Area meter: LI-3100C**; Instruction Manual. Lincoln: 2004. 60p. Disponível em <<https://licor.app.boxenterprise.net/s/awx131fx4myskrahi8ql>> Acesso 30 julho 2020.

LI-COR. **Plant canopy analyzer: LAI-2200**; Operating manual. Lincoln: 1992. 179p. Disponível em: <<https://www.licor.com/documents/6n3conpja6uj9aq1ruyn>> Acesso 30 julho 2020.

LIMA, M.A.; PACIULLO, D.S.; MORENZ, M.J.; GOMIDE, C.A.; RODRIGUES, R.A.; CHIZZOTTI, F.H. Productivity and nutritive value of *Brachiaria decumbens* and performance of dairy heifers in a long-term silvopastoral system. **Grass and forage science**, v.74, n.1, p.160-170, 2019a. DOI: 10.1111/gfs.12395. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gfs.12395>>. Acesso em 12 junho 2020.

LIMA, M.A.; PACIULLO, D.S.; SILVA, F.F.; MORENZ, M.J.; GOMIDE, C.A.; RODRIGUES, R.A.; BRETAS, I.L.; CHIZZOTTI, F.H.M. Evaluation of a long-established silvopastoral *Brachiaria decumbens* system: plant characteristics and feeding value for cattle. **Crop and Pasture Science**, v.70, n.9, p.814-825, 2019b. DOI: <https://doi.org/10.1071/CP19027>. Disponível em: <<https://www.publish.csiro.au/cp/CP19027>>. Acesso em 12 junho 2020.

LIMA, P.R.; MALAVASI, U.C.; ECCO, M.; ROSSET, J.S. Espécies lenhosas nativas com potencial de uso em sistema silvipastoril em Mato Grosso do Sul. **Revista Agrogeoambiental**, v.5, n.2, p.67-78, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v5n22013504>. Disponível em:

<<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/504>>. Acesso em 12 junho 2020.

LOPES, L.B.; ECKSTEIN, C.; PINA, D.S.; CARNEVALLI, R.A. The influence of trees on the thermal environment and behaviour of grazing heifers in Brazilian Midwest. **Tropical Animal Health and Production**, v.48, n.4, p.755-761, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1021-x>. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11250-016-1021-x>>. Acesso em: 04 janeiro. 2020.

MADER, T.L.; DAVIES, M.S. Effect of management strategies on reducing heat stress of feedlot cattle: Feed and water intake, **Journal of Animal Science**, v.82, n.10, p.3077-3087, 2004. DOI: <https://doi.org/10.2527/2004.82103077x>.

MAGALHÃES, J.A.; TOWNSEND, C.R.; COSTA, N.L.; PEREIRA, R.G.A. Desempenho produtivo de búfalos em sistemas silvipastoris na Amazônia brasileira. **PUBVET**, v.5, n.27, p.804-810, 2011. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/artigo/1938/p-styletext-align-justify-aligncenterstrongdesempenho-produtivo-de-buacutefalos-em-sistemas-silvipastoris-na-amazocircnia-brasileirastrongp>>. Acesso em: 04 janeiro. 2020.

MAHECHA, L.; ROSALES, M.; MOLINA, C.H.; MOLINA, E.J. Un sistema silvipastoril de *Leucaena leucocephala*-*Cynodon plectostachyus*, In: SANCHES, M.D.; ROSALES, M. (Ed.) **Agroforestería en las Américas**. Roma: FAO. p.407-419, 1999.

MARQUES, J.A.; CALDAS NETO, S.F.; GROFF, A.M.; SIMONELLI, S.M.; CORASA, J.; ROMERO, L.; ZAWADSKI, F.; ARAÚJO, P.F. Comportamento de bovinos mestiços em confinamento com e sem acesso a sombra durante o período de verão. **Campo Digital**, v.1, n.1, p.54-59, 2006.

MAURÍCIO, R. M.; SOUSA, L.F.; FERREIRA, A.L.; MOREIRA, G.R.; GONÇALVES, L.C. Alimentação De Bovinos Leiteiros Em Sistemas Silvopastoris. In: GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. (Ed.) **Alimentação de gado de leite**. Belo Horizonte:

FPEMVZ, 2009. p. 268–303.

MELLO, A.C.T.D.; CARNEVALLI, R.A.; SHIRATSUCHI, L.S.; LOPES, L.B.; XAVIER, D.B. Improved grazing activity of dairy heifers in shaded tropical grasslands. **Ciência Rural**, v.47, n.2, p.1–7, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160316>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782017000200652&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782017000200652&lng=en&tlng=en)>. Acesso em: 18 abril. 2020.

MELO, J.T.; ZOBY, J.L.F. **Espécies para arborização de pastagens**. Planaltina: Embrapa, 2004. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/569247>>. Acesso em: 16 dezembro 2019.

MENEZES, R.S.C.; SALCEDO, I.H. Influence of tree species on the herbaceous understory and soil chemical characteristics in a silvopastoral system in semi-arid. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, n.3, p.817–826, 1999. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/1802/180218348009.pdf>>. Acesso em: 21 julho. 2019.

MEROTTO JUNIOR, A.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G.; ALMEIDA, M.L.D. Interferência das plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de soja e arroz através da qualidade da luz. **Planta Daninha**, v.20, n.1, p.9–16, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582002000100002>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-83582002000100002&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582002000100002&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 11 dezembro. 2019.

NATALE, W.; PRADO, R.M.; QUAGGIO, J.A.; MATTOS JUNIOR, D. Goiabeira. In: CRISÓSTOMO, L.A.; NAUMOV. (Ed.) **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. p. 104–124.

OLIVEIRA, T.K.; FURTADO, S.C.; ANDRADE, C.M.S.; FRANKE, I.L. **Sugestões para Implantação de Sistemas Silvopastoris**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2003. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/500817/1/doc84.pdf>>.

OLIVEIRA, V.; FAGUNDES, J.L.; NETO, J.A.S.; VALENÇA, R.L.; SANTOS, A.C.P.; RANGEL, J.H.A. Comportamento ingestivo diurno de bovinos em sistema silvipastoril na região do sertão sergipano. **Revista Científica de Produção Animal**, v.13, n.1, p.1–6, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v13n1p1-6>. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/1492-rcpa/v13n01/16403-comportamento-ingestivo-diurno-de-bovinos-em-sistema-silvipastoril-na-regiao-do-sertao-sergipano.html>>. Acesso em: 20 maio. 2019.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.4, p.573–579, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2007000400016&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2007000400016&lng=pt&tlng=pt)>.

PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.D.M.; CASTRO, C.R.T.D.; SOBRINHO, F.D.S.; CARVALHO, C.A.B.D. The growth dynamics in Brachiaria species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.270–276, 2011a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000200006>. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982011000200006&script=sci\\_abstract&tlng=es](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982011000200006&script=sci_abstract&tlng=es)> Acesso em: 20 maio. 2020.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.D.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema

agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1176–1183, 2011b. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100204X201100100009>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S01002042011001000009&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01002042011001000009&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 01 outubro. 2019.

PAIVA, J.R.D.; SANTOS, F.J.D.S.; CACAU, J.B.; SOUZA, R.N.M.D.; SOBRAL, A.R.A. Policultivo com diferentes espécies fruteiras de valor econômico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.1, p.81–87, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000100011>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542006000100011&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542006000100011&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 18 março 2020.

PARSONS, A.J.; CHAPMAN, D.J. The principles of pasture and utilization. In: **Grass: its production & utilization**. Okehampton: British Grassland Society, 1998. p.31–80.

PEDREIRA, C.G. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Recife, 2002. **Anais**. Recife: SBZ, 2002.

PEDREIRA, C.G.S. Gênero *Cynodon*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas forrageiras**. Viçosa: Editora UFV, 2010. p. 107–191.

PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L.De; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais**. Piracicaba: SBZ, 2001.

PEIXOTO, C.P. PEIXOTO, M.F.S.P. Dinâmica do crescimento vegetal: Princípios básicos. In: CARVALHO, C.A.L. (Ed.) **Tópicos em Ciências Agrárias**. Cruz das Almas : Nova Civilização LTDA, 2009. p.37–54.

PEREIRA, L.G.R.; VOLTOLINI, T.V.; MORAES, S.A.; ARAGÃO, A.; BRANDÃO, L.; CHIZZOTTI, M. Integração lavoura-pecuária-floresta (ilPF): Sistema de integração fruticultura pecuária. In: II SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO, Petrolina, 2009. **Anais**. Petrolina: UNIVASF, 2009. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/574050/1/OPB2511.pdf>. Acesso em: 26 janeiro 2020.

PHILLIPS, C.J.C. The welfare of dairy cows. In PHILLIPS, C.J.C. (Ed.) **Cattle Behaviour and Welfare**. 2.Ed., Blackwell: Science LTDA 2002. p.19-20.

PINTO, L.F.D. M.; SILVA, S.C.D.; SBRISIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.D.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.439–447, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000300001>. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162001000300001&script=sci\\_abstract&tlng=es](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162001000300001&script=sci_abstract&tlng=es)>. Acesso em 18 junho 2020.

PIRES, M.F.A.; PACIULLO, D.S.C.; PIREZ, J.A.A. Conforto animal no Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **Informe Agropecuário**, v.31, n.257, p.81–89, 2010.

PIRES, M.F.A.; VERNEQUE, R.S.; VILELA, D. Ambiente e comportamento animal na produção do leite. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.211, p.11-21, 2001.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MOLETTA, J.L.; PONTES, L.; OLIVEIRA, E.B.; PELISSARI, A.; FACCIO, P.C.C. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.32, n.70, p.67–76, 2012. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/342/267>>. Acesso em: 29 dezembro 2019.

RICCI, G.D.; ORSI, A.M.; DOMINGUES, P.F. Estresse calórico e suas interferências no ciclo de produção de vacas de leite: Revisão. **Veterinária e Zootecnia**, v.20, n.3, p.1–30, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/140889>. Acesso em 12 janeiro 2020.

RODRIGUES, M M.; SANTOS, M S.; LEAL, T M.; OLIVEIRA, M E.; MOURA, R L.; ARAÚJO, D.D.C. Comportamento de ovinos em sistema silvipastoril com cajueiro. **Revista Científica de Produção Animal**, v.14, n.1, p.1–4, 2012a. DOI: <http://dx.doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v14n1p1-4>. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1017789/1/ArtigoTaniaRCAP2012.pdf>. Acesso em 22 fevereiro 2020.

RODRIGUES, O.; FONTANELI, R.S.; COSTENARO, E.R.; MARCHESE, J.A.; SCORTGANHA, A.C.N; SACCARDO, E. Bases fisiológicas para o manejo de forrageiras. In: FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. (Ed.) **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na região sul-brasileira**. Brasília: Embrapa, 2012b. p.59–125.

RODRIGUES, C.O.D.; ARAÚJO, S.A.D.C.; VIANA, M.C.M.; ROCHA, N.S.; BRAZ, T.G.D.S.; VILLELA, S.D.J. Light relations and performance of signal grass in silvopastoral system. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v.36, n.2, p.129–136, 2014.

ROGÉRIO, M.C.P.; ARAUJO, G.G.L.; ALVES, M.J.; NEIVA, J.N.M.; COSTA, H.H.A. Resíduos de frutas na alimentação de gado de leite. In: GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. (Ed.) **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. p.43–64.

SALLA, L.E.; PIRES, M.F.A.; MORAES, D.F.; DIAS, M.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, B.C. Efeito da disponibilidade de sombra sobre o conforto térmico de novilhas leiteiras. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.3343–3346, 2009.

SALLES, I.; BUCKERIDGE, M. Alometria e arquitetura de árvores. **Revista da Biologia**, v.12, n.1, p.17–20, 2014. DOI: 10.7594/revbio.12.01.04. Disponível em: <http://ib.usp.br/revista/node/168>. Acesso em 22 dezembro 2019.

SANTOS, B.R.C.; VOLTOLINI, T.V.; SALLA, L.E. Comportamento de Pastoreio - Behavior of grazing. **Redvet**, v.11, n.4, p.1–33, 2010. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> -<http://revista.veterinaria.org>.

SANTOS-SEREJO, J. A. **Fruticultura tropical espécies regionais e exóticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 121p.

SAS INSTITUTE INC. **SAS OnDemand**. Disponível em: <https://odamid-usw2.oda.sas.com/SASStudio/>. Acesso em 28 outubro 2020.

SCHULZ, D.G.; ASTAGNARA, D.D.; ALEIXO, V.; MALAVASI, U.C.; OLIVEIRA, P.S. R.; MALAVASI, M.M. Sistema silvipastoril no oeste paranaense com *Jatropha curcas* L. e Tifton. **Cadernos de Agroecologia**, v.5, n.1, p.1–5, 2010.

SCHÜTZ, K.E.; ROGERS, A.R.; POULOUIN, Y.A.; COX, N.R.; TUCKER, C. B. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.1, p.125–133, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2416> Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2416>. Acesso em 22 dezembro 2019.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2ed. Viçosa: UFV, 1990. 165p.

SILVA, F. S.; DOMINCIANO, L.F.; GOMES, F.J.; SOLLENBERGER, L.E.; PEDREIRA, C.G.S; PEREIRA, D.H; PEDREIRA, B.C. Herbage accumulation, nutritive value and beef

cattle production on marandu palisadegrass pastures in integrated systems. **Agroforestry Systems**, , v.3, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00508-3>.

SILVA, F.A.; FORTES, F.O.; RIVA, D.; SCHORR, L.P.B. Caracterização de índices morfométricos para *Araucaria angustifolia* plantada na região Norte do Rio Grande do Sul. **Advances in Forestry Science**, v.4, n.3, p.143–146, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v4i3.5111>. Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/afor/article/view/5111> Acesso em: 02 janeiro 2020.

SILVA, I.J.O. Ambiência na produção de animais em clima quente: In: SIMPÓSIO BRASILEIRO NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1998, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1998.

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.443–451, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000300007>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982009000300007&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982009000300007&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 13 janeiro 2020.

SOBRINHO, S. Sistemas agrossilvipastoris na ovinocultura e integração com outras espécies animais. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.3, n 4, p.35–41, 2009.

SOLLENBERGER, L.E.; CHERNEY, D. Evaluating forage production and quality. In: **Forages: The science of grassland agriculture**. v.2, p.97-110, 1995. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Lynn\\_Sollenberger/publication/283329420\\_Chapt\\_7\\_Evaluating\\_forage\\_production\\_and\\_quality/links/56b9fc5908ae9d9ac67f4315/Chapt-7-Evaluating-forage-production-and-quality.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Lynn_Sollenberger/publication/283329420_Chapt_7_Evaluating_forage_production_and_quality/links/56b9fc5908ae9d9ac67f4315/Chapt-7-Evaluating-forage-production-and-quality.pdf). Acesso em: 07 janeiro 2020.

SOUSA, B.M. Alimentação da novilha leiteira. In: GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. (Ed.) **Alimentação de gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ-Editora, 2009. p.68–99.

SOUZA, F.X.D.; COSTA, J.T.A.; COELHO, E.L.; MAIA, A.D.H.N. Comportamento vegetativo e reprodutivo de clones de cajazeira cultivados na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.2, p.293–300, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000200012>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-66902012000200012&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902012000200012&lng=pt&nrm=iso&tlng=en). Acesso em: 30 janeiro 2020.

SPECTRAPEN SP100. **Operation Manual**. Drasov: 2014. 25p. Disponível em [https://handheld.psi.cz/documents/SpectraPen\\_SP100\\_Manual.pdf](https://handheld.psi.cz/documents/SpectraPen_SP100_Manual.pdf) Acesso 30 julho 2020

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fotossíntese: Reações luminosas. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. (Ed.) **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. São Paulo: Artmed Editora, 2017. p.139-170.

THORNTHWAIT, C.W.; MATHER, R.J. 1955. The water balance. Drexel Institute of Technology, Centerton, NJ, USA. 2002. 690p.

TUCKER, C.B.; ROGERS, A.R.; SCHÜTZ, K.E. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. **Applied Animal Behaviour Science**, v.109, n.2–4, p.141–154, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.03.015>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168159107001037> Acesso em: 04

abril 2020.

VAN SOEST, R.M.W. Demosponge distribution patterns. In: VAN SOEST, R.W.M., VAN KEMPEN, T.M.B., BRAEKMAN, J.C. (Ed.) **Sponges in Time and Space**. Balkema, Rotterdam, 1994. DOI: <https://doi.org/10.25110/arqvet.v11i1.2008.2278>. Disponível em: <<https://www.revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/view/2278>>. Acesso em: 10 maio 2020.

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 of Dairy Science**, v.74, n.10, p-3583–3597, 1991. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2). Acesso em: 12 dezembro 2019.

VEIGA, J.B., ALVES, C.P., MARQUES, L.C.T., VEIGA, D.F. **Sistemas silvipastoris na Amazônia oriental**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 63p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/391738/1/OrientalDoc56.pdf>>. Acesso em 14 maio 2020.

VIDAL NETO, F.C.; BARROS, L.M.; CAVALCANTI, J.J.V.; MELO, D.S. Melhoramento genético e cultivares de cajueiro. In: BARROS, L. D. M. (Ed.). **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1995. p.481–508.

VIEIRA, E.L. Produtividade Vegetal: Principais Fatores. In: CARVALHO, C.A.L. (Ed.). **Tópicos em Ciências Agrárias**,. 1.ed. Cruz das Almas: Nova Civilização Ltda, 2019. p. 74–89.

WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops: Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, v.11, n.1, p.41–76, 1947. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/42907002>>. Acesso em: 09 janeiro 2020.

WELCH, J.G.; HOOPER, A.P. Ingestion of feed and water. In: CHURCH, D.C. (Ed.). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Reston, 1988. p.108-116.

WINK, C.; MONTEIRO, J.S.; REINERT, D.J.; LIBERALESSO, E. Parâmetros da copa e a sua relação com o diâmetro e altura das árvores de eucalipto em diferentes idades. **Scientia Forestal**, v.40, n.93, p.57–67, 2012. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr93/cap06.pdf>. Acesso em: 19 janeiro 2020.

ZANINE, A M.; VIEIRA, B.R.; FERREIRA, D.J.; VIEIRA, A.J.M.; LANA, R.P., CECON, P. R. Comportamento ingestivo de diversas categorias de bovinos da raça girolanda, em pasto de *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu. **Arquivos de ciências veterinárias e zoologia da UNIPAR**, v.11, n.1, p.35–40, 2008. DOI: <https://doi.org/10.25110/arqvet.v11i1.2008.2278>. Disponível em: <<https://www.revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/view/2278>>. Acesso em: 10 maio 2020.

ZANOTTI, J. PARIS, M.; KULLMANN, J.R.; MENEZES, L.F.G.; DANNER, M.A.; KUSS, F. Desenvolvimento de fêmeas leiteiras mediante o uso de leite cru ou sucedâneo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.14, n.2, p.153—161, 2015.