



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA**  
**PROGRAMA DE DOUTORADO EM ZOOTECNIA**

**VARIAÇÕES MICROCLIMÁTICAS SOBRE A PRODUÇÃO DE**  
**CAPRINOS EM SISTEMAS SILVIPASTORIS**

**GILMARA DA SILVA MIRANDA**

**Zootecnista**

**SALVADOR - BA**

**MARÇO – 2023**

**Gilmara da Silva Miranda**

**VARIAÇÕES MICROCLIMÁTICAS SOBRE A PRODUÇÃO DE  
CAPRINOS EM SISTEMAS SILVIPASTORIS**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado  
em Zootecnia, da Universidade Federal da  
Bahia como requisito parcial para obtenção  
do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dra. Adriana Regina Bagaldo

Coorientador: Prof. Dra. Daniele Rebouças Santana Loures

**SALVADOR – BA**

**MARÇO – 2023**

Dados internacionais de catalogação-na-publicação  
(SIBI/UFBA/Biblioteca Universitária Reitor Macedo Costa)

Miranda, Gilmara da Silva.

Variações microclimáticas sobre a produção de caprinos em sistemas silvipastoris / Gilmara da Silva Miranda. - 2023.  
64 f.: il.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Regina Bagaldo.

Coorientadora: Profa. Dra. Daniele Rebouças Santana Loures.

Tese (doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Salvador, 2023.

1. Zootecnia. 2. Ruminantes - Nutrição. 3. Caprinos - Alimentação e rações. 4. Agrossilvicultura. 5. Pastagens. 6. Brachiaria decumbens. 7. Desenvolvimento sustentável. I. Bagaldo, Adriana Regina. II. Universidade Federal da Bahia. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

CDD - 636.39

CDU - 636.39


# VARIAÇÕES MICROCLIMÁTICAS SOBRE A PRODUÇÃO DE CAPRINOS EM SISTEMAS SILVIPASTORIS

Gilmara da Silva Miranda

Tese defendida e aprovada para obtenção do grau de  
Doutor em Zootecnia


Salvador, 02 de março de 2023

Comissão examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 ADRIANA REGINA BAGALDO  
Data: 03/03/2023 10:19:23-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>


---

**Dr. Adriana Regina Bagaldo**  
**UFBA**  
**Orientadora / Presidente**

Documento assinado digitalmente  
 AMERICO FROES GARCEZ NETO  
Data: 06/03/2023 15:45:19-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>


---

**Dr. Américo Froes Garcez Neto**  
**UFBA**

Documento assinado digitalmente  
 LUCIANA GERDES  
Data: 03/03/2023 14:42:26-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>


---

**Dra. Luciana Gerdes**  
**IZ-APTA**

Documento assinado digitalmente  
 BRAULIO MAIA DE LANA SOUSA  
Data: 09/03/2023 05:42:54-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

**Dr. Bráulio Maia de Lana Sousa**  
**UFS**

Documento assinado digitalmente  
 KENNYSON ALVES DE SOUZA  
Data: 14/03/2023 01:50:26-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Dr. Kennyson Alves de Souza**  
**UFRB**

## **EPIGRAFE**

“O começo de todas as ciências é o espanto de as coisas serem o que são”.

Aristóteles

## AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, quero agradecer a Deus, por ter me abençoado e permitir a chegada desse momento! Contigo as minhas inseguranças permanecem adormecidas. Tu és o meu refúgio e a minha fortaleza.

Aos meus pais, Antônio Miranda Neto e Elizete Vitória da Silva, que por muitas vezes se doaram para que eu pudesse realizar os meus sonhos. Essa conquista não será só minha, mas nossa. Tudo que alcancei na minha vida só foi possível graças ao amor, apoio e dedicação de vocês. Sempre me conduzindo a agir com respeito, simplicidade, dignidade, honestidade e amor ao próximo.

À minha orientadora Profa. Dra. Adriana Regina Bagaldo, pela orientação, que teve início na graduação seguida pelo mestrado e finalmente doutorado. Obrigada pela confiança no meu trabalho, pelo respeito, parceria, ensinamentos, pela compreensão e conselhos ao longo desses anos.

A minha coorientadora Profa. Dra. Daniele Loures pela confiança, orientação e compreensão, pela paciência e por prontamente me ajudar sempre que a procurei.

Muito obrigada aos membros do Programa de Pós-graduação em Zootecnia pelo suporte, em especial aos professores do programa. Seus ensinamentos foram muitos e contribuíram positivamente para a minha formação acadêmica, bem como ao secretário Kleber, pelo pronto atendimento, competência e agilidade sempre que solicitado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo amparo financeiro durante o período do doutorado.

Agradeço também a todos da equipe durante a execução do experimento, Reizane, Victor Gabriel, Wedson, Diana, Lorena, Ana Natália, Gabriela, Álvaro, Janice, pessoas com as quais tive o prazer de conviver e que muito me ajudaram. Sem vocês nem sei como seria possível. Muitíssima obrigadíssima galera!

A Everaldo responsável pelo setor de Agroecologia da UFRB, sempre disponível para ajudar e aconselhar na resolução dos problemas durante a execução do experimento.

A técnica do laboratório de bromatologia da UFRB, Silvane Santos sempre muito prestativa e eficiente. Você é show demais!

A pós Doutoranda, Ana Patrícia pelo suporte no laboratório e amizade, obrigada por tudo!

Kennyson Alves que me auxiliou muito durante a análise dos dados e a escrita da tese, agradeço imensamente todo o seu tempo disponibilizado!

Meu agradecimento em especial ao meu companheiro Erick Anailton, que esteve presente durante toda essa jornada ao meu lado incondicionalmente, me apoiando nos momentos mais difíceis que não foram raros nesse último ano, sempre me fazendo acreditar que chegaria ao final essa fase difícil porém gratificante. Obrigada por suportar e compreender meus momentos de instabilidade emocional e reclusão!

Aos meus irmãos, familiares e amigos Clesia, Janete, Fabio, Silva, Sivaldo, Vinicius, Valdine, Valeska, Sofia, Luísa, Davi, Ruan, Lara, Fernanda e Mari agradeço pela amizade, carinho e companheirismo de sempre; por estarem sempre torcendo por mim e pela compreensão da minha ausência durante essa longa jornada.

## LISTA DE TABELAS

### CAPITULO 1

Tabela 1. Tempo (minutos/12 h) despendido nas atividades do comportamento ingestivo de caprinos terminados em sistema silvipastoril com diferentes arranjos arbóreos.....	46
Tabela 2. Variáveis microclimáticas nos sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos durante o período de comportamento ingestivo de caprinos <sup>1</sup> .....	47
Tabela 3. Parâmetros fisiológicos de caprinos terminados em sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos.....	48
Tabela 4. Variáveis microclimáticas nos sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos durante avaliação dos parâmetros fisiológicos em caprinos.....	49
Tabela 5. Desempenho de caprinos terminados em sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos.....	50
Tabela 6. Composição química-bromatológica da lâmina foliar e do colmo no pré pastejo de caprinos em sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos.....	51
Tabela 7. Composição química-bromatológica da lâmina foliar e do colmo nos pós pastejo de caprinos em sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos.....	53
Tabela 8. Altura do pasto (cm), interceptação luminosa (IL), e índice de área foliar (IAF) nos tempos de pré e pós pastejo de caprinos em sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos.....	54



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	9
REVISÃO DE LITERATURA .....	11
Sistema agroflorestal .....	11
Plano ABC – Agricultura de baixa emissão de carbono .....	12
Sistema Silvipastoril.....	13
Produção de <i>Brachiaria</i> em sistema silvipastoril .....	14
Uso de espécies Leguminosa como componente arbóreo .....	17
Bem-estar animal e conforto térmico em sistema silvipastoril.....	18
Parâmetros fisiológicos como indicadores de estresse térmico .....	21
REFERÊNCIAS .....	23
INTRODUÇÃO .....	32
MATERIAL E MÉTODOS.....	34
RESULTADOS .....	41
DISCUSSÃO .....	51
CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS .....	57

+

## RESUMO

O Sistema silvipastoril (SSP) compõe uma das modalidades dos sistemas agroflorestais, em que se integram na mesma área os componentes arbóreo, forrageiro e animal afim de explorar suas interações por meio da eficiência no uso dos recursos disponíveis. Esse tipo de sistema pode ser implementado utilizando diferentes combinações de espécies arbóreas, arranjos e densidades de plantio, o que reflete na variação da transmissão da radiação solar pelas árvores no sistema. Dentre os benefícios da adoção dos SSPs é possível destacar os serviços ambientais, econômicos e sociais. Objetivou-se com esse estudo avaliar a produtividade, as composições químicas da pastagem *Brachiaria decumbens*, assim como o desempenho, comportamento ingestivo, e parâmetros fisiológicos de caprinos submetidos a três diferentes arranjos de árvores em sistemas silvipastoris, em relação a uma área de pastagem sem sombreamento. O experimento foi desenvolvido, na estação agroecológica da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas, Bahia, Brasil. Utilizou-se 32 caprinos mestiços da raça Anglo Nubiana com idade média de 7 meses, distribuídos aleatoriamente em 4 tratamentos, 6 períodos de 15 dias, suplementados com ração comercial para caprinos em fase de crescimento. Os animais foram distribuídos em 4 diferentes tipos de sistemas utilizando uma área total de 0,5 ha. A espécie forrageira utilizada foi a *Brachiaria decumbens* e o componente arbóreo principal a *Gliricidia sepium* com os seguintes arranjos: Plantio em linha simples, com árvores disposta em fileira simples obedecendo espaçamento de 3m entre árvores e 12m entre as linhas. Plantio em linha dupla: arranjo com fileiras duplas de árvores, seguindo o espaçamento de 3x3m entre as árvores e 9m entre as linhas; e o plantio em bosque com árvores em aglomerados ao longo da pastagem empregando espaçamento de 3x2m entre árvores, em contraste com a pastagem de *Brachiaria decumbens* sem sombreamento com o intuito de determinar desempenho, coleta de parâmetros fisiológicos e climáticos. No que concerne a determinação da produtividade da pastagem dos sistemas para a composição nutricional foram realizadas avaliações pré e pós pastejo a cada período experimental adotando. As condições microclimáticas indicaram que os sistemas silvipastoris foram mais eficazes na mitigação dos impactos ambientais como a carga térmica radiante, ITGU e ITU, e como resultado diminuíram a temperatura corporal superficial, frequência respiratória e aumentou o bem estar e ganho de peso dos caprinos. Os animais mantidos em SSPs reduziram a frequência de busca por bebedouro, quando comparado ao sistema convencional. A composição química da folha e colmo da *Brachiaria decumbens* durante os tempos de pastejo e os teores de proteína bruta da lâmina foliar foram maiores para os sistemas silvipastoris comparados ao Sistema convencional. Para a altura da pastagem no pré pastejo, foi observada no sistema de bosque maior altura (54,20 cm), seguida dos sistemas de linha simples e dupla e a menor altura foi observada para o controle. É evidenciado pelo estudo que sistemas silvipastoris podem ser utilizados para proporcionar um ambiente mais favorável durante o pastejo. Desse modo, os sistemas silvipastoris podem ser considerados uma alternativa eficaz para a produção de carne caprina

**Palavras-chave:** Sistemas integrados, sustentabilidade, Ruminantes

## ABSTRACT

The silvopastoral system (SSP) comprises one of the modalities of agroforestry systems, in which the tree, forage and animal components are integrated in the same area in order to explore their interactions through efficient use of available resources. This type of system can be implemented using different combinations of tree species, arrangements and planting densities, which reflects on the variation in the transmission of solar radiation by the trees in the system. Among the benefits of adopting SSPs, it is possible to highlight the environmental, economic and social services. The objective of this study was to evaluate the productivity, the chemical compositions of the *Brachiaria decumbens* pasture, as well as the performance, ingestive behavior, and physiological parameters of goats submitted to three different tree arrangements in silvopastoral systems, in relation to a pasture area without shading. The experiment was carried out at the agroecological station of the Federal University of Recôncavo da Bahia, in the municipality of Cruz das Almas, Bahia, Brazil. Thirty-two Anglo Nubian crossbred goats, with an average age of 7 months, were randomly distributed into 4 treatments, 6 periods of 15 days, supplemented with commercial feed for growing goats. The animals were distributed in 4 different types of systems using a total area of 0.5 ha. The forage species used was *Brachiaria decumbens* and the main tree component was *Gliricidia sepium* with the following arrangements: Planting in a single line, with trees arranged in a single row obeying a spacing of 3m between trees and 12m between rows. Planting in double rows: arrangement with double rows of trees, following the spacing of 3x3m between trees and 9m between rows; and the planting of trees in clusters along the pasture using 3x2m spacing between trees, in contrast to the *Brachiaria decumbens* pasture without shading in order to determine performance, collection of physiological and climatic parameters. With regard to the determination of the pasture productivity of the systems for the nutritional composition, pre and post grazing evaluations were carried out at each experimental period adopted. Microclimatic conditions indicated that silvopastoral systems were more effective in mitigating environmental impacts such as radiant thermal load, ITGU and ITU, and as a result, decreased surface body temperature, respiratory rate and increased welfare and weight gain of goats. Animals kept in SSPs reduced the frequency of searching for a drinking fountain, when compared to the conventional system. The chemical composition of the leaf and stem of *Brachiaria decumbens* during grazing times and the crude protein content of the leaf blade were higher for the silvopastoral systems compared to the conventional system. For pasture height in pre-grazing, the highest height (54.20 cm) was observed in the forest system, followed by the single and double row systems, and the lowest height was observed for the control. It is evidenced by the study that silvopastoral systems can be used to provide a more favorable environment during grazing. Thus, silvopastoral systems can be considered an effective alternative for goat meat production.

**Keywords:** Integrated systems, Sustainability, Ruminant

## INTRODUÇÃO

A integração dos componentes arbóreo, animal e forrageiro, também denominada como sistema silvipastoril, surge como uma alternativa de intensificação da produção pecuária. A prática está associada a um aumento na eficiência do uso da terra e à diversificação da renda nas propriedades, gerando produtos adicionais, benefícios ambientais além da redução nas taxas de desmatamento (BALBINO ET AL., 2011).

A busca por sistemas de produção animal sustentáveis tem aumentado, devido a exigência do consumidor, cada vez mais consciente. Diante desse cenário, os sistemas silvipastoril se mostram colaborativos com essas questões que englobam bem-estar animal, por proporcionar sombra e abrigo aos animais e sustentabilidade no processo de produção (BOOM, 2017).

Dessa forma, possuir informações no que se refere a funcionalidade da relação animal e o meio ambiente, contribui para o uso de procedimentos que aumente a efetividade da exploração. São necessárias estratégias de manejo que permitam amenizar os efeitos provocados pelo estresse térmico, como a modificação física do ambiente que é prioridade, por meio do provimento de sombra, abrandando a carga térmica que atinge o animal (SOUZA & BATISTA, 2012).

Esses sistemas podem ser implementados por meio de várias combinações de espécies arbóreas, arranjos e densidades de plantio, o que resulta em diferentes variações na transmissão da radiação solar pelas árvores nesses sistemas (PEZZOPANE et al., 2019), que por sua vez impacta diretamente nas características microclimáticas como a temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento (BALISCEI et al., 2013).

Um dos principais desafios na adoção desse tipo de sistema, são as dificuldades para definição correta dos arranjos arbóreo afim de se evitar efeitos prejudiciais no desenvolvimento do componente forrageiro.

A introdução de árvores na pastagem pode diminuir a produtividade da forragem (PERI et al., 2003), devido à redução na quantidade e qualidade da luz do ambiente. Apesar disso, poucos estudos científicos descreveram o efeito do microclima proporcionado pelas áreas sombreadas sobre o componente forrageiro.

Nesse contexto, por meio deste estudo, objetivou-se avaliar a produtividade, as características químicas e morfológicas da gramínea *Brachiaria decumbens*, bem como

desempenho animal, comportamento ingestivo, e parâmetros fisiológicos de caprinos submetidos a três diferentes arranjos de árvores em um sistema silvipastoril, em contraste com uma área de pastagem sem sombreamento.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Sistema agroflorestal

Os sistemas agroflorestais são definidos como sistemas que consorciaram a floresta com culturas de importância agrônômica que ocupam uma mesma área, sucessivamente ou de forma rotacionada, com o objetivo de promover efeito sinérgico entre os componentes do sistema, levando em consideração a adequação ambiental e a viabilidade econômica como critério (BALBINO et al., 2011). Os sistemas agroflorestais são sistemas eficientes em que o manejo da terra é feito a partir de uma combinação arguciosa entre diferentes espécies arbóreas, cultivos agrícolas que podem ser consorciados com a produção animal de modo a promover impacto econômico e ecológico na região. Devido à divulgação de resultados e o crescimento de estudos científicos na área de sistemas agroflorestais surgiu a integração lavoura-pecuária-floresta, que adiciona tecnologias destinadas para esses tipos de sistemas de produção (NICODEMO e MELOTTO, 2015).

O que define as diferentes modalidades desse sistema, são as combinações entre os componentes feitas de forma planejada, que visam permitir maior aproveitamento entre as interações pré-existentes. No que se refere, aos diferentes tipos de combinações dos sistemas agroflorestais, podem ser classificados em quatro tipos diferentes segundo Balbino et al. (2011):

Sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (agrosilvipastoril) conhecido por propor a combinação de árvores com culturas de cultivo agrícola com a introdução do componente animal. Nesse tipo de sistema o elemento lavoura pode ser agregado no início da implantação juntamente com o componente florestal ou em regime de ciclos durante o estabelecimento do sistema.

Sistema de integração Lavoura-Floresta (silviagrícola) definido como um sistema agroflorestal que utiliza a combinação de árvores consorciados com os cultivos agrícolas anuais ou perene, que pode ser inserido tanto na fase inicial de implantação ou em ciclos.

Sistemas de integração Pecuária-Floresta (silvipastoril) caracteriza-se por permitir em seu arranjo a presença de árvores juntamente com o componente forrageiro e a presença do animal.

Sistemas de integração Lavoura-Pecuária (agropastoril) é a combinação das culturas com finalidade agrícola com a introdução de animais, de forma rotacionada,

consorciada ou em período diferente, podendo ser em um único ano ou por múltiplos anos na mesma área.

Os sistemas agroflorestais são reconhecidos como uma forma de reduzir a emissão de CO<sup>2</sup> por meio do sequestro de carbono da atmosfera, para mitigação dos efeitos dos gases de efeito estufa. As árvores atuam como sumidouro devido a capacidade de fixar carbono durante o processo de fotossíntese e estocar o carbono residual como biomassa. Dessa forma, o papel das florestas no ciclo de carbono é reconhecido devido a sua proficuidade (MOGNON et al., 2013).

A implantação de árvores, também desempenham papel importante na melhoria da qualidade da água subterrânea, absorvendo o excesso de nutrientes que foram lixiviados abaixo a zona de enraizamento das culturas agrícolas. Esses nutrientes são depois reciclados de volta ao sistema através da rotatividade da raiz e queda de serapilheira, aumentando a eficiência do uso de nutrientes no agro ecossistemas (JOSE, 2009).

### **Plano ABC – Agricultura de baixa emissão de carbono**

Nos últimos anos tem se notado uma crescente preocupação relacionada as questões ambientais, principalmente, devido as projeções do aquecimento global e as possíveis mudanças no clima futuramente. Durante as últimas décadas, foi dada maior atenção aos efeitos das mudanças ambientais sobre o clima (ONU, 2020).

Em meio a realização da 15<sup>a</sup> Conferência das Partes (COP-15), o governo brasileiro anunciou na ocasião, o seu compromisso voluntário em reduzir algo em torno de 36,1% a 38,9% nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) projetadas até 2020, estimando o volume de redução em torno de um bilhão de toneladas de CO<sup>2</sup> equivalente (t CO<sup>2</sup> eq) (MAPA, 2012). Esse compromisso foi reafirmado por mais uma década sendo estendido até 2030, por meio do Plano Operativo do ABC+, que continuará a agir como instrumento promotor da agropecuária sustentável, para o enfrentamento das mudanças climáticas (ONU, 2020).

O Brasil estabeleceu legislação e políticas públicas específicas para direcionar medidas e solucionar problemas relacionados a emissão de GEE, no País (MAPA, 2012). Nesse aspecto, vale salientar que o governo federal, no âmbito do Plano Nacional de

Mudanças Climáticas (PNMC), iniciou o plano setorial de mitigação e adaptação às mudanças climáticas para a concretização da economia de baixo carbono na agricultura (Plano ABC), nesse mesmo plano a ILPF é citado, considerando as modalidades de sistemas como tecnologia e, portanto, incluindo linhas de crédito específicas para o programa (PLANO ABC, 2012; FRACETTO et al., 2017).

Dentre as ações governamentais propostas para alcançar essas metas está o incentivo a adoção de medidas intensiva na agricultura para a recuperação de pastagens degradadas; impulsionar de forma ativa a implementação de sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP); expandir o uso do plantio direto (SPD) e fixação biológica do nitrogênio (FBN) (MAPA, 2012).

A Iniciativa conta com o compromisso do setor agropecuário brasileiro e os seus esforços aplicados no enfrentamento das mudanças no clima. Para tal, fomenta o uso de tecnologias de produção adaptadas às condições tropicais e o contínuo aperfeiçoamento dos sistemas produtivos sobre bases sustentáveis (MAPA, 2021).

### **Sistema Silvistoril**

O Sistema silvistoril é definido como uma modalidade de sistema agroflorestal, em que se associa numa mesma área árvores, forrageiras e animais com o intuito de aumentar interações ecológicas e econômicas entre seus componentes por área de produção (ANDRADE et al., 2012).

O uso do sistema silvistoril permite a conservação do solo, por meio da redução da erosão causada por ventos, da estabilização dos solos, especialmente nas encostas, da ação descompactante das raízes e da atividade microbiana. Além disso, pode reduzir a intensidade no processo de degradação provocado pela alta taxa de pastejo e baixa fertilidade do solo (SILVA et al., 2011; JHARIYA et al., 2018).

De acordo com Almeida et al. (2013) o principal limitante para o sistema silvistoril é o tempo de requerimento necessário pelas árvores até seu estabelecimento, ao atingirem o porte adequado para suportar animais em pastejo. Nesse contexto, a adequada disponibilidade de forragem tende a favorecer o desempenho dos animais em pastejo nesse tipo de sistema.

O sucesso da produção animal utilizando esse sistema depende de um planejamento estratégico que permita um equilíbrio entre os componentes solo, forragem,



árvores e animais, tendo em vista a influência possível entre estes e os fatores climáticos (APOLINÁRIO et al., 2015).

No âmbito dos sistemas pecuários utilizados, as árvores dispersas nas pastagens nativas e corredores da floresta circundante compreendem um ecossistema modificado, onde os componentes naturais compartilham espaço com espécies exóticas, como gramíneas (BOSI et al., 2020). A presença de árvores em áreas com pastagem pode melhorar a produtividade; lucratividade dessas áreas, ao mesmo tempo que contribui para o sequestro de carbono; controle da erosão do solo; melhoria na fertilidade do solo devido ao acúmulo da matéria orgânica, permitindo a ciclagem de nutrientes; promove a biodiversidade, possibilitando novos nichos e habitats para os agentes polinizadores de culturas e inimigos naturais de praga como insetos e doenças (GARCIA e COUTO, 1997, BALBINO et al., 2011).

Há uma gama de estudos sobre o papel ecológico e econômico dessas árvores espalhadas, com a potencialização da dinâmica hídrica melhorando a distribuição do vapor de água, estabilidade da temperatura e umidade. De forma estratégica, essas árvores são reconhecidas como importantes fontes de alimento para o rebanho e para melhorar as condições de microclima nas pastagens (SIQUEIRA et al., 2017). Desse modo, a utilização dos sistemas silvipastoril torna-se uma opção viável, por intensificar e diversificar a produção, não necessitando a abertura de novas áreas para uso na produção. (MURGUEITIO et al., 2011).

### **Produção de *Brachiaria* em sistema silvipastoril**

O Brasil abrange cerca de 154 milhões de hectares destinados a pastagem, quase 20% do seu território total, de acordo com o último censo agropecuário (MAPBIOMAS, 2021). Dentre as principais espécies presente nas pastagens nacional a *Brachiaria decumbens* ganha destaque por ser adaptada a solos ácidos e ser pouco exigentes, considerada dessa forma um dos pilares dos sistemas intensivos brasileiros por muitos anos (BAUER et al., 2011). Um dos principais motivos pelo interesse dos pecuaristas pela espécie *Brachiaria* se dá pelo fato da alta produção de matéria seca por hectare, boa adaptabilidade, facilidade no estabelecimento, persistência além de apresentarem bom crescimento durante a maior parte do ano, incluindo o período seco (COELHO et al., 2014).

A produção e acúmulo de forragem pode ser definido como o resultado dos processos entre o crescimento e senescência de modo que o crescimento das plantas é decorrente da ampliação de folhas e colmos nos perfilhos individuais e do número de perfilhos totais, acompanhado dos padrões de perfilhamento como o aparecimento, a mortalidade e sobrevivência de perfilhos (BIRCHAM e HODGSON, 1983).

Nessa perspectiva, estudos referentes à ecofisiologia de forragens, principalmente atribuído as propriedades morfogênicas e estruturais, possibilitou uma melhor compreensão do processo de crescimento das forragens. Dessa forma as características morfogênicas, detalham a dinâmica da formação e desenvolvimento dos órgãos da planta e são explanadas através da taxa de alongamento da folha, taxa de aparecimento de folha e tempo de vida das folhas além do alongamento dos colmos (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996)

No que se refere aos SSPs, Paciullo et al. (2008) comprovam que a *Brachiaria decumbens* exprime plasticidade fenotípica, devido as variações sazonais climáticas e do sombreamento, o que concede a espécie potencialidade para uso nesse tipo de sistema.

O planejamento para manter um sombreamento moderado é um ponto central para os retornos de forma satisfatórios. A sombra e a biomassa das árvores possuem capacidade de aumentar a disponibilidade de N e demais nutrientes ao solo, proporcionando efeitos positivos na produção e composição química da forragem (SANTOS et al., 2020).

Por causa do sombreamento, as gramíneas podem exibir lâmina foliar e colmo maiores, índice de área foliar menor e área foliar específica mais ampla (PACIULLO et al., 2011; GOMES et al., 2020). Esse tipo de modificação permite maior eficiência durante a captação de luz e dessa forma compensa a redução da radiação fotossintética ativa em áreas sombreadas. Entretanto nesse tipo de condição, as gramíneas forrageiras alteram sua forma de crescimento priorizando um maior desenvolvimento da parte aérea em detrimento das raízes e apresentam taxa de perfilhamento menor (ALMEIDA et al., 2014). O entendimento das respostas morfológicas e fisiológicas das plantas ao sombreamento pode contribuir para o correto planejamento dos sistemas silvipastoris.

Em relação aos fatores de radiação solar e temperatura serem importantes e estarem relacionados a produção de biomassa, os mesmos desempenham papel importante do ponto de vista eco fisiológico. A radiação está ligada à conversão de

energia luminosa para energia química no processo fotossintético (ZHU et al., 25008); no entanto a temperatura está relacionada à eficiência nos processos metabólicos dessa conversão, interferindo especialmente na fase bioquímica da fotossíntese (BONHOMME, 2000).

Outro aspecto importante quando são sombreadas, as gramíneas apresentam diferença no seu valor nutritivo, como maior percentagem de proteína bruta, menor conteúdo de componentes da parede celular e, portanto, maior digestibilidade de matéria seca.

Ainda sobre a influência do sombreamento as gramíneas são mais compassivas na fase de estabelecimento, de forma que, para um nível moderado de sombreamento em torno de 30% a 50%, as espécies *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens* e *Panicum maximum* são classificadas como tolerantes por apresentarem produção razoável em sistema silvipastoril (ALMEIDA et al., 2012).

Nas pastagens de *Brachiaria decumbens* sombreadas ou não, com leguminosas arbóreas, o teor de proteína bruta foi influenciado pelas condições da luz. Nas lâminas foliares, o conteúdo de proteína bruta foi 29% maior na sombra do que pastagens sem sombreamento (PACIULLO et al., 2007). Nesse mesmo estudo foi verificado efeito da condição de luminosidade sobre o teor de fibra em detergente neutro, na espécie *Brachiaria decumbens*, o qual foi mais elevado, quando comparada as pastagens sem sombreamento. O maior conteúdo de fibra em detergente neutro a pleno sol, seria em decorrências da maior disponibilidade de foto assimiladores, e em consequência ocorre maior produção de tecido esclerenquimático, e paredes celulares mais grossas.

Foi verificado também por Paciullo et al. (2007) maior digestibilidade in vitro da matéria seca nas lâminas foliares de *Brachiaria decumbens* produzidas na sombra. A maior digestibilidade in vitro da matéria seca, está relacionado ao maior teor de proteína bruta e redução de fibra em detergente neutro alcançados pelo sombreamento.

Quando os sistemas implantados são dimensionados adequadamente, as árvores e o pasto interagem com sucesso, a fim de otimizar ambas as produções. Além da seleção e uso de espécies forrageiras com tolerância moderada à sombra, o nível de competição no sistema silvipastoril pode ser minimizado pela escolha da espécie arbórea, densidade e arranjo das árvores em relação ao sol e ao relevo da área, bem como pelo uso de técnicas para manejo das copas e desbaste de árvores (POLLOCK et al., 2009).

## Uso de espécies Leguminosa como componente arbóreo

A família botânica Leguminosae caracteriza-se com uma das mais relevantes nos trópicos, possui representantes herbáceos, arbustivos além de arbóreos que se encontram distribuídos em mais de 650 gêneros (POLHIL et al., 1981), com os mais diferentes usos. Por conta dessa diversidade a coloca como estratégica no que se refere a sustentabilidade ecológica, econômica e social. Do ponto de vista ecológico, podemos destacar a ampla adaptação aos diversos biomas brasileiros. A versatilidade das leguminosas nas regiões secas do País por exemplo são um importante recurso utilizado como fonte de nitrogênio, suas raízes estão associadas às bactérias do gênero *Rhizobium*, as quais fazem simbiose originando um número de nódulos que fixam o N<sub>2</sub> atmosférico e transferem para plantas próximas (KABA et al., 2019).

Dentre as leguminosas dessa família a Gliricidia (*Gliricidia sepium*) espécie Natural do México e Américas Central foi introduzida no Brasil, em meados da década de 80, pertencente à família Fabaceae, considerada uma arbórea, que pode atingir crescimento entre 12 a 15 m e 30 a 40 cm de diâmetro do caule. Desde então, tornou-se objeto de interesse comercial e econômico significativo no país, devido aos seus múltiplos usos que incluem, o uso como espécie forrageira com alto valor nutritivo para a alimentação de animais, além de abelhas, bem como, seu uso como planta medicinal (REIS et al., 2012). Propagada por sementes ou estaquias, apresenta rápido crescimento, os frutos são vagens achatadas de coloração verde pálido quando novos e marrons quando maduros.

Esta espécie tem sido amplamente utilizada em sistemas agroflorestais, a sua utilização se dá basicamente devido ao seu potencial como planta pois apresenta boa reprodução, pode ser propagada por sementes, rápido crescimento, resistência a seca, capacidade de regeneração elevada, fácil propagação, além de possuir propriedades que permitem melhorar a qualidade do solo (MATOS et al., 2005; SILVA et al., 2017).

Por ser uma árvore perene, de fácil estabelecimento, apresenta baixo custo de produção de matéria seca. Os animais que pastam em sistema silvipastoril, geralmente consomem a gramínea como fonte principal de forragem, enquanto as porções folhas e ramos da gliricídia servem como complemento forrageiro, contribuindo assim para o incremento dos níveis de proteína da dieta (DUBEUX et al., 2015). A produção de biomassa dessa espécie varia de 2 a 20 toneladas de MS/ha/ano. As folhas apresentam em

sua composição teor de matéria seca de 30% e 20-38% de Proteína bruta (CARVALHO et al., 1997; GAMA et al., 2009; APOLINÁRIO et al. 2015).

Segundo Rangel et al. (2001), o cultivo dessas leguminosas em fileiras e em consorcio com produção de gramínea nas entrelinhas, aumenta a oferta de alimentos para os animais nos períodos de estiagem, além de melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo, o que pode aumentar a sua produtividade. O cultivo da gliricídia conjuntamente com gramíneas, em sistema silvipastoril para pastejo, aumenta a sustentabilidade das pastagens devido a capacidade das leguminosas melhorarem a fertilidade do solo pela deposição de serrapilheira. O nitrogênio fixado biologicamente nesses sistemas é transferido para a pastagem nas formas de excretas, que se caracteriza como segunda via de retorno de nutrientes, pelos animais que têm acesso as folhas ou mesmo a serrapilheira de leguminosa (MLAMBO e MAPIYE, 2015).

### **Bem-estar animal e conforto térmico em sistema silvipastoril**

A implantação de árvores, se faz necessárias para potencializar a produção, prover sustentabilidade das pastagens, fornecer sombra para o conforto dos animais principalmente nos dias mais quentes (ROCHA et al., 2010). Segundo von Keyserlingk et al. (2009) a avaliação do desempenho é um parâmetro importante para o bem-estar animal, no entanto, algumas questões relacionadas ao bem-estar podem estar interligadas ao estado afetivo, como a dor ou o prazer, e/ou a possibilidade de permitir que o animal reproduza o comportamento natural da espécie.

O bem-estar é um conceito multidimensional que engloba a saúde física e mental dos seres vivos e compreende diversos aspectos como conforto, ausência de fome, enfermidade, medo e angústia, além da possibilidade de viver livremente (VON KEYSERLINGK et al., 2009). De modo geral, a definição do bem-estar animal não é simples, requer um vasto conhecimento sobre as espécies e suas afinidades com o ambiente.

A magnitude do estresse térmico é determinada pelos efeitos combinados de alta temperatura e umidade relativa do ar; alta incidência de radiação solar e baixa velocidade do vento; o que aumenta a quantidade de energia que os animais gastam para dissipar seu

calor corporal (SOUZA e BATISTA, 2012) e limita seu crescimento, produção e eficiência reprodutiva (DASH et al., 2016).

O conforto térmico faz parte das condições para o bem-estar animal e talvez o fator principal a ser considerado quando existe a preocupação em tentar promover conforto ao animal em países situados em regiões de clima tropical e subtropical, seja para amenizar a ação do clima ou evitar que os animais sofram de forma severa os efeitos do estresse calórico (PIRES e PACIULLO, 2015).

O impacto gerado pelo estresse térmico no desempenho animal pode ser monitorado através de parâmetros fisiológicos, como temperatura interna e frequência respiratória (ALMEIDA et al., 2013). Isso ocorre porque um dos primeiros sinais visíveis de animais que sofrem de estresse térmico é o aumento da taxa respiratória, um mecanismo fisiológico que promove a perda de calor por evaporação. A variação na frequência respiratória depende da intensidade e duração do estresse a que os animais estão sujeitos.

Portanto, os índices de estresse térmico baseados em variáveis meteorológicas foram desenvolvidos para prever o impacto do estresse térmico no animal (BOHMANOVA et al., 2007). Tais índices são úteis para avaliar o clima geral de uma área, envolvendo avaliações meteorológicas locais como a temperatura do ar, umidade, velocidade do vento, temperatura média radiante e radiação solar, mas as variáveis e seus coeficientes em um determinado índice devem ser consistentes com os mecanismos fisiológicos de troca de calor pelos animais (SILVA et al., 2007).

Em um estudo realizado por Pezzopane et al. (2019), foram observadas mudanças no microclima dos sistemas silvipastoril, induzidas pela presença das árvores, e notadamente houve uma redução na transmissão de radiação solar, resultando em menos horas de estresse térmico animal ( $ITGU > 79$ ), com uma diferença de até 3 h por dia. Além de apresentaram menor carga térmica radiante com diferenças alcançadas de até 22%, quando comparada aos sistemas sem sombreamento

Entre os mecanismos acionados pelo corpo podemos citar diminuição no consumo de alimentos e na taxa metabólica, frequência respiratória elevada, aumento da temperatura retal e ingestão de água, alterações hormonais, sudorese e aumento na taxa metabólica para manter a temperatura (YOUSEF, 1985).

Améndola et al. (2019), em um estudo a respeito do comportamento ingestivo de novilhas em sistemas silvipastoris e em monocultivo de pastagem nos trópicos, evidenciaram maior duração no tempo de ruminação para sistema silvipastoril, e diminuição dos tempos de pastejo ( $269 \pm 0,5$  min) em relação ao sistema convencional ( $350 \pm 5$  min). Os resultados sugerem que a disponibilidade de forragem e o acesso à sombra no sistema silvipastoril permitiram que os animais descansassem por mais tempo e aumentassem o tempo de ruminação, nos horários do dia em que as temperaturas são mais altas. O que potencialmente aumenta o bem-estar e a qualidade de produção, quando comparado com o sistema convencional.

Vieira et al. (2021) observaram que nos horários de temperaturas mais elevadas entre 14h às 16h, os sistemas silvipastoris apresentaram como variáveis climáticas menor temperatura do ar, menor carga radiante térmica além de temperatura da superfície do solo mais baixa, e como consequência, os animais mantidos nessas áreas, exibiram menor valor na temperatura da superfície corporal e menor temperatura retal. Além disso, os animais apresentaram uma necessidade reduzida de utilizar mecanismo fisiológicos de adaptação e expressando comportamentos que indicam um ambiente térmico confortável.

A partir de informações obtidas nas observações de mudanças de comportamento em estudos, é possível aprimorar o manejo animal pelos produtores no campo, de modo que, respostas por meio do comportamento referente as condições ambientais podem ser reflexos do animal em tentar escapar de fatores estressantes (MANCERA et al., 2018).

Caprinos quando expostos as condições severas (fora da zona neutra térmica) desenvolvem mecanismo para se adaptarem, como apresentar picos de horários de pastejo, geralmente sendo no início da manhã e final da tarde, buscar por sombras e elevar o tempo gasto nas atividades de ruminação ou ócio. Esse mecanismo ajudara a reduzir os efeitos sofridos pela recepção da elevada carga térmica radiante, resultado do alto índice de radiação solar incidente (SHAW et al., 2006; LIN et al., 2011; OLIVEIRA E COSTA, 2013).

Embora as variações ambientais não terem recebido atenção devida em pesquisas conduzidas com pequenos ruminantes (ANDRADE et al., 2007), são importantes para auxiliar na compreensão do impacto dos fatores climáticos sobre o bem-estar animal ao se avaliar o comportamento animal, independentemente do tipo de sistema de produção

utilizado, de modo que a ingestão de alimento, o consumo de água e desempenho animal sofram interferência direta do clima.

### **Parâmetros fisiológicos como indicadores de estresse térmico**

A temperatura ambiente representa a principal influência climatológica sobre as variáveis fisiológicas, seguida em ordem de importância pela radiação solar, umidade relativa do ar e velocidade do vento. Em ambientes com temperaturas elevadas, em que a produção de calor excede a dissipação pelos animais, todas as fontes que geram calor endógeno são inibidas, principalmente o consumo de alimento e o metabolismo basal e energético, enquanto a temperatura corporal, a frequência respiratória e a taxa de sudorese aumentam (SOUZA et al., 2007). Essa é a capacidade do organismo de tentar estabelecer o equilíbrio térmico por meio de alterações da temperatura retal, frequência cardíaca e respiratória.

Em um estudo com sistema silvipastoril realizado por Garcia et al. (2011) foi observado que a frequência cardíaca dos animais apresentaram maiores valores no período mais chuvoso do ano e atribuíram essa elevação ao aumento da temperatura e umidade relativa do ar. Com a umidade do ar elevada, o organismo não consegue perder calor pelas formas evaporativas, a fim de dissipar calor pelo pelame; há um aumento do volume sanguíneo nos vasos periféricos e, em consequência, aumenta a frequência cardíaca para compensar a queda na pressão sanguínea (MARAI e HAEEB, 2010).

A temperatura retal (TR) é um parâmetro fisiológico utilizado para avaliar a temperatura corporal, e que expressa o resultado das trocas de calor com o ambiente e a capacidade animal de dissipar o excesso de calor corporal (DAMASCENO e TARGA, 1997), sendo dessa forma um dos parâmetros fisiológicos mais eficiente para determinar a temperatura corporal em pequenos ruminantes, utilizados para avaliar a adaptação fisiológica ao ambiente. Os valores de referência fisiológica para variável TR em caprinos adultos variam entre 38,5 a 40,0°C, valores determinados em condição de repouso e à sombra, (BACCARI JÚNIOR et al., 1996; URIBE-VELÁSQUEZ et al., 2001).



Em relação a frequência cardíaca, podem existir variações nos valores de referência, de acordo com os diferentes grupos genéticos de caprinos, no entanto essa variável ainda é utilizada como indicador, por existir um padrão de alteração nos animais expostos a determinado nível de estresse térmico (LIMA et al., 2014). Em dias com a temperatura do ambiente elevada, pode ocorrer alteração do tônus vagal, o que interfere na intensidade das atividades do centro cardioacelerador e vasoconstritor na medula oblonga, o que promove um aumento na FC, em decorrência da crescente permeabilidade iônica na membrana celular (GUYTON e HALL, 2002)

Garcia et al. (2011) observaram que em sistemas convencionais os animais apresentaram a temperatura do pelame (TP) mais elevada no turno da tarde, concluíram que houve maior exposição à radiação solar difusa, pois o ITGU também estava mais elevado nesse período. Os autores acrescentaram que, constantes aumentos da TP sinalizam que a termorregulação pelas formas dissipativas está comprometida e que, para perder calor para o meio, o organismo dependerá das formas evaporativas (GARCIA et al., 2011).

Por ser utilizada pelo organismo como o primeiro mecanismo ativado para dissipar calor, a frequência respiratória (FR) se constitui um indicador da condição térmico animal utilizada para quantificar a severidade do estresse calórico. Para Ribeiro et al. (2008), em ovinos a faixa de variação da FR de 20 a 36 mov./mim é considerada normal e indica que os animais se encontram em condição térmica de bem-estar e ao ultrapassar 300 mov./min. o animal está em estresse severo (HALES e BROWN, 1974; SILANIKOVE, 2000).

Em condições de estresse térmico, os animais domésticos apresentam aumento dos valores da frequência respiratória à medida que a temperatura ambiente se eleva, posteriormente se elevam também os valores das temperaturas externas e internas do organismo do animal, respectivamente a temperatura da superfície corporal e a temperatura retal (GARCIA et al., 2011).

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. G., BARBOSA, R. A., ZIMMER, A. H. et al. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília: Embrapa, p. 87-94, 2012.
- ALMEIDA, R. G., CARLOS. ANDRADE, M. S, PACIULLO, D. S.C., FERNANDES, P. C.C., CAVALCANTE, A. C. R., BARBOSA R. A., VALLE, C. B. Brazilian agroforestry systems for cattle and sheep. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**. v. 1, n. 1, p. 175-183, 2013.
- ALMEIDA, R.G, RANGEL, J.H.A, CAVALCANTE, A.C.R, Sistemas silvipastoris: produção animal com benefícios ambientais. in congresso nordestino de produção animal, BA. Ilhéus **Anais**. P. 289-306, 2014.
- AMÉNDOLA, F.J. SOLORIO, J.C. KU-VERA, R.D. AMÉNDOLA-MASSIOTI, H. ZARZA, K.F. MANCERA, F. GALINDO, A pilot study on the foraging behaviour of heifers in intensive silvopastoral and monoculture systems in the tropics, **Animal**, v. 13, n 3, P. 606-616, 2019
- ANDRADE, I. S., SOUZA, B. B., PEREIRA FILHO, J. M. Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.2, p. 540- 547, 2007.
- APOLINÁRIO, V.X., DUBEUX JUNIOR, J.C.B., LIRA, M.A., FERREIRA, R.L., MELLO, A.C., SANTOS, M.V., Sampaio, E.V.S.B., Muir, J.P., 2015. Tree legumes provide marketable wood and add nitrogen in warm-climate silvopasture systems. **Agron. J.** 107, 1915–1921, 2015.
- BACCARI JÚNIOR, F. Manejo ambiental da vaca de leite em climas quentes. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, p. 142, 2001.
- BALBINO, L.C., BARCELLOS, A.O., STONE, L.F. (Ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília: Embrapa, p. 22-130, 2011.
- BALISCEI, M. A., BARBOSA, O. R., SOUZA, W., COSTA, M. A. T., KRUTZMANN, A., QUEIROZ, E. O. Microclimate without shade and silvopastoral system during summer and winter. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n.1.p. 49-56, 2013.
- BAUER, M.O., PACHECO, L.P.A., CHICHORRO, J.F., VASCONCELOS, L.V., PEREIRA, D.F.C. Produção e características estruturais de cinco forrageiras do gênero *Brachiaria* sob intensidades de corte intermitentes. **Ciência Animal Brasil**, v.12, n.1, p.17-25, 2011.
- BOHMANOVA, J. Studies on genetics of heat stress in US Holsteins. PhD Diss. Univ. Georgia, **Athens**, GA, p. 122, 2006.

- BOSI, CRISTIAM, PEZZOPANE, JOSÉ RICARDO M. and SENTELHAS, PAULO CESAR. Silvopastoral system with Eucalyptus as a strategy for mitigating the effects of climate change on Brazilian pasturelands. **Academia Brasileira de Ciências**. 2020, v. 92, n. 1, p. 1678-2690, 2020
- BROOM, D.M. Components of sustainable animal production and the use of silvopastoral systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 46, n.8, p. 683-688, 2017.
- CARVALHO FILHO, O. M. et al colocar os autores. *Gliricidia sepium* – leguminosa promissora para regiões semiáridas. Petrolina: **EMBRAPA CPATSA**, 16 p., (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnico, 35), 1997.
- COELHO, J.S., ARAÚJO, S.A.C., VIANA, M.C.M., VILLELA, S.D.J., FREIRE, F.M., BRAZ, T.G.S. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária em sistema silvipastoril com diferentes arranjos espaciais. Semina: **Ciências Agrárias**, v.35, n.3, p. 1487-1499, 2014.
- DAMASCENO J. C., TARGA L. A. Definição de variáveis climáticas na determinação da resposta de vacas holandesas em um sistema “freestall”. **Energia na Agricultura**, v. 12, n.2, p.12-25, 1997
- DASH, S., CHAKRAVARTY, A. K., SINGH, A., UPADHYAY, A., SINGH, M., YOUSUF, S. Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. **Veterinary World** v. 9, n. 3, p. 235-244, 2016.
- FRACETTO, F.J.C., FRACETTO, G.G.M., BERTINI, S.C., CERRI, C.C., FEIGL, B.J., NETO, M.S. Effect of agricultural management on N<sub>2</sub>O emissions in the Brazilian sugarcane yield. **Soil Biol. Biochem.** v.109, p. 205–213, 2017.
- GAMA, T., ZAGO, V., NICODEMO, M., LAURA, V., VOLPE, E., MORAIS, M. Composição bromatológica, digestibilidade "in vitro" e produção de biomassa de leguminosas forrageiras lenhosas cultivadas em solo arenoso. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.1, n.3, p. 560-562, 2009.
- GARCIA, A.R., MATOS, L.B., LOURENÇO JÚNIOR, J.B., NAHÚM, B.S., ARAÚJO, C.V., SANTOS, A.X. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n. 10, p. 1409-1414, 2011.
- GARCIA, R., COUTO, L. Sistemas silvipastoris: tecnologia emergente de sustentabilidade. In: SIMPÓSIO ANUAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., Viçosa, **Anais...** Viçosa: UFV, p. 447-471, 1997.
- GOMES, F. J., PEDREIRA, B. C., SANTOS, P. M., BOSI, C., LULU, J., PEDREIRA, C. G. S. Microclimate effects on canopy characteristics of shaded palisadegrass pastures in a silvopastoral system in the Amazon biome of central Brazil. **Journal of Agronomy**, v. 115, 126029, 2020.
- HALES, J. R. S., BROWN, G. D. Net energetic and thermoregulatory efficiency during panting in the sheep. **Comp. Biochemical Physiology**, v. 49, p. 413-422, 1974.

- JHARIYA, M.K., BANERJEE, A., YADAV, D.K., RAJ, A. Leguminous trees an innovative tool for soil sustainability. In: Meena, R., Das, A., Yadav, G., Lal, R. (Eds.), *Legumes for Soil Health and Sustainable Management*. Springer, Singapore, p. 315–345, 2018.
- JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems*. v.76, n. 1, p. 1-10, 2009.
- JOY A, DUNSHEA FR, LEURY BJ, CLARKE IJ, DIGIACOMO K, CHAUHAN SS. Resilience of Small Ruminants to Climate Change and Increased Environmental Temperature: A Review. *Animals*. 2020, v.10, n.5, p. 867, 2020.
- KABA, J.S., ZERBE, S., AGNOLUCCI, M., SCANDELLARI, F., ABUNYEWA, A.A., GIOVANNETTI, M., TAGLIAVINI, M. Atmospheric nitrogen fixation by gliricidia trees (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) intercropped with cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Plant Soil* v. 435, p. 323–336, 2019.
- LEMAIRE, G., CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Eds.) *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford: CAB International, p. 3-36, 1996.
- LIMA, C. B., COSTA, T. G. P., NASCIMENTO, T. L., LIMA JÚNIOR, D. M., SILVA, M. J. M. S., MARIZ, T. M. A. Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de ovinos em pastejo no semiárido. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, v.2, n.1, p. 26-34, 2014.
- LIN, L., DICKHOEFER, U., MÜLLER, K., WURINA S. A. Grazing behavior of sheep at different stocking rates in the Inner Mongolian steppe, *Applied Animal Behaviour Science*, v.129, n.1, p. 36–42, 2011.
- MANCERA, K., ZARZA, H., LÓPEZ DE BUEN, L., CARRASCO GARCIA, A., MONTIEL PALÁCIOS, F., GALINDO, F. Integrando ligações entre cobertura arbórea e bem-estar do gado na avaliação de sistemas silvipastoris. *Agron. Sustent.* 2018.
- MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC** (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. – Brasília: MAPA/ACS, p. 173, 2012.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (2020-2030): visão estratégica para um novo ciclo** / Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. 2021.
- MAPBIOMAS – Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra do Brasil - Coleção 6, acessado em 18 de abril de 2022 através do link: <https://mapbiomas.org/pastagens-brasileiras-ocupam-area-equivalente-a-todo-o-estado-do-amazonas>

MARAI, I.F.M., HAEEB, A.A.M Buffalo's biological functions as affected by heat stress-A review. **Livestock Science** v. 127, n. 2, p.89-109, 2010.

MATOS, L.V., CAMPELLO, E.F.C., RESENDE, A.S., PEREIRA, J.A.R., FRANCO, A.A. Plantio de Leguminosas Arbóreas para Produção de Moirões Vivos e Construção de Cercas Ecológicas. **Embrapa Agrobiologia**, Seropédica, Rio de Janeiro. 2005.

MLAMBO, V. AND MAPIYE, C. Towards household food and nutrition security in semi-arid areas: What role for condensed tannin-rich ruminant feedstuffs? **Food Research International**, v.76, p. 953-961, 2015.

MURGUEITIO, R. E. et al. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of cattle ranch in glands. **Forest Ecology and Management**, v. 261p. 1654-1663, 2011.

NICODEMO, M.L.F., MELOTTO, A.M., 10 anos de pesquisa em Sistemas Agroflorestais em Mato Grosso do Sul In: Sistemas Agroflorestais A agropecuária sustentável. 1. Ed. Brasília: Embrapa, p.3-27, 2015. OLIVEIRA, S. E. O, COSTA, C. C. M. Respiratory heat loss in Morada Nova sheep in Brazilian semi-arid regions. **Journal Animal Behavior and Biometeorology**, v.1, n.1, p.17-20, 2013.

Organizações das nações unidas, (ONU). 2020. A ONU e o meio ambiente.

PACIULLO, D. S. C., FERNANDES, P. B., GOMIDE, C. A. M., CASTRO, C. R. T., SOBRINHO, F. S., CARVALHO, C. A. B. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 270-276, 2011.

PACIULLO, D. S. C., PORFÍRIO-DA-SILVA, V., CARVALHO, M. M. et al. Arranjos e modelos de sistemas silvipastoris. In: SÍMPOSIO INTERNACIONAL “SISTEMAS AGROSILVIPASTORIS NA AMÉRICA DO SUL”, 2, 2007, Juiz de Fora. Anais. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, p. 20, CD-ROM., 2007.

PACIULLO, D.S.C., CAMPOS, N.R., GOMIDE, C.A.M., CASTRO, C.R.T., TAVELA, R.C., ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v.43, n.7, p.917-923, 2008.

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

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

PEZZOPANE, J. R. M., NICODEMO, M. L. F., BOSI, C., GARCIA, A. R., LULU, J. Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. **Journal of Thermal Biology**, v. 79, p. 103-111, 2019

PIRES M.F.A., PACIULLO, D.S., Bem-estar animal em Sistemas Integrados, In: Alves, F.V., ed. 1. **Sistemas Agroflorestais A agropecuária sustentável**. 1. Ed. Brasília: Embrapa, P. 117, 2015.

PLANO ABC. Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, **MAPA/ACS**, Brasília, p. 173, 2012.

POLLOCK, K. M., MEAD, D. J., MCKENZIE, B. A. Soil moisture and water use by pastures and silvopastures in a sub-humid temperate climate in New Zealand. **Agroforestry Systems**, v.75, n .1, p. 223-238, 2009.

POLHILL, R. M.; RAVEN P.H., STIRTON, C. H. Evolution and systematics of the Leguminosae. In; **Advances in Legume Systematics**, ed. Polhill L.M.& Raven, P.H. p. 1-26, 1981

RANGEL, J. H. de A., CARVALHO FILHO, O. M .de, ALMEIDA, S. A. Experiências com o uso da *Gliricidia sepium* na alimentação animal no Nordeste brasileiro. In: SISTEMAS agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: **Embrapa gado de Leite**, p. 139-152, 2001.

RIBEIRO, N. L.; FURTADO, D. A.; MEDEIROS, A. DE N.; RIBEIRO, M. N.; SILVA, R. C. B.; SOUZA, C. M. S. Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. **Revista Engenharia Agrícola**, v.28, p.614-623, 2008.

REIS, R. C. R., PELACANI, C. R., ANTUNES, C. G. C., DANTAS, B. F., CASTRO, RENATO D. Physiological quality of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (Leguminosae - Papilionoideae) seeds subjected to different storage conditions. **Revista Árvore**. v.36, n.2, p. 229-235, 2012.

ROCHA, W. S. D., SOBRINHO, F. S., CASTRO, C. R. T. colocar todos os autores padronizar et al. Integração-lavoura-pecuária– floresta (ILPF). In: AUAD, M.A. et al. (Org). **Manual de bovinocultura de leite**. Brasília: LK Editora: Belo Horizonte: SENAR-AR/MG, p.183-202. Cap. 5., 2010.

SANTOS, A.R.M., GOMES, F.J., XIMENES, E.S.O.C., ARAGÃO, W.F.D.X. E SILVA, A.C. DA 2020. Efeito do ambiente luminoso em forrageiras de clima tropical em sistemas silvipastoris. **Nativa**. V.8 n. 5, 2020.

SAÑUDO, C., SIERRA, I. Calidad de la canal en la especie ovina. **Ovino**, v.1, p. 127-153, 1986.

SHAW R. A., VILLALBA J. J., PROVENZA F. D. Influence of stock density and rate and temporal patterns of forage allocation on the diet mixing behavior of sheep grazing sagebrush steppe. **Applied Animal Behaviour Science**, v.100, n.3, p. 207–218, 2006.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, n.2, p. 1-18, 2000.

SILVA, A.F., FREITAS, A.D.S., COSTA, T.L., FERNANDES-JÚNIOR, P.I., MARTINS, L.M.V., SANTOS, C.E.R.S., MENEZES, K.A.S., SAMPAIO, E.V.S.B. Biological nitrogen fixation in tropical dry forests with different legume diversity and abundance. **Nutr. Cycl. Agroecosys.** 107, p. 321–334, 2017.

SILVA, C.C.M.F., ROSSIELLO, R.O.P, PACIULLO, D.S.C., GOMES, D.M.S., CARVALHO, C.A.B., RIBEIRO, R.C. Atributos Morfofisiológico e Fitomassa de *Brachiaria decumbens* em um sistema silvipastoril. **Revista Ciência da Vida**, v.31, n.2, 2011.

SILVA, R.G. Biofísica Ambiental: **Os animais e seu ambiente**. Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão – FUNEP, Jaboticabal, São Paulo. 2008.

SILVA, R.G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel. p. 76-116, 2000.

SIQUEIRA, F. F., CALASANS, L. V., FURTADO, R. Q., CARNEIRO, V. M. C., BERG, E. V. D. Murgueitio How scattered trees matter for biodiversity conservation in active pastures. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 250, p. 12-19, 2017.

SOUZA, B.B., BATISTA, N.L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. Revisão de literatura. **Agropecuária Científica no Semiárido**. v.8, n.3, p. 06-10, 2012.

SOUZA, B.B., SILVA, R.M.N., MARINHO, M.L., SILVA, G.A., SILVA, E.M.N., SOUZA, A.P. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n.3, p. 883-888, 2007.

URIBE-VELÁSQUEZ, L. F., OBA, E., BRASIL, L. H. de A., SOUSA, F. N. de WECHSLER, F. S. Efeitos do estresse térmico nas concentrações plasmáticas de progesterona (P4) e estradiol 17-b (E2) e temperatura retal em cabras da raça Pardo Alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, v.388-393, 2001.

VIEIRA, F.M.C., PILATTI, J.A., CZEKOSKI, Z.M.W., FONSÊCA, V.F.C., HERBUT, P, ANGRECKA, S., SOUZA. V. E., MACEDO, V., DOS SANTOS MCR, PAŚMIONKA I. Effect of the Silvopastoral System on the Thermal Comfort of Lambs in a Subtropical Climate: A Preliminary Study. **Agriculture**. v.11, n. 8, p. 790, 2021.

VON KEYSERLINGK, M. A. G., RUSHEN, J., PASSILLÉ, A. M., WEARY, D. M. Invited review: the welfare of dairy cattle – Key concepts and the role of science. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n.9, p. 4101-4111, 2009

YOUSEF, M. K. Stress physiology in livestock. Boca Raton: **CRC Press**.p. 217, 1985.

ZHU, X.-G., LONG, S.P., ORT, D.R. What is the maximum efficiency with which photosynthesis can convert solar energy into biomass? **Current Opinion in Biotechnology**, v.19, n.2, p.153–159, 2008.

## **CAPITULO 1**

---

### **PRODUÇÃO DE CAPRINOS EM SISTEMAS SILVIPASTORIS**



## PRODUÇÃO DE CAPRINOS EM SISTEMAS SILVIPASTORIS

**RESUMO:** As mudanças climáticas são uma realidade e a temperatura da superfície global deverá aumentar substancialmente nos próximos anos. As atividades agropecuárias terão que se adaptar às mudanças climáticas, e também a mitigar esse efeito usando, entre outras estratégias, a conservação e o manejo florestal. Os sistemas Silvopastoris têm sido adotados em áreas de clima tropical, mas seus benefícios no conforto térmico e no desempenho produtivo de caprinos de corte não são completamente elucidados. Portanto, nosso objetivo foi comparar o efeito do microclima de três diferentes arranjos de sistemas silvipastoris com o sistema convencional sem sombreamento e avaliar variáveis desempenho animal, comportamento ingestivo, e parâmetros fisiológicos de caprinos, bem como seus efeitos sobre as características químicas e morfológicas do capim *Brachiaria decumbens*. Foram utilizados 32 caprinos mestiços da raça Anglo Nubiana com idade média de 7 meses, distribuídos aleatoriamente em 4 tratamentos, 6 períodos de 15 dias, suplementados com ração comercial para caprinos em fase de crescimento. As condições microclimáticas indicaram que os sistemas silvipastoris foram mais eficazes na mitigação dos impactos ambientais como a carga térmica radiante, ITGU e ITU, e como resultado diminuíram a temperatura corporal superficial, frequência respiratória e aumentou o bem estar e ganho de peso dos caprinos. Os animais mantidos em SSPs reduziram a frequência de busca por bebedouro, quando comparado ao sistema convencional. A composição química da folha e colmo da *Brachiaria decumbens* durante os tempos de pastejo e os teores de proteína bruta da lâmina foliar foram maiores para os sistemas silvipastoris comparados ao Sistema convencional. Para a altura da pastagem no pré pastejo, foi observada no sistema de bosque maior altura (54,20 cm), seguida dos sistemas de linha simples e dupla e a menor altura foi observada para o controle. É evidenciado pelo estudo que sistemas silvipastoris podem ser utilizados para proporcionar um ambiente mais favorável durante o pastejo. Desse modo, os sistemas silvipastoris podem ser considerados uma alternativa eficaz para a produção de carne caprina

**Palavras-chave:** Conforto térmico, Sistemas integrados, Ruminantes

**ABSTRACT:** Climate change is a reality and the global surface temperature is expected to increase in the coming years. Agricultural activities will have to adapt to climate change, and also to mitigate this effect using, among other strategies, conservation and forest management. Silvopastoral systems have been adopted in areas with a tropical climate, but their benefits in terms of thermal comfort and productive performance of goats are not fully understood. Therefore, our objective was to compare the effect of the microclimate of three different arrangements of silvopastoral systems with the conventional system without shading and to evaluate the variable animal performance, ingestive behavior, and physiological parameters of goats, as well as their effects on the chemical and morphological characteristics of the goat grass *Brachiaria decumbens*. Thirty-two crossbred Anglo Nubian goats, with an average age of 7 months, were randomly distributed into 4 treatments, 6 periods of 15 days, supplemented with commercial feed for growing goats. Microclimatic conditions indicated that silvopastoral systems were more effective in mitigating environmental impacts such as radiant thermal load, ITGU and ITU, and as a result, decreased surface body temperature, respiratory rate

and increased welfare and weight gain of goats. The animals tolerated in SSPs showed behavior observed a reduction in the frequency of searching for a drinking fountain, when compared to the conventional system. For the variables related to the chemical composition of the leaf and stem of *Brachiaria Decumbens* during grazing times, the crude protein contents of the leaf blade were higher for the SSPs compared to the conventional system. The height of the pasture was higher in relation to the height of the pasture in the pre-grazing, the highest height was observed in SPB (54.20 cm), followed by the SPLS and SPLD systems, and the lowest height was observed for the SC. It is evidenced by the study that silvopastoral systems can be used to provide a more favorable environment during grazing. Thus, silvopastoral systems can be considered an effective alternative for goat meat production.

**Keywords:** Thermal comfort, Integrated systems, Ruminants

## INTRODUÇÃO

O sistema silvipastoril é classificado como uma das modalidades do sistema agroflorestal, em que se contemplam numa área os componentes arbóreo, forrageiro e animal de forma integrada, afim de se otimizar o uso da terra por meio do sinergismo desses componentes.

Dessa forma a inserção do componente arbóreo no sistema produtivo, proporciona diversos benefícios, tais como o aumento da biodiversidade, diversificação da renda, conservação do solo, melhorias na qualidade do solo, melhor valor nutritivo da gramínea, bem como proporcionar abrigo aos animais (Balbino et al., 2011; Paciullo et al., 2007).

Esses sistemas podem ser implementados por meio de várias combinações de espécies arbóreas, diferentes arranjos e densidades de plantio, o que confere variações na transmissão da radiação solar pelas árvores nesses sistemas e que vão determinar o microclima característico do ambiente (Pezzopane et al., 2019). Portanto, a definição do espaçamento e arranjos de árvores determinará a condição do ambiente luminoso e microclimático, para o crescimento das forrageiras, assim quanto maior for o espaçamento entre as linhas das árvores, maior será a radiação no estrato herbáceo, favorecendo o acúmulo de biomassa forrageira.

Em razão do sombreamento, especialmente quando é excessivo pode refletir diretamente na morfogênese da planta provocando alterações morfofisiológicas como lâmina foliar e colmo maiores, redução na produção de matéria seca. Em contrapartida pode ocorrer um aumento no teor de proteína bruta e menor conteúdo da parede celular dessas forrageiras (Gomes et al., 2020). De maneira geral, quando há introdução de leguminosas como componente arbóreo, essas espécies trazem diversos benefícios, como a melhoria da qualidade nutricional da gramínea consorciada, devido ao sombreamento aliado a adição do N no sistema, contribuindo para a melhoria da dieta dos animais mantidos nesse tipo de sistema.

Em relação ao componente animal a as alterações microclimáticas provocadas pela presença de árvores no sistema de produção, favorece o bem estar animal e conseqüentemente o desempenho produtivo. Embora as variações ambientais não tenham recebido a atenção devida em pesquisas conduzidas com pequenos ruminantes (Andrade et al., 2007), são importantes para auxiliar na compreensão do impacto dos fatores

climáticos sobre o bem-estar animal ao se avaliar o comportamento animal, independentemente do tipo de sistema de produção utilizado, de modo que a ingestão de alimento, o consumo de água e desempenho animal sofram interferência direta do clima.

Uma vez que o estresse calórico pode provocar alterações no comportamento e fisiologia que por sua vez afetam negativamente o desempenho dos animais, devido principalmente a prioridade no gasto de energia para a manutenção da temperatura corporal dentro da faixa desejável em detrimento do ganho de peso.

No entanto, ainda são escassas as informações sobre o impacto do sistema silvipastoril sobre as respostas produtivas e comportamentais em caprinos de corte.

Dessa forma o sucesso da produção animal utilizando esse sistema depende de um planejamento estratégico que permita um equilíbrio entre os componentes forragem, árvores e animais, tendo em vista a influência possível entre estes e os fatores climáticos (Apolinário et al., 2015).

Objetivou-se com esse estudo avaliar as características químicas e morfológicas do capim *Brachiaria decumbens*, bem como, o desempenho animal, comportamento ingestivo, e parâmetros fisiológicos de caprinos submetidos a três diferentes arranjos de árvores em um sistema silvipastoril, em contraste com uma área de pastagem sem sombreamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), sob número de protocolo 23007.002341/2012-05.

### *Localização, tratamentos e animais*

A implantação do sistema silvipastoril (SSPs) ocorreu no ano de 2014 no setor de agroecologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. A região apresenta solo do tipo Latossolo Amarelo Distrófico Álico Coeso. O clima segundo a classificação de Köppen, fica na transição entre as zonas Am e Aw, com precipitação média anual entre 800 a 1100 mm.

A espécie arbórea utilizada para a composição do sistema silvipastoril foi a Gliricídia (*Gliricidia sepium*). Por se tratar de um sistema agroecológico para o preparo da área não foi utilizado fertilizantes químicos.

Os tratamentos foram constituídos por três diferentes arranjos espaciais em um sistema convencional, compostos por: SC – Sistema convencional (sem sombreamento, utilizado apenas a pastagem *Brachiaria decumbens*), SPLS – Sistema de Plantio em linha simples (espaçamento de 12m entre linhas, e com espaçamento de 3m entre árvores em sentido Leste-Oeste), SPLD – Sistema de plantio em linha dupla (espaçamento de 9m entre linhas e 3x3m entre árvores na direção Leste-Oeste), SPB – Sistema de plantio em bosque (espécies plantadas em conglomerado em espaçamento de 3x2m entre árvores).

A gliricídia foi implantada em novembro de 2017, e apresentavam altura média de 4,2 m no início do experimento. Não foi adotado a realização do corte de uniformização do pasto antes do início do experimento.

Trinta e dois caprinos machos, inteiros, da raça Anglo Nubiana, com idade média de 6 meses e peso inicial médio de  $22,8 \pm 2,1$ , foram alocados em uma área total de 2 ha, dividida em 12 piquetes de 0,16 ha cada, sendo 3 piquetes para cada sistema de arranjo arbóreo, e foram distribuídos 8 animais por tratamento, em que se adotou o período de adaptação de 15 dias, seguidos de 84 dias experimentais. Os animais permaneciam em

cada piquete por um período de 14 dias e posteriormente eram manejados para o piquete seguinte.

Cada grupo animal tinha acesso livre a água e sal mineral ofertado em cocho coletivo com níveis de garantia Cálcio 125 g/kg ( máximo), Cálcio 110 g/kg (mínimo), Fósforo (mínimo) 65 g/kg, Sódio (mínimo) 37 g/kg, Enxofre (mínimo) 15 g/kg, Magnésio (mínimo) 6.000 mg/kg, Cobalto (mínimo) 107 mg/kg, Cobre (mínimo) 150 mg/kg, Iodo (mínimo) 150 mg/kg, Manganês (mínimo) 1.400 mg/kg, Selênio (mínimo) 12 mg/kg, Zinco (mínimo) 4.500 mg/kg, Flúor (máximo) 650 mg/kg, Proteína Bruta (mínimo) 220 g/kg, NNP - Eq. Proteico (máximo) 145 g/kg, NDT Estimado (mínimo) 270 g/kg.

Durante o período da noite os animais permaneciam abrigados em aprisco, onde era ofertado uma ração comercial concentrada, para ganho de peso, em cochos coletivos, obedecendo as recomendações preconizadas pelo fabricante, de 100 g por dia para cada 10 kg de peso vivo animal, e pela manhã às 07:00 os animais eram manejados aos referentes piquetes. Os animais foram pesados no início do período experimental e a cada 15 dias para ajuste no fornecimento do suplemento.

A ração comercial fornecida continha os ingredientes: milho integral moído, farelo de soja, farelo de trigo, melação, cloreto de sódio, calcário calcítico, fosfato bicálcico, ureia, enxofre, óxido de magnésio, iodeto de cálcio, monóxido de manganês, óxido de zinco, selenito de sódio, sulfato de cobalto, sulfato de ferro, vitamina A, vitamina D3, vitamina E, aditivos conservantes, aditivo regulador da acidez e monensina.

Com níveis de garantia: Umidade (máx)130,00 g/kg, Proteína Bruta (mín) 220,00 g/Kg, Fósforo (mín) 5.000,00 mg/kg, Matéria Fibrosa (máx) 80,00 g/kg, Matéria Mineral (máx) 90,00 g/kg, Extrato Etéreo (mín) 25,00 g/kg, Cálcio (máx) 15,00 g/kg, Cálcio (mín) 12,00 g/kg, FDA (máx) 120,00g/kg.

#### *Desempenho animal e amostragem*

Os animais foram pesados no início e final do período experimental para determinar o peso corporal inicial e final, respectivamente. O ganho médio diário foi calculado por meio do ganho de peso total dividido pelo número de dias do experimento (84 dias).

Para avaliação do ganho de peso final os animais foram pesados após permanecerem em jejum solido pelo período de 16 h, mantidos em dieta hídrica.

O acúmulo de forragem foi determinado por meio de gaiolas de exclusão com área de 1 m<sup>2</sup> (100cm X 100cm), que foram acornadas em pontos representativos no início do período de pastejo e retiradas ao final do ciclo, com intervalo de 14 dias entre amostragens. A equação utilizada para os cálculos de acúmulo de forragem foi segundo Davies et al., (1993).

$$AF = MFg - MFp$$

Em que:  $AF$  = acúmulo de forragem;  $MFg$  = massa da forragem no interior da gaiola no último dia de exclusão; e  $MFp$  = massa de forragem na unidade experimental no dia da colocação das gaiolas (Hillesheim e Corsi, 1990).

O acúmulo de forragem (kg/MS/ha) por ciclo de pastejo foi calculado a partir da diferença entre a massa de pré-pastejo do ciclo atual e a massa de forragem no pós-pastejo do ciclo anterior. O acúmulo total foi estimado pelo somatório do acúmulo de cada ciclo de pastejo durante o período de avaliação. A taxa de acúmulo média diária de MS foi obtida pela divisão do acúmulo de forragem total em cada período de avaliação pelo número de dias do período (Salman, et al., 2006).

A altura dos pastos foi monitorada na condição de pré-pastejo e após o pastejo, realizadas 21 leituras por sistema, com o uso de uma régua graduada. A altura de cada ponto correspondeu à altura média do dossel em torno da régua, tendo o plano imaginário da altura média da curvatura das folhas como referência da altura do dossel (Zanine, 2006).

Para avaliação da interceptação luminosa nos dosséis forrageiros, foi utilizado o ceptômetro portátil (modelo PL-80, ACCUPAR), para leituras da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), acima e abaixo do dossel, bem como o índice de área foliar. O percentual de interceptação luminosa foi calculado como a quantidade de RFA interceptada (diferença entre RFA acima do dossel e RFA na base do dossel) dividida pela RFA acima do dossel, e o resultado obtido, multiplicado por 100.

$$RFA = RFA \text{ acima do dossel} / RFA \text{ abaixo do dossel} \times 100.$$

A amostragem da biomassa forrageira foi mensurada na condição de pré e pós-pastejo por meio do quadrado de amostragem com área de 0,25m<sup>2</sup> (50×50 cm), totalizando quatro amostras por parcela.

Na avaliação dos componentes morfológicos da forragem, as amostras de forragem nas condições de pré e pós-pastejo foram separadas de forma manual, com o auxílio de tesouras nas seguintes frações: lâmina foliar, pseudocolmo (bainha + colmo) e material senescente. Em seguida foram secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas.

#### *Composição química*

Foram realizadas análises químicas das amostras de forragens coletadas no pré e pós pastejo para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína Bruta (PB), conforme as técnicas descritas pela AOAC (2005).

Para as análises da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) ocorreram conforme as técnicas descritas por Van Soest (1994), adaptado por Detmann et al. (2012). As correções da FDN para cinzas e proteína foram realizadas de acordo com Mertens et al. (2002) e Licitra et al., (1996), descrito por Detmann et al. (2012). Os carboidratos não fibrosos foram calculados segundo a equação descrita por Detmann et al. (2010) citada abaixo:

$$CNF = 100 - (\%FDN_{cp} + \%PB + \%EE + \%MM)$$

em que: *FDN<sub>cp</sub>* – corresponde a fibra em detergente neutro, corrigida para cinzas e proteínas, *PB* – proteína bruta, *EE* – extrato etéreo, *MM* – matéria mineral.

#### *Atividade do comportamento ingestivo*

Nos períodos experimentais 1,3,5,6, foram realizadas avaliações do comportamento ingestivo dos caprinos das 06:00 as 18:00 adotando o intervalo de 5 minutos entre cada observação durante o período de 12 horas (Johnson e Combs, 1991). Por meio de observadores previamente treinados, posicionados estrategicamente para não interferir no comportamento dos animais. Todos os animais foram marcados com tinta



para facilitar a identificação e permitir que os observadores mantivessem uma distância suficiente para não afetarem o comportamento durante o pastoreio.

Foram avaliados os parâmetros ingestão de leguminosas (IL) quando o animal apreende e ingere as folhas ou colmo das leguminosa, ingestão de gramínea (IG), quando o animal apreende e ingere a gramínea, ócio em pé (OP) e ócio deitado (DE), quando o animal não desenvolve nenhuma atividade das características citadas (nas respectivas posições), ruminação em pé (RP) e ruminação deitado (RD), quando o animal está ruminando nas respectivas posições e (IB) idas ao bebedouro (Silva et al., 2006). Os dados coletados foram utilizados para estimar o tempo despendido em cada atividade, determinado pela soma das repetições.

#### *Parâmetros fisiológicos e climáticos*

Para determinar as respostas fisiológicas dos animais, foram mensurados os parâmetros frequência respiratória, batimentos cardíacos, temperatura da superfície corporal e Temperatura retal no 10º dia dos períodos experimentais 1, 3, e 5, nos horários 08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 obedecendo um intervalo de duas horas entre avaliações, de modo que as coletas de dados climáticos transcorressem de forma simultânea.

A frequência respiratória foi aferida por meio de um estetoscópio flexível, posicionado no nível das primeiras costelas na região torácica direita, e foi mensurado o número de movimentos, contando-os durante 15 segundos, multiplicando o valor obtido por quatro e determinando o número de movimentos respiratórios por minutos (mov/min), preconizados por Diffay et al. (2004).

A frequência cardíaca (FC) foi mensurada com o auxílio de estetoscópio, colocados diretamente na região torácica esquerda, contando-se o número de batimentos cardíacos em 15 segundos e, posteriormente multiplicando-se o resultado por quatro, para cálculo da FC/minuto.

A temperatura da superfície corporal foi aferida utilizando-se o termômetro com luz infravermelha, posicionado a uma distância do animal, direcionando o feixe de luz sobre à superfície do pelo e, de forma instantânea, efetuando a leitura preconizados por Diffay et al. (2004)

A temperatura retal foi obtida através da leitura do termômetro clínico digital, introduzido diretamente no reto dos animais e mantido por dois minutos, até sinal sonoro despertar.

Para a avaliação das temperaturas de bulbo seco e úmido foi utilizado o termo higrômetro bulbo seco e úmido -10+50:1c líquido leitura direta 310 x 90mm, medidas a 1,7 m do solo. Para a coleta da temperatura ambiente, velocidade do vento e nível de luminosidade foi utilizado o aparelho Termo-Higroanemômetro-Luxímetro Digital - LM8000. O monitoramento foi realizado, durante 12 horas com intervalo de 1 hora entre as avaliações.

Para avaliação o índice de temperatura e umidade (ITU), os cálculos foram feitos a partir da equação proposta por Thom (1959) conforme descrito abaixo:

$$ITU = (0,8 \times TA + (UR/100) \times (TA - 14,4) + 46,4)$$

Em que:  $T$  = temperatura do ar °C,  $UR$  = umidade relativa do ar (%).

Foram calculados os índices de temperatura do globo e umidade (ITGU), desenvolvido por Buffington et al. (1981), através da seguinte expressão:

$$ITGU = tg + 0,36 tpo + 41,5$$

Em que  $ITGU$  = índice de temperatura do globo e umidade,  $Tg$  = temperatura do termômetro de globo °C,  $Tpo$  = temperatura do ponto de orvalho °C, 41,5 = constante.

A carga térmica radiante (CTR) foi estimada de acordo com a expressão abaixo descrita por Silva (2000):

$$CTR = 1,053 hc (tg - ta) + \sigma tg^4, W/m^2$$

Em que:  $CTR$  = carga térmica radiante,  $hc$  = coeficiente de convecção do globo negro,  $W/m^2/k$ ,  $Tg$  = temperatura do termômetro de globo negro, °K,  $Ta$  = temperatura do ar, °K,  $\sigma$  = constante de Stephan – Boltzman ( $5,6697 \times 10^{-8} W/m^2/k^4$ ).

*Característica de carcaça*

Ao final do período experimental, os animais foram abatidos em frigorífico comercial após jejum de 16hs, e para a quantificação e avaliação do rendimento de carcaça ao abate, foi obtida por meio da equação:

$$RCQ = PCQ/PCA*100$$

Em que:  $RCQ$  = rendimento de carcaça quente;  $PCQ$ = peso de carcaça quente; e  $PCA$ = peso corporal do animal.

O rendimento de carcaça fria, foi obtido após permanência das carcaças pelo período de 24 h em câmara de refrigeração sob temperatura de 4°C, por meio da seguinte equação (Sañudo e Sierra, 1986):

$$RCF = PCF/PCA*100$$

De modo que:  $RCF$  = rendimento de carcaça fria;  $PCF$  = peso de carcaça fria;  $PCA$ = peso corporal do animal.

#### *Análise estatística*

Os dados quantitativos foram analisados usando o procedimento MIXED do SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) para realizar um experimento completamente aleatório com 4 Sistemas de produção e oito replicações (animal). Todos os dados foram analisados utilizando a aproximação Satterthwaite para determinar o denominador  $df$  para os testes de efeito fixo. As declarações dos modelos para os resultados de desempenho animal, rendimento de carcaça atividades do comportamento ingestivo, parâmetros fisiológicos continham o efeito do peso corpóreo inicial como uma covariável independente. A estrutura de covariância utilizada foi de primeira ordem autorregressiva, o qual forneceu o menor critério de informação Akaike e, portanto, o melhor ajuste para todas as variáveis analisadas. Todos os resultados foram apresentados como média do quadrado mínimo ajustados por covariância. A significância foi definida em  $P \leq 0.05$ .

## RESULTADOS

O tempo gasto com a ingestão de gramínea foi maior para o sistema convencional em todos os períodos avaliados (Tabela 1). Já o tempo de ingestão de leguminosas, que foi avaliado apenas nos sistemas silvipastoris, foram observadas as maiores médias para os sistemas de plantio em linha simples e plantio em bosquete, durante o primeiro período. No segundo período o maior tempo foi observado para o sistema com linhas simples e no sexto período para os sistemas de plantio em linha dupla e bosquete ( $p < 0,05$ ).

O tempo gasto na atividade de ruminação em pé foi maior durante o primeiro período para os animais do sistema em linhas duplas, mas o mesmo comportamento não foi observado nos demais períodos. O tempo despendido em ruminação deitado foi menor para esse sistema (Tabela 1).

Para o tempo gasto em ócio em pé, os animais do sistema convencional apresentaram o menor tempo observado durante o primeiro período, por outro lado o tempo de ócio deitado foi maior (Tabela 1).

Os animais em sistemas silvipastoris apresentaram menor tempo gasto nos eventos de procura por bebedouro em relação ao sistema convencional (Tabela 1).

O sistema convencional apresentou a maior ( $P < 0,05$ ) temperatura de pelame 33,50 °C em relação aos sistemas de plantio em linha simples e, no entanto, não diferiu do bosquete no primeiro período (Tabela 3).

As maiores médias observadas para a frequência respiratória foram para o convencional, que diferiu ( $p < 0,05$ ) dos sistemas de plantio em linha simples, em linha dupla, e em bosquete no período 5 (Tabela 3).

Para a temperatura retal o Sistema convencional e Sistema de plantio em linha simples apresentaram valores maiores ( $P < 0,05$ ) quando comparados com sistema em linha dupla e bosquete no terceiro período de avaliação, mas o mesmo não aconteceu nos demais períodos (Tabela 3).

A frequência cardíaca apresentou as maiores médias para o sistema de plantio em linha dupla e em bosquete e menor para o sistema convencional e em linha simples (Tabela 3).

**Tabela 1.** Tempo (minutos/12 h) despendido nas atividades do comportamento ingestivo de caprinos terminados em sistema silvipastoril com diferentes arranjos arbóreos.

Atividade	SC	SPLS	SPLD	SPB	EPM	P-valor
Tempo gasto (min/12 h)		Período 1				
Ingestão de gramínea	468,1 <sup>a</sup>	243,57 <sup>c</sup>	355,92 <sup>b</sup>	265,96 <sup>c</sup>	16,70	<0001
Ingestão de leguminosa	0,0 <sup>c</sup>	216,42 <sup>a</sup>	90,17 <sup>b</sup>	207,82 <sup>a</sup>	16,6	<0001
Ruminação em pé	79,93 <sup>b</sup>	77,13 <sup>b</sup>	138,30 <sup>a</sup>	70,30 <sup>b</sup>	10,76	0,000
Ruminação deitado	43,02 <sup>ab</sup>	15,55 <sup>b</sup>	17,73 <sup>b</sup>	52,26 <sup>a</sup>	11,52	0,089
Ócio em pé	96,95 <sup>b</sup>	159,40 <sup>a</sup>	102,69 <sup>b</sup>	113,82 <sup>b</sup>	14,06	0,019
Ócio deitado	25,47 <sup>a</sup>	5,26 <sup>b</sup>	8,20 <sup>b</sup>	6,77 <sup>b</sup>	4,81	0,023
Ida ao bebedouro	9,50 <sup>a</sup>	2,65 <sup>b</sup>	6,97 <sup>ab</sup>	3,01 <sup>b</sup>	2,06	0,080
		Período 3				
Ingestão de gramínea	345,48 <sup>a</sup>	167,40 <sup>b</sup>	195,34 <sup>b</sup>	207,49 <sup>b</sup>	23,80	0,000
Ingestão de leguminosa	0,0 <sup>b</sup>	224,19 <sup>a</sup>	229,79 <sup>a</sup>	248,81 <sup>a</sup>	14,22	<0001
Ruminação em pé	97,23 <sup>a</sup>	59,16 <sup>b</sup>	91,19 <sup>a</sup>	75,97 <sup>ab</sup>	9,70	0,047
Ruminação deitado	38,66 <sup>a</sup>	57,66 <sup>a</sup>	34,44 <sup>a</sup>	46,36 <sup>a</sup>	12,00	0,547
Ócio em pé	191,71 <sup>a</sup>	146,95 <sup>ab</sup>	109,39 <sup>b</sup>	116,96 <sup>b</sup>	18,03	0,015
Ócio deitado	36,54	45,63	55,78	22,03	9,76	0,126
Ida ao bebedouro	11,01 <sup>b</sup>	19,00 <sup>a</sup>	4,05 <sup>c</sup>	2,35 <sup>c</sup>	2,04	<0001
		Período 5				
Ingestão de gramínea	411,69 <sup>a</sup>	171,18 <sup>c</sup>	255,51 <sup>b</sup>	195,19 <sup>bc</sup>	23,41	<0001
Ingestão de leguminosa	0,0 <sup>c</sup>	203,87 <sup>a</sup>	126,67 <sup>b</sup>	161,92 <sup>b</sup>	13,34	<0001
Ruminação em pé	76,72 <sup>a</sup>	71,07 <sup>a</sup>	62,30 <sup>a</sup>	47,74 <sup>a</sup>	13,74	0,481
Ruminação deitado	35,18 <sup>b</sup>	34,21 <sup>b</sup>	107,48 <sup>a</sup>	75,26 <sup>ab</sup>	15,67	0,007
Ócio em pé	125,64 <sup>a</sup>	179,36 <sup>a</sup>	79,34 <sup>b</sup>	169,94 <sup>a</sup>	20,54	0,007
Ócio deitado	54,19 <sup>a</sup>	55,72 <sup>a</sup>	85,46 <sup>a</sup>	66,03 <sup>a</sup>	17,49	0,574
Ida ao bebedouro	16,88 <sup>a</sup>	4,56 <sup>b</sup>	3,21 <sup>b</sup>	3,90 <sup>b</sup>	2,32	0,009
		Período 6				
Ingestão de gramínea	333,13 <sup>a</sup>	255,60 <sup>b</sup>	224,00 <sup>bc</sup>	187,99 <sup>c</sup>	21,48	0,000
Ingestão de leguminosa	0,00 <sup>c</sup>	78,04 <sup>b</sup>	111,58 <sup>ab</sup>	157,71 <sup>a</sup>	14,76	<0001
Ruminação em pé	189,54 <sup>a</sup>	112,48 <sup>b</sup>	152,74 <sup>ab</sup>	175,96 <sup>a</sup>	18,44	0,040
Ruminação deitado	70,29 <sup>a</sup>	42,57 <sup>ab</sup>	12,54 <sup>c</sup>	24,43 <sup>bc</sup>	15,07	0,064
Ócio em pé	78,70 <sup>b</sup>	195,41 <sup>a</sup>	191,24 <sup>a</sup>	156,07 <sup>a</sup>	21,32	0,002
Ócio deitado	39,32 <sup>a</sup>	28,67 <sup>a</sup>	21,39 <sup>a</sup>	16,45 <sup>a</sup>	8,94	0,318
Ida ao bebedouro	9,20 <sup>a</sup>	7,22 <sup>ab</sup>	6,49 <sup>ab</sup>	1,36 <sup>b</sup>	2,42	0,154

ISC – Sistema convencional (sem sombreamento, utilizado apenas a gramínea *Brachiaria decumbens*); PLS – Plantio em linha simples (espaçamento de 12m entre linhas, e com espaçamento de 3m entre árvores em sentido Leste-Oeste); PLD – Plantio em linha dupla (espaçamento de 9m entre linhas e 3x3m entre árvores), PB – Plantio em bosque.

**Tabela 2.** Variáveis microclimáticas nos sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos durante o período de comportamento ingestivo de caprinos<sup>1</sup>.

Parâmetro	SC	SPLS	SPLD	SPB
		Período 1		
TA (°C)	22,96	22,98	22,68	22,73
UR (%)	89,66	89,33	87,33	90,00
ITGU	76,91	71,04	73,58	72,14
ITU	68,18	67,09	67,99	67,86
		Período 3		
TA (°C)	23,06	22,75	23,05	22,91
UR (%)	86,83	87,66	84,66	89,00
ITGU	74,62	72,90	74,03	73,30
ITU	68,21	67,80	68,12	68,13
		Período 5		
TA (°C)	25,76	25,03	25,41	25,45
UR (%)	72,33	72,50	73,16	73,00
ITGU	75,73	75,30	76,09	75,08
ITU	71,29	70,26	70,85	70,90
		Período 6		
TA (°C)	26,40	26,05	26,86	26,46
UR (%)	76,45	75,45	74,96	75,55
ITGU	77,17	75,44	76,41	76,45
ITU	73,51	71,98	72,09	72,61

ISC – Sistema convencional (sem sombreamento, utilizado apenas a gramínea *Brachiaria decumbens*); SPLS – Sistema de Plantio em linha simples (espaçamento de 12m entre linhas, e com espaçamento de 3m entre árvores em sentido Leste-Oeste); SPLD – Sistema de Plantio em linha dupla (espaçamento de 9m entre linhas e 3x3m entre árvores), SPB – Sistema de Plantio em bosque.

**Tabela 3.** Parâmetros fisiológicos de caprinos terminados em sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos <sup>1</sup>.

Parâmetros	SC	SPLS	SPLD	SPB	EPM	P-valor
Período 1						
Temperatura do Pelame (°C)	33,50 <sup>a</sup>	30,65 <sup>b</sup>	28,44 <sup>c</sup>	31,87 <sup>ab</sup>	1,01	0,008
Frequência respiratória (mov/min)	32,23 <sup>a</sup>	31,12 <sup>a</sup>	30,35 <sup>a</sup>	28,65 <sup>a</sup>	1,90	0,597
Frequência cardíaca (bat/min)	70,99 <sup>a</sup>	80,09 <sup>a</sup>	79,53 <sup>a</sup>	79,20 <sup>a</sup>	3,07	0,127
Temperatura retal (°C)	38,97 <sup>a</sup>	38,27 <sup>a</sup>	38,78 <sup>a</sup>	38,83 <sup>a</sup>	0,30	0,326
Período 3						
Temperatura do Pelame(°C)	28,73 <sup>a</sup>	30,7 <sup>a</sup>	31,38 <sup>a</sup>	29,62 <sup>a</sup>	8,52	0,432
Frequência respiratória (mov/min)	26,84 <sup>a</sup>	21,81 <sup>b</sup>	25,13 <sup>a</sup>	25,95 <sup>a</sup>	1,39	0,050
Frequência cardíaca (bat/min)	77,33 <sup>b</sup>	79,28 <sup>ab</sup>	82,04 <sup>ab</sup>	83,61 <sup>a</sup>	1,75	0,053
Temperatura retal (°C)	39,52 <sup>a</sup>	38,16 <sup>b</sup>	38,71 <sup>b</sup>	38,94 <sup>ab</sup>	0,34	0,016
Período 5						
Temperatura do Pelame (°C)	33,14 <sup>a</sup>	31,99 <sup>b</sup>	28,61 <sup>b</sup>	29,63 <sup>b</sup>	0,85	0,000
Frequência respiratória (mov/min)	38,59 <sup>a</sup>	30,90 <sup>b</sup>	30,14 <sup>b</sup>	27,50 <sup>b</sup>	1,38	0,000
Frequência cardíaca (bat/min)	77,10 <sup>b</sup>	78,87 <sup>b</sup>	81,78 <sup>a</sup>	83,51 <sup>a</sup>	1,53	0,014
Temperatura retal (°C)	39,16 <sup>a</sup>	38,23 <sup>a</sup>	38,20 <sup>a</sup>	38,77 <sup>a</sup>	0,37	0,216

ISC – Sistema convencional (sem sombreamento, utilizado apenas a gramínea *Brachiaria decumbens*); PLS – Plantio em linha simples (espaçamento de 12m entre linhas, e com espaçamento de 3m entre árvores em sentido Leste-Oeste); PLD – Plantio em linha dupla (espaçamento de 9m entre linhas e 3x3m entre árvores), PB – Plantio em bosquete.

**Tabela 4.** Variáveis microclimáticas nos sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos durante avaliação dos parâmetros fisiológicos em caprinos.

Parâmetro	SC	SPLS	SPLD	SPB
Período 1				
TA (°C)	26,86	26,05	26,56	26,23
UR (%)	81,28	76,18	73,96	75,85
ITGU	74,74	72,38	74,04	74,22
ITU	76,18	75,97	76,09	76,01
CRT (W.m <sup>-2</sup> )	634,73	513,06	586,73	434,06
Período 3				
TA (°C)	27,7	26,35	26,56	27,00
UR (%)	76,33	75,87	74,26	77,70
ITGU	77,01	72,44	74,10	75,62
ITU	76,32	76,12	75,49	76,01
CRT (W.m <sup>-2</sup> )	701,47	536,29	539,29	446,44
Período 5				
TA (°C)	27,38	25,96	26,95	26,75
UR (%)	72,73	74,40	72,88	73,05
ITGU	77,95	73,86	75,77	75,86
ITU	77,61	75,69	76,01	76,68
CRT (W.m <sup>-2</sup> )	643,65	615,01	636,65	506,74

ISC – Sistema convencional (sem sombreamento, utilizado apenas a gramínea *Brachiaria decumbens*); SPLS – Sistema de Plantio em linha simples (espaçamento de 12m entre linhas, e com espaçamento de 3m entre árvores em sentido Leste-Oeste); SPLD – Sistema de Plantio em linha dupla (espaçamento de 9m entre linhas e 3x3m entre árvores), SPB – Sistema de Plantio em bosque.



O ganho de peso total, o ganho de peso diário, o peso de carcaça quente e fria, bem como o rendimento de carcaça fria dos animais mantidos em sistema convencional e sistemas silvipastoris não sofreram variações (Tabela 5).

**Tabela 5.** Desempenho de caprinos terminados em sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos <sup>1</sup>

Parâmetros	SC	SPLS	SPLD	SPB	EPM	P-valor
Peso corpóreo final (kg)	26,84 <sup>a</sup>	29,70 <sup>a</sup>	29,97 <sup>a</sup>	31,02 <sup>a</sup>	1,11	0,078
Ganho médio diário (kg)	0,06 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0,10 <sup>a</sup>	0,11 <sup>a</sup>	0,01	0,080
Ganho total (kg)	5,44 <sup>a</sup>	8,31 <sup>a</sup>	8,58 <sup>a</sup>	9,63 <sup>a</sup>	1,11	0,078
Peso de carcaça quente (kg)	11,63 <sup>a</sup>	12,07 <sup>a</sup>	12,38 <sup>a</sup>	13,73 <sup>a</sup>	12,07	0,116
Peso de carcaça fria (kg)	11,48 <sup>a</sup>	11,95 <sup>a</sup>	12,24 <sup>a</sup>	13,60 <sup>a</sup>	0,60	0,104
Rendimento de carcaça quente (%)	43,17 <sup>a</sup>	40,71 <sup>a</sup>	41,48 <sup>a</sup>	44,11 <sup>a</sup>	1,00	0,104
Rendimento de carcaça fria (%)	54,04 <sup>a</sup>	55,51 <sup>a</sup>	57,24 <sup>a</sup>	63,55 <sup>a</sup>	2,60	0,076

<sup>1</sup>ISC – Sistema convencional (sem sombreamento, utilizado apenas a gramínea *Brachiaria decumbens*); SPLS – Sistema de Plantio em linha simples (espaçamento de 12m entre linhas, e com espaçamento de 3m entre árvores em sentido Leste-Oeste); SPLD – Sistema de Plantio em linha dupla (espaçamento de 9m entre linhas e 3x3m entre árvores), SPB – Sistema de Plantio em bosque.

Os teores de PB da lâmina foliar foram influenciados pelos sistemas estudados, durante o período do pré pastejo, de modo que os sistemas silvipastoris apresentaram os maiores percentuais, em relação ao sistema convencional (tabela 6).

Para os valores médios do EE os sistemas de plantio em linha simples e bosque obtiveram os maiores teores (Tabela 6).

Os teores de lignina do colmo foram influenciados pelo tipo de sistema, com o menor percentual observado para o plantio em linha dupla (Tabela 6). Os percentuais de EE também variaram para essa fração em decorrência do tipo de sistema utilizado, de forma que o sistema de plantio em bosque apresentou maior média (Tabela 6).

**Tabela 6.** Composição química-bromatológica da lâmina foliar e do colmo no pré pastejo de caprinos em sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos

ITEM (g/kg MS)	SC	SPLS	SPLD	SPB	EPM	P-valor
MS (g/kg MN)	330,6	351,7	333,0	320,6	1,495	0,5327
MM	78,3	113,3	73,6	80,4	1,309	0,1573
PB	83,1 <sup>b</sup>	139,8 <sup>a</sup>	156,9 <sup>a</sup>	135,6 <sup>a</sup>	1,007	0,0001
EE	5,10 <sup>b</sup>	11,2 <sup>a</sup>	4,70 <sup>b</sup>	11,4 <sup>a</sup>	0,033	0,0001
HEMI	276,6	290,4	334,2	319,1	2,353	0,5614
CEL	238,1	216,1	185,2	186,1	2,434	0,5351
CNF	225,7	188,6	204,0	222,3	2,414	0,4916
LIG	43,1	40,6	41,4	45,1	0,142	0,1493
FDNcp	557,8	547,1	560,8	550,3	0,791	0,5932
FDAcP	281,2	256,7	226,6	231,2	1,221	0,1050
Fração colmo						
MS	392,3	378,8	387,6	352,3	1,794	0,3454
MM	72,2	79,9	74,5	73,8	0,341	0,4280
PB	52,7	52,9	63,9	66,7	0,713	0,3931
EE	6,80 <sup>b</sup>	5,20 <sup>bc</sup>	4,10 <sup>c</sup>	10,2 <sup>a</sup>	0,080	0,0001
HEMI	316,7	281,7	317,1	258,01	0,470	0,3264
CEL	296,6	342,1	326,8	373,6	2,371	0,4706
CNF	180,2	172,6	155,2	155,5	3,229	0,4450
LIG	74,8 <sup>a</sup>	65,7 <sup>a</sup>	58,4 <sup>b</sup>	62,2 <sup>a</sup>	0,307	0,0081
FDNcp	688,1	689,4	702,3	693,8	1,168	0,8232
FDAcP	371,4	407,7	385,2	435,8	1,742	0,0800

ISC – Sistema convencional (sem sombreamento, utilizado apenas a gramínea *Brachiaria decumbens*); SPLS – Sistema de Plantio em linha simples (espaçamento de 12m entre linhas, e com espaçamento de 3m entre árvores em sentido Leste-Oeste); SPLD – Sistema de Plantio em linha dupla (espaçamento de 9m entre linhas e 3x3m entre árvores), SPB – Sistema de Plantio em bosque.

A composição química da folha da *Brachiaria Decumbens* nos tempos de pós pastejo e os teores médios da matéria mineral foram maiores para o plantio em bosquete e em linha simples (Tabela 7). Os teores de proteína bruta da lâmina foliar foram maiores para os sistemas silvipastoril comparados ao convencional (Tabela 7). A FDN não foi influenciada pelos sistemas. Para os teores de lignina, observou-se efeito ( $p < 0,05$ ) do sistema testado, com os valores de 4,68 e 3,94%, estimados para o convencional e em linha simples, respectivamente (Tabela 7).

Do mesmo modo, para a fração colmo da *Brachiaria Decumbens* nos tempos de pós pastejo, foi observada variação do teor de PB com maiores valores para os sistemas silvipastoris em relação ao convencional (Tabela 7). Os percentuais de lignina também sofreram alteração em função do sistema, o sistema em linha dupla apresentou a menor concentração ( $P < 0,05$ ) em relação aos demais.

Os teores de matéria mineral na lâmina foliar nos pós pastejo foram menores para plantio em linha dupla e convencional, e maiores para o plantio em linha simples e em bosquete. A PB foi menor para o sistema convencional. Lignina foi menor para os plantios em linha simples e em linha dupla. Não foi observada alteração nos teores de FDN e FDA (Tabela 7).

**Tabela 7.** Composição química-bromatológica da lâmina foliar e do colmo nos pós pastejo de caprinos em sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos.

ITEM (g/kg MS)	SC	SPLS	SPLD	SPB	EPM	P-valor
MS (g/kgMN)	332,4	340,0	338,2	300,2	1,289	0,1334
MM	80,7 <sup>ab</sup>	86,0 <sup>a</sup>	76,4 <sup>b</sup>	85,7 <sup>a</sup>	0,255	0,0459
PB	84,8 <sup>b</sup>	124,2 <sup>a</sup>	135,7 <sup>a</sup>	125,4 <sup>a</sup>	1,237	0,0423
EE	10,2	10,9	12,3	11,5	0,052	0,4581
HEMI	299,5	285,7	292,4	332,2	1,715	0,1097
CEL	220,5	214,9	496,8	528,9	2,152	0,2809
CNF	257,5	238,9	235,9	203,8	2,808	0,1222
LIG	46,8 <sup>a</sup>	39,4 <sup>b</sup>	42,9 <sup>ab</sup>	44,7 <sup>a</sup>	0,124	0,0058
FDNcp	566,8	540,0	539,7	573,6	1,111	0,0845
FDAcP	267,3	254,3	247,3	241,4	1,396	0,6007
Fração Colmo						
MS (g/kg MN)	395,2	401,2	380,9	344,7	1,556	0,0763
MM	68,9	74,6	77,7	73,7	0,323	0,3117
PB	29,2 <sup>b</sup>	51,2 <sup>a</sup>	53,2 <sup>a</sup>	63,9 <sup>a</sup>	0,442	0,0002
EE	7,40 <sup>b</sup>	6,0 <sup>b</sup>	6,10 <sup>b</sup>	11,3 <sup>a</sup>	0,096	0,0003
HEMI	296,1	265,3	308,2	292,2	2,359	0,7949
CEL	305,1	346,1	329,7	354,7	2,268	0,1055
CNF	215,8	193,4	170,1	146,2	3,097	0,8698
LIG	77,6 <sup>a</sup>	63,4 <sup>a</sup>	55,3 <sup>c</sup>	58,2 <sup>c</sup>	0,292	0,0001
FDNcp	678,7	674,8	693,0	705,1	0,949	0,1265
FDAcP	382,7	409,5	385,0	412,9	1,352	0,2774

ISC – Sistema convencional (sem sombreamento, utilizado apenas a gramínea *Brachiaria decumbens*); SPLS – Sistema de Plantio em linha simples (espaçamento de 12m entre linhas, e com espaçamento de 3m entre árvores em sentido Leste-Oeste); SPLD – Sistema de Plantio em linha dupla (espaçamento de 9m entre linhas e 3x3m entre árvores), SPB – Sistema de Plantio em bosque.

O sistema de plantio em bosquete apresentou maior altura, altura da pastagem no pré-pastejo (54,20 cm), seguida dos sistemas de plantio em linha simples e em linha dupla, e a menor altura foi observada para o sistema convencional (tabela 8).

Nos pós pastejo, os sistemas de plantio em linha simples, em linha dupla e em bosquete apresentaram altura superior ao convencional, que por sua vez apresentou a menor média (Tabela 8).

A interceptação luminosa foi maior durante o pré pastejo para todos os sistemas silvipastoris em comparação ao Sistema convencional (tabela 8).

Durante os pós pastejo, o sistema plantio em bosquete apresentou as maiores médias, seguidas dos plantios em linha dupla e em linha simples e menor média para o convencional (tabela 8).

Os dados referentes ao índice de área foliar no pré pastejo não foram alterados em função dos sistemas. No entanto nos pós pastejo o Índice de área foliar foi menor para o sistema convencional em relação aos demais sistemas testados (tabela 8).

**Tabela 8.** Altura do pasto (cm), interceptação luminosa (IL), e índice de área foliar (IAF) nos tempos de pré e pós pastejo de caprinos em sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos.

Parâmetro	SC	SPLS	SPLD	SPB	EPM	P-valor
Altura pré pastejo (cm)	37,77 <sup>c</sup>	44,70 <sup>b</sup>	45,87 <sup>b</sup>	54,20 <sup>a</sup>	1,071	0,0001
Altura pós pastejo (cm)	35,20 <sup>c</sup>	39,20 <sup>a</sup>	40,66 <sup>a</sup>	45,88 <sup>a</sup>	0,836	0,0001
IL pré pastejo (%)	76,40 <sup>b</sup>	80,91 <sup>a</sup>	80,27 <sup>a</sup>	79,75 <sup>a</sup>	0,907	0,0003
IL pós pastejo (%)	76,53 <sup>c</sup>	78,10 <sup>b</sup>	80,18 <sup>b</sup>	83,52 <sup>a</sup>	0,925	0,0001
IAF pré pastejo	1,67	1,78	1,80	1,81	0,061	0,3630
IAF pós pastejo	1,57 <sup>b</sup>	1,73 <sup>a</sup>	1,82 <sup>a</sup>	1,84 <sup>a</sup>	0,065	0,0150

ISC – Sistema convencional (sem sombreamento, utilizado apenas a gramínea *Brachiaria decumbens*); SPLS – Sistema de Plantio em linha simples (espaçamento de 12m entre linhas, e com espaçamento de 3m entre arvores em sentido Leste-Oeste); SPLD – Sistema de Plantio em linha dupla (espaçamento de 9m entre linhas e 3x3m entre árvores), SPB – Sistema de Plantio em bosquete.

## DISCUSSÃO

O crescimento populacional e o aumento da demanda global por alimentos exigem maior eficiência no sistema de produção. Desse modo, se faz necessário elevar o potencial de produção nas áreas já antropizadas, ao invés de explorar áreas intocadas. Os benefícios do uso de sistemas integrados de produção têm sido frequentemente relatados em estudos na área, no entanto, seus efeitos diretos na mitigação do estresse térmico, desempenho produtivo de caprinos não são completamente elucidados. No presente estudo, três diferentes arranjos de sistemas silvipastoris e um sistema convencional sem sombreamento foram comparados, demonstrando que as áreas silvipastoris podem melhorar o microclima e determinar o bem-estar dos caprinos.

Nesse estudo, observamos que os sistemas silvipastoris influenciam as variáveis microclimáticas e as características comportamentais dos caprinos. Dentre todos os fatores microclimáticos que interferem no conforto térmico animal em condições tropicais, a radiação solar e a temperatura são as que mais influenciam os animais em condição de pastejo (Alves et al., 2019).

O tempo de ingestão correspondeu a 54% do tempo total despendido pelos animais durante a avaliação, e está de acordo com a literatura que afirma ser esta a atividade predominante para caprinos mantidos em pastagens (Tabela 1).

Nos sistemas silvipastoris, ao se avaliar o tempo de ingestão dos caprinos, foi visível a boa aceitação pelas leguminosa (Tabela 1), entretanto, não se observou em nenhum período avaliado tempo de ingestão de leguminosas superior ao do estrato herbáceo (Tabela 1). Ainda nesses sistemas, observou-se que os animais se agregavam em volta da planta escolhida para pastejo, e assim todas as folhas acessíveis eram pastejadas, e na tentativa de captura das folhas mais altas, os animais apoiavam-se nos ramos, observando-se o pastejo bipedal. Outro aspecto notado, foi o hábito de roer o tronco das leguminosas, logo que as folhas não estivessem mais ao alcance desse grupo de animais.

Ao longo dos períodos houveram variações na temperatura ambiente, um aumento de 3°C na temperatura média do período 6 em relação ao período 1, e essas variações interferiram diretamente nos índices de conforto térmico ITU, ITGU (Tabela 2) em que foi possível observar que os períodos 5 e 6 apresentaram maiores ITGU, e o sistema convencional apresentou as maiores médias 75,73 e 77,17, respectivamente. E como

reflexo deste fenômeno observou-se redução nos tempos de ingestão de gramínea desse tratamento, e conseqüentemente, aumento no tempo das demais atividades de ruminção e ócio em pé e deitado nesses períodos (Tabela 1). Com base nos resultados acima, quando as condições ambientais e climáticas não são favoráveis, o animal reduz a atividade de ingestão como estratégia para reduzir o uso de energia no processo de regulação térmica. O ITGU é um índice preditor para avaliar as condições de conforto térmico, e segundo Pereira et al. (2011), o ITGU de conforto para caprinos deve ficar abaixo de 74, de modo que, valores superiores são considerados capazes de provocar estresse térmico, classificada como condição de alerta (74 a 78), situação verificada nesse estudo para os sistemas convencional. Embora os sistemas arborizados promovam maior conforto térmico, assim como os estudos de Baeta (1985) os valores para índices de conforto estavam dentro da zona de alerta nos períodos 5 e 6.

Os tempos de ruminção em pé e ruminção deitado foram alternados aos longos dos períodos para todos os sistemas estudados, houve um aumento dessa atividade nos períodos 3, 5 e 6 em função da redução nos tempos de ingestão (Tabela1). Os animais, independente do sistema e do período, ruminaram mais tempo em pé que deitado. Tais resultados sugerem que não houve acionamento de mecanismos comportamentais para ajustes fisiológicos com a finalidade de manter a temperatura corporal estável. Entretanto, quando se observa os índices de conforto térmico como o ITU e ITGU ao longo desses períodos os sistemas silvipastoris apresentaram os menores valores, pois a sombra protege os animais do estresse causado pela radiação (Van laer et al., 2015). Portanto, é possível afirmar que o sombreamento proporcionou um melhor microclima para esse grupo de animais. Neste estudo, as avaliações foram feitas durante o dia, e é provável que os animais intensificassem essas atividades à noite, período em que ocorre predominantemente a ruminção, conforme relatado por Pezzopane et al. (2019).

Os animais mantidos nos sistemas silvipastoris reduziram a frequência de ingestão de água (Tabela 2). Animais mantidos em pleno sol têm maior necessidade para reposição de água do que aqueles mantidos em ambiente sombreado (Ferro et al., 2016). Esse maior requerimento por água pode resultar na maior necessidade de dissipar calor por meios evaporativos, mecanismos envolvidos na manutenção da temperatura corporal (Collier e Gebremedhin, 2015) o que pode aumentar o consumo de água. Portanto, os sistemas Silvipastoris foram responsáveis por reduzir a frequência de busca por água, devido um

microclima mais ameno proporcionado pela arborização conforme os índices de conforto observados (Tabela 2).

E esse microclima mais favorável também influenciou na resposta fisiológica dos animais, verificando-se temperaturas do pelame menores nos sistemas silvipastoris, enquanto que no sistema convencional foram maiores nos períodos 1 e 5 (33,50 e 33,14 °C), juntamente com um aumento na frequência respiratória e maior temperatura retal (Tabela 3).

A temperatura corporal é a resposta da energia térmica produzida mais a energia recebida pelo ambiente e a energia térmica dissipada para o meio. Assim, os sistemas com presença de árvores nas pastagens resultaram em menor temperatura da superfície corporal, redução de mais de 2,0 °C, quando comparado ao sistema convencional, além de menores valores de ITU e ITGU, conforme já relatado. Nesse sistema, foi possível observar também maior a incidência de radiação solar e, conseqüentemente, de carga térmica radiante (Tabela 4). Por outro lado, os menores índices para a CRT ocorreram no sistema de plantio em bosquete, que por sua vez apresentaram menores temperaturas de pelame (31,87 e 29,63°C), com redução de até 36,35% da CRT em relação ao sistema convencional (Tabela 4). Este arranjo possui o menor espaçamento entre arvores, portanto, a maior densidade, influenciando assim na quantidade de radiação solar que chega ao sub-bosque do sistema (Oliveira et al., 2007). Em situações de clima tropical, a CTR deve ser a menor possível de forma a possibilitar conforto térmico (Silva, 2000).

Já, a via respiratória é considerada uma das formas mais eficientes de dissipação de calor em pequenos ruminantes. A taxa respiratória permite quantificar a severidade do estresse provocado pelo calor, em que uma frequência de 40-60, 60-80, 80-120 mov/min caracteriza um estresse baixo, médio e alto para os ruminantes, respectivamente (Silanikove, 2000). Os animais desse estudo apresentaram frequência respiratória entre 21,8 a 32,23 mov/m, indicando a não necessidade de acionar os mecanismos de perda de calor sensível pela via respiratória mesmo para o sistema convencional. Quanto a temperatura retal, os animais foram capazes de mantê-la abaixo do limite máximo para a espécie, que é de 39,9 °C (Liu et al., 2012). A falta de diferenças nessas variáveis mostrou que os animais foram capazes de dissipar eficientemente o excesso de calor, uma vez que os caprinos são considerados mais tolerantes ao calor, por ser uma espécie mais adaptada a regiões tropicais.



As leguminosas quando incorporadas ao sistema, além de fornecerem sombra, também permitem a oferta de forragem de melhor qualidade disponível para consumo dos animais, que reflete diretamente no desempenho dos animais sob pastejo (Paciullo et al., 2014). A contribuição do N da leguminosa durante esse ciclo pode ser particularmente importante, pois os caprinos em pastejo consomem a gramínea como fonte de forragem principal, além de consumirem também as folhas e ramos finos das leguminosas como complemento dos níveis de proteína da dieta (Dubeux et al., 2015). Dessa forma é importante ressaltar que a contribuição das leguminosas que poderiam suportar maiores ganhos nesses sistemas juntamente com a condição microclimática mais favorável.

Ressalta-se, também, o efeito positivo do sombreamento sobre os teores de PB da lâmina foliar e colmo (Tabela 6) da forragem disponível para pastejo nos sistemas silvipastoris. Fato este, que se deve principalmente ao aumento na degradação da matéria orgânica bem como a reciclagem de nitrogênio no solo (Wilson, 1996). A grande parte dos benefícios da sombra, sobre os percentuais de PB na forrageira, está diretamente relacionada a maior fertilidade do solo (Xavier et al., 2003).

No que se refere aos constituintes da parede celular de forrageiras sob sombreamento natural, pouca ou nenhuma variação, são encontradas na literatura (Buegler et al., 2006; Paciullo et al., 2007). Normalmente variações nas frações de FDN, FDA e lignina se encontram relacionadas à interação da percentagem de sombra com o estágio vegetativo da planta.

Em condições de sombreamento, há uma tendência de as plantas realizarem o processo do estiolamento ao avançar da idade, observado nesse estudo para o sistema de plantio em bosquete que apresentou as maiores alturas tanto no pré quanto nos pós, seguidas dos plantios em linhas duplas e em linhas simples respectivamente. O estiolamento consiste em um fenômeno comumente observado em plantas C4, tal qual há um alongamento das suas estaturas como o colmo e lâmina foliar para captar luminosidade em ambiente com ausência de iluminação total ou parcial. SPB apresenta como composição um arranjo mais adensado, e as árvores diminuíram a incidência da radiação solar no microclima.

O maior IAF nos sistemas silvipastoris (Tabela 8) resultou em maior competição por luz entre perfilhos, situação que altera a composição espectral da radiação que penetra no dossel, que, de acordo com Morelli e Ruberti (2000), é o que desencadeia o

alongamento do colmo. Já as folhas são os principais órgãos responsáveis pela captação de luz e, portanto, a relação entre IAF e IL é estreita. Fato este observado nos sistemas silvipastoris em que IAF foi maior em relação ao convencional e do mesmo modo houve maior IL (Tabela 8). Pastagens com maior altura apresentaram os maiores valores de IL (Tabela 8). Geralmente quando o pasto intercepta 95% da luz incidente tem-se um valor de IAF dito crítico no qual a taxa de crescimento da cultura estaria próxima de um valor máximo (Brougham, 1956). Dessa forma valores acima de 95%, promove um aumento nas taxas de crescimento e senescência, as quais podem diminuir o valor nutritivo da forrageira (Pedreira et al., 2017).

## **CONCLUSÃO**

Concluimos que a utilização de sombreamento natural devido à presença de componentes arbóreos tem uma influência decisiva na qualidade do microclima criado no interior das áreas de pastagem, fator essencial na promoção do conforto para caprinos. Como resposta, os modelos dos sistemas silvipastoris avaliados foram eficientes para mitigar o estresse térmico dos caprinos. Desse modo, todos os arranjos de sistemas silvipastoris testados nesses estudos, podem ser considerados uma alternativa viável para a produção de carne caprina, pois atendem às premissas de conforto e bem-estar animal.

## REFERÊNCIAS

- AOAC, 2005. Official method of Analysis. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists, Washington DC, Method 950.46B, 967.05, 992.15, and 960.39.
- ANDRADE, I. S., SOUZA, B. B., PEREIRA FILHO, J. M. 2007. Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. *Ciência e Agrotecnologia*, 31, 540- 547.
- ALVES, F. V., SILVA, V. P.; KARVATTE JUNIOR, N. 2019. Bem-estar animal e ambiência na ILPF. In: Bungenstab, D. J., Almeida, R. G., Laura, V. A., Balbino, L. C. & Ferreira, A. D. ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. 207-224.
- APOLINÁRIO, V.X.O., DUBEUX, J.C.B., JR., LIRA, M.A., FERREIRA, R.L.C., MELLO, A.C.L., SANTOS, M.V.F., SAMPAIO, E.V.S.B. and Muir, J.P. 2015, Tree Legumes Provide Marketable Wood and Add Nitrogen in Warm-Climate Silvopasture Systems. *Agronomy Journal*, 107: 1915-1921
- BAETA, F.C.1985. Responses of lactating Dairy Cows to the Combined Effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm Season (ph.D. Thesis) 218, university of Missouri, Columbia.
- BALBINO, L.C., BARCELLOS, A.O., STONE, L.F. (Ed.).2011. Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília: Embrapa, 22-130.
- BROUGHAM, R.M.1956. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pastures. *Australian Journal of Agricultural Research*. 5, 377-387.
- BUERGLER, A.L.; FIKE, J.H.; BURGER, J.A.; FELDHAKE, C.M.; MCKANNA, TEUTSCH, C.D.2006. Forage nutritive value in an emulated silvopasture. *Agronomy Journal*, 98, 1265-1273.
- COLLIER, R.J., GEBREMEDHIN, K.G., 2015. Thermal biology of domestic animals. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 3, 513-532.
- DAVIES, D.A.; FUTHERGILL, M.; MORGAM, C.T.1993. Assessment of contrasting perennial ryegrasses with white clover, under continuous stocking in the uplands. 5 - Herbage production, quality and intake in years 4-6. *Grass and Forage Science*. 48, 213-222.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. E.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M. and Azevedo, J. A. G. 2012 Métodos para análise de alimentos. (INCT – Ciência animal). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 214.
- DIFFAY, B.C.; MCKENZI, D.; WOLF, C.; PUGH, D.G.2004. Abordagem e exame de ovinos e caprinos. In: PUGH, D.G. Clínica de caprinos e ovinos. São Paulo: Roca. 1-19.

- DUBEUX JR, J.C.B., MUIR, J.P., NAIR, P.K.R., SOLLENBERGER, L.E., SILVA, H.M.S AND MELLO, A.C.L. 2015. The advantages and challenges of integrating tree legumes into pastoral systems. p.141-164. In: International Conference on Forage in Warm Climates, Lavras, MG, Brazil.
- EVANGELISTA, A.R., AVILA, C.L.S., CASAGRANDE, D.R.; LARA, M.A. S AND BERNARDES, T.F. eds.UFLA, Lavras FAÇANHA, D.A. E, CHAVES, D.F., MORAIS, J.H.G. 2013.Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. RBSPA, 14,91-103.
- FERRO, D.A.C., ARNHOL, E., BUENO, C.P., MIYAGI, E.S., FERRO, R.A.C., SANTOS, A.P.P., SANTOS, K.J.G., SILVA, B.P.A., 2016. Physiological and behavioral responses of Nellore steers to artificial shading in an intensive production system. Semin. Cienc. Agrar. 37, 2785–2792.
- G. LICITRA., T.M. HERNANDEZ, P.J. VAN SOEST.1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds, Animal Feed Science and Technology, 57, 347-358
- GOMES, F. J., PEDREIRA, B. C., SANTOS, P. M., BOSI, C., LULU, J., PEDREIRA, C. G. S. 2020. Microclimate effects on canopy characteristics of shaded palisadegrass pastures in a silvopastoral system in the Amazon biome of central Brazil. European Journal of Agronomy, 115, 126-134.
- JOHNSON, T.R. AND D.K. COMBS. 1991. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 74, 933-944.
- HABEEB, A.A., MARAI, I.F.M. A, KAMAL, T.H. 1992. Heat stress. In Farm Animals and the Environment, edited by C. Philips and D. Piggens. CAB International. 27- 47.
- HAFEZ. E.S.E. 1987. Reproduction in farm animais 5. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 649.
- HILLESHEIM, A., CORSI, M.1990. Capim-elefante sob pastejo: fatores que afetam as perdas e utilização de matéria seca. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 25, 1233-1246.
- LEMES, A.P., GARCIA, A.R., PEZZOPANE, J.R.M., BRANDÃO, F.B., FUMIE, Y., COOKE, W.R.F., SPONCHIADO, M., CAMPLESI, A.C., MARIO BINELLI, GIMENES, L.U. 2021. Silvo pastoral system is an alternative to improve animal welfare and productive performance in meat production systems. *Scientific Reports*, 11, 14092.
- LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M., VAN SOEST, P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology 57, 347-358.
- LIU HW, CAO Y, ZHOU DW. 2012. Effects of shade on welfare and meat quality of grazing sheep under high ambient temperature. J Anim Sci. 90,4764-4770.

- MERTENS, D. R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles. collaborative study. *Journal of AOAC International*, 1, 1217-1240.
- MORELLI, G.; RUBERTI, I. 2000. Shade avoidance responses. Driving auxin along lateral routes. *Plant Physiology*. 122, 621-626.
- OLIVEIRA, T., K. MACEDO, R. L. G., SANTOS, P. A., HIGASHIKAWA, E. M., VENTURIN, N. 2007. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst.es A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*. 31, 748-757.
- PACIULLO, D. S. C., CARVALHO, C. A. B., AROEIRA, L. J. M., MORENZ, M. J. F., LOPES, F. C. F., ROSSIELLO, R. O. P. 2007. Morfofisiologia e valor nutritivo do capimbraquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42, 573-579.
- PACIULLO, D.S.C., CARVALHO, C.A.B. de; 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, p.573-579, 2007.
- PACIULLO, D.S.C.; PIRES, M.F.A.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; MAURICIO, R.M.; GOMIDE, C.A.M. 2014. Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass-legume pastures shaded by tropical trees. *Animal*. 8, 1264-1271.
- PEDREIRA, C. G. S., BRAGA, G. J., PORTELA, J. N. Herbage accumulation, plant-part composition and nutritive value on grazed signal grass (*Brachiaria decumbens*) pastures in response to stubble height and rest period based on canopy light interception. *Crop and Pasture Science*. 68, p. 62-73, 2017.
- PEZZOPANE, J.R.M., NICODEMO, M.L.F., BOSI, C., GARCIA, A.R., LULU, J. 2019. Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements, *Journal of Thermal Biology*, 79, 103-111.
- PICCIONE, G., GIANESELLA, M., MASSIMO, M., REFINETTI, R., 2013. Daily rhythmicity of core and surface temperatures of sheep kept under thermoneutrality or in the cold. *Res. Vet. Sci*. 95, 261–265.
- SALMAN, A. K. D., SOARES, J. P. G., CANESIN, R. C. 2006. Métodos de amostragem para avaliação quantitativa de pastagens. *Documentos Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*, 1, 1-6.
- SANTANA JUNIOR, H. A.; PINHEIRO, A. A.; CARDOSO, E. O.; ABREU FILHO, G.; SILVA, R. R. 2010. Comportamento ingestivo de bovino a pasto. *Revista Electrónica de Veterinária*, 11, 1695-7504.
- SAÑUDO, C., SIERRA, I. 1986. Calidad de la canal en la especie ovina. *Revista Ovis*, 1, 127-153.

SILVA, R.G. 2000. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel.76-116.

SILVA, R.R., SILVA, F.F., PRADO, I.N., CARVALHO, G.G.P., FRANCO, I.L., ALMEIDA, V.S., CARDOSO, C.P., RIBEIRO, M.H.S., 2006. Comportamento ingestivo de bovinos. Aspectos metodológicos, Archivos de Zootecnia, 55, 293-296.

SILANIKOVE, N.2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed 1059 domestic ruminants. Livestock Production Science. 67,1-18.

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

SOUZA, B.B.; BATISTA, N.L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. Revisão de literatura. 2012. Agropecuária Científica no Semiárido. 8, 06-10.

THOM, E.C., 1959. The discomfort index Weatherwise. 60:12-57.

VAN LAER, E., MOONS, C. P. H., AMPE, B., SONCK, B., VANDAELE, L., DE CAMPENEERE, S., TUYTTENS, F. A. M.2015. Effect of summer conditions and shade on behavioural indicators of thermal discomfort in Holstein dairy and Belgian Blue beef cattle on pasture. Animal. 9, 1536-1546.

VAN SOEST, P.J. 1994 Nutritional Ecology of the Ruminant (2nd edn.), Cornell University Press, Ithaca, NY, 476.

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

XAVIER, D.F. Monitoramento do fluxo de nitrogênio em pastagens de Brachiaria decumbens em monocultura e em sistema silvipastoril. 2009. 105p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ZANINE, A. M., SANTOS, E. M., FERREIRA, D. J. 2006. Principais métodos de avaliação de pastagens. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET, Espanha, 7,1-13.

