

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E NUTRICIONAIS DO  
CAPIM BRAQUIÁRIA E DESEMPENHO DE OVINOS SANTA  
INÊS EM SISTEMAS SILVIPASTORIS**

**Laiza Santos Peixoto**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
2019**

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E NUTRICIONAIS DO CAPIM  
BRAQUIÁRIA E DESEMPENHO DE OVINOS SANTA INÊS EM  
SISTEMAS SILVIPASTORIS**

**Laiza Santos Peixoto**

Zootecnista

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2017

Trabalho de Conclusão apresentado ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal em Nutrição de Ruminantes.

**Orientador(a):** Prof(a). Dr(a). Daniele Rebouças Santana Loures  
**Coorientador:** Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
2019**

## FICHA CATALOGRÁFICA

P379c	<p>Peixoto, Laiza Santos. Características produtivas e nutricionais do capim braquiária e desempenho de ovinos santa inês em sistemas silvipastoris / Laiza Santos Peixoto._ Cruz das Almas, BA, 2019. 75f.; il.</p> <p>Orientadora: Daniele Rebouças Santana Loures. Coorientador: Ossival Lolato Ribeiro.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Plantas forrageiras – Capim-braquiária. 2.Ovino – Produção animal. 3.Sistemas silvipastoris – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 633.202</p>
-------	---

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas – UFRB.  
Responsável pela Elaboração – Antonio Marcos Sarmento das Chagas (Bibliotecário – CRB5 / 1615).  
Os dados para catalogação foram enviados pela usuária via formulário eletrônico.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E NUTRICIONAIS DO CAPIM  
BRAQUIÁRIA E DESEMPENHO DE OVINOS SANTA INÊS EM  
SISTEMAS SILVIPASTORIS**

Comissão Examinadora da Defesa de  
Laiza Santos Peixoto

Aprovada em: 24 de maio de 2019

Prof(a). Dr(a). Daniele Rebouças Santana Loures  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Orientadora

Prof(a). Dr(a). Adriana Regina Bagaldo  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Examinadora interna

Dr(a). Luciana Gerdes  
Instituto de Zootecnia do Governo do Estado de São Paulo  
Examinadora Externa

## **AGRADECIMENTOS:**

À Deus por ter me dado a vida e forças para continuar nos momentos difíceis e por ter colocado pessoas maravilhosas em minha vida.

À minha família pelo apoio e palavras de incentivos em especial à minha mãe e minha avó. Obrigada!

Ao meu namorado Carlos Marques pelos conselhos e compreensão da minha falta de tempo. Obrigada pelo carinho e amor dedicados a mim.

Ao grupo PET Zootecnia pelo auxílio, aos meus estagiários: Luize e Elon e aos demais do grupo que me auxiliaram na realização do experimento, Obrigada sem vocês eu não chegaria aqui!

À minha Orientadora Daniele Loures pela oportunidade, conselhos e orientação e ao meu coorientador Ossival Ribeiro pelo apoio.

Aos demais professores da instituição (UFRB) que me aconselharam e me fizeram acreditar que era capaz de concluir mais essa etapa da vida.

Aos meus amigos que me auxiliaram, em especial à Marisa, Fernanda e Magali que foram o meu ponto de apoio e não me deixaram desistir. Meu muito Obrigada!

À Jeskalândia e a Hackson que foram fundamentais no auxílio da condução do experimento.

Aos meus amigos de Mestrado, em especial: Maiana Rhumas e Caline França pelo companheirismo e amizade sincera.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Enfim obrigada a todos que me ajudaram até aqui eu sou muito grata pelo tempo dedicado a mim.

## CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E NUTRICIONAIS DO CAPIM BRAQUIÁRIA E DESEMPENHO DE OVINOS SANTA INÊS EM SISTEMAS SILVIPASTORIS

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar as características produtivas e nutricionais do capim braquiária e o desempenho de ovinos Santa Inês em sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos na pastagem. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. Os tratamentos principais foram: espécies arbóreas (*Gliricidia sepium* em sua maioria, *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Astronium fraxinifolium*, *Leucaena leucocephala*, *Ceiba pentandra*, *Schinus terebinthifolia*, *Syzygium Cumini*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Hybiscus pernambucensis*) distribuídas em bosque (3x2m), linhas duplas (3x9m), linhas simples (3x12m) e pastagem em monocultivo de *Urochloa decumbens* (Stapf). Os diferentes arranjos arbóreos não influenciaram as características fotossintéticas e a altura do capim braquiária. Mas influenciou a produção de massa seca de lâmina foliar da gramínea com maiores médias para linhas duplas e simples (2.732,9 kg/ha) e menor no sistema em monocultivo de braquiária (1.479,2 kg/ha). Os arranjos arbóreos dos sistemas silvipastoris e pastagem exclusiva de braquiária não influenciaram os valores de extrato etéreo. Interações entre sistemas e períodos de pastejo foram detectadas para algumas variáveis, e no terceiro período de pastejo, foram observados os maiores valores de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína em sistemas arbóreos em bosque e linhas duplas (577,97/kg MS) e menores nos sistemas em monocultivo e em linhas simples (546,40 g/kg MS); e valores médios de 64,26 kg/kg MS de proteína bruta foram encontrados em sistemas em monocultivo de braquiária e integrados com arranjos em bosque e linhas duplas. Os diferentes arranjos arbóreos dos sistemas silvipastoris e a pastagem exclusiva não diferiram quanto aos ganhos de pesos diários e finais e rendimento de carcaça apresentando valores médios de 0,14; 12,78 kg e 43,29 %, respectivamente. Independentemente do tipo de distribuição das espécies arbóreas, a adoção do sistema silvipastoril influenciou na qualidade e produção de forragem de maneira benéfica sem alterar o desempenho animal. E pode ser utilizado em substituição ao sistema tradicional sem haver prejuízos no ganho de peso e rendimento de carcaça de ovinos.

**Palavras chave:** *Urochloa decumbens*; Manejo; Recôncavo Baiano; Ruminantes; Sistemas Integrados

## CHARACTERISTICS OF SIGNAL GRASS AND PERFORMANCE OF SANTA INÊS SHEEP IN SILVIPASTORIS SYSTEMS

**ABSTRACT:** The objective was to evaluate the productive and nutritional characteristics of signal grass and the performance of Santa Inês sheep in silvopastoral systems with different tree arrangements in the pasture. The design was completely randomized. The main treatments were: tree species (*Gliricidia sepium* in the majority, *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Astronium fraxinifolium*, *Leucaena leucocephala*, *Ceiba pentandra*, *Schinus terebinthifolia*, *Syzygium Cumini*, *Enterolobium contortisiliquum* and *Hybiscus pernambucensis*) distributed in forest (3x2m), double rows (3x9m), simple rows (3x12m) and monoculture pasture of *Urochloa decumbens* (Stapf). The different tree arrangements did not influence the photosynthetic characteristics and the height of signal grass. However, it influenced the production of foliage forage with higher average for double and single rows (2732.9 kg ha<sup>-1</sup>) and lower on monoculture pasture of signal grass (1479.2 kg ha<sup>-1</sup>). The tree arrangements of the silvopastoral systems and exclusive pasture of brachiaria did not influence the values of ethereal extract of signal grass. Interactions between systems and grazing periods were detected for some variables and in the third grazing period the highest values of neutral detergent fiber corrected for ash and protein were observed in tree systems in forest and double rows (577.97 g kg<sup>-1</sup> of DM) and smaller monoculture systems and single rows (546.40 g kg<sup>-1</sup> of DM); and average values of 64.26 g kg<sup>-1</sup> of DM of crude protein were found in monoculture of signal grass systems and integrated systems with arrangements in forest and double rows. The different tree arrangements of silvopastoral systems and exclusive pasture did not differ in the daily and final weight gain and carcass yield, presenting average values of 0.14kg, 12.78 kg and 43.29%, respectively. Regardless of the type of distribution of tree species, the adoption of the silvopastoral system influenced the quality and production of fodder beneficially without altering animal performance. And it can be used in substitution of the traditional system with no damages in the weight gain and carcass yield of sheep.

**Key words:** *Urochloa decumbens*; Management; Recôncavo Baiano; Ruminants; Integrated systems

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

% - percentagem  
°C- graus Celsius  
Al - Alumínio  
Ca - Cálcio  
CIM - Comitê Interministerial de Mudança Global do Clima  
CTC - Capacidade de troca catiônica  
EE - Extrato etéreo  
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
FBMC - Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas  
FDNcp - Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína  
Gex - Grupo Executivo da CIM  
H - Hidrogênio  
ha - Hectare  
IA - Ingerindo alimento  
IAF - Índice de área foliar  
IB - Idas ao bebedouro  
IL - Interceptação luminosa  
ILF – Integração Lavoura Floresta  
ILP – Integração Lavoura Pecuária  
ILPF – Integração Lavoura Pecuária Floresta  
IPF - Integração Pecuária Floresta  
K - Potássio  
Kg - Quilograma  
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
MDA - Ministério de Desenvolvimento Agrários  
MF - Ministério da Fazenda  
MM - Matéria mineral  
MMA - Ministério do Meio Ambiente  
MO - Matéria orgânica  
MS - Matéria seca  
Na - Sódio  
OD - Ócio deitado  
OP - Ócio em pé  
P - Fósforo  
PA - Procurando alimento  
PB - Proteína bruta  
PCA -Peso ao abate  
PCV - Peso corporal vazio  
pH - potencial Hidrogeniônico  
Plano ABC - Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono  
PMS - Produção de massa seca  
Pós - Pós pastejo

Pré - Pré pastejo  
RCQ - Rendimento de carcaça quente  
RD - Ruminando deitado  
RFA - Radiação fotossinteticamente ativa  
RP - Ruminando em pé  
SB - Saturação por base  
SSPs - Sistemas Silvipastoris  
T - Temperatura

## LISTA DE FIGURA

Figura 1. Área experimental.....	19
----------------------------------	----

## LISTA DE TABELA

### Capítulo 1

Tabela 1 - Dados climáticos do período experimental. ....	18
Tabela 2 - Radiação fotossinteticamente ativa (RFA), interceptação luminosa (IL), índice de área foliar (IAF) e altura do <i>Urochloa decumbens</i> em sistemas silvipastoris e monocultivo .....	22
Tabela 3 - Radiação fotossinteticamente ativa (RFA), índice de área foliar (IAF) e interceptação luminosa (IL) do <i>Urochloa decumbens</i> em diferentes períodos de pastejo de sistemas silvipastoris e monocultivo .....	233
Tabela 4 - Massa seca de lâmina foliar (MSLF) e colmo (MSC) de <i>Urochloa decumbens</i> em sistemas silvipastoris e monocultivo. ....	24
Tabela 5 – Massa seca de forragem total (MSFT), massa seca de lâmina foliar (MSLF) e colmo (MSC) de <i>Urochloa decumbens</i> no pós pastejo em sistemas silvipastoris e monocultivo.....	25
Tabela 6 - Valores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp) e proteína bruta (PB) de lâmina foliar de <i>Urochloa decumbens</i> em sistemas de silvipastoris e monocultivo.....	26
Tabela 7 - Valores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp) de colmo de <i>Urochloa decumbens</i> em sistemas silvipastoris e monocultivo.....	30
Tabela 8 - Valores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp) de lâmina foliar de <i>Urochloa decumbens</i> no pós pastejo em sistemas silvipastoris e monocultivo.....	32
Tabela 9- Valores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp) do colmo de <i>Urochloa decumbens</i> no pós pastejo em sistemas silvipastoris e monocultivo .....	35

### Capítulo 2

Tabela 1 - Dados climáticos do período experimental. ....	44
Tabela 2 -Valores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp)	

e proteína bruta (PB) de lâmina foliar de *Urochloa decumbens* em sistemas silvipastoris e monocultivo ..... 48

Tabela 3 - Massa seca de forragem total (MSFT) de *Urochloa decumbens* por período em sistemas silvipastoris e monocultivo .....50

Tabela 4 - Comportamento de ovinos: ingerindo alimento (IA), procurando alimento (PA), ócio deitado (OD), ócio em pé (OP), idas ao bebedouro (IB), ruminando deitado (RD) e ruminando em pé (RP) em sistemas silvipastoris e monocultivo de *Urochloa decumbens* .....52

Tabela 5 - Ganho de peso diário, ganho de peso final e rendimento de carcaça de ovinos em sistemas silvipastoris e monocultivo de *Urochloa decumbens* .....53

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Plano ABC .....	3
2.2 Sistemas de produção em integração pecuária e floresta .....	4
2.3. Vantagens dos sistemas silvipastoris .....	6
2.4 Componente florestal .....	7
2.5 Componente forrageiro .....	10
2.6 Comportamento e desempenho animal em sistemas silvipastoris .....	12
CAPÍTULO 1: Características produtivas e nutricionais do capim braquiária em sistemas silvipastoris .....	15
INTRODUÇÃO .....	17
MATERIAL E MÉTODOS .....	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	21
CONCLUSÃO .....	37
REFERÊNCIAS .....	37
CAPÍTULO 2: Comportamento e desempenho de ovinos Santa Inês em diferentes sistemas silvipastoris .....	41
INTRODUÇÃO .....	43
MATERIAL E MÉTODOS .....	43
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	47
CONCLUSÃO .....	53
REFERÊNCIAS .....	53
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	56
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	57
APÊNDICE .....	61
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES .....	62

## 1. INTRODUÇÃO

Diante do cenário mundial de mudanças climáticas, o Brasil apresentou o Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) que é uma política pública com o objetivo de diagnosticar detalhadamente as ações de mitigação e adaptação às mudanças do clima para o setor agropecuário e indicar de que maneira o país pretende cumprir os compromissos assumidos de redução de emissão de gases de efeito estufa neste setor.

Os sistemas de integração são uma ferramenta na redução dos gases de efeito estufa, dentre eles estão os sistemas silvipastoris que consistem no consórcio de pecuária com floresta e possuem diversos benefícios: econômicos, sociais e ambientais. Esse sistema pode melhorar as características químicas e físicas do solo, contribuindo assim, para uma produção de forragem sustentável evitando a degradação de área de pastagens. A integração pode também diversificar a renda do produtor, como por exemplo, proporcionar a venda de madeira; além de diminuir os gastos com insumos já que a deposição da serrapilheira no solo aumenta o seu teor de matéria orgânica e a sua fertilidade. Possui também um efeito no microclima e na melhoria da qualidade da forragem, o que influencia no desempenho animal, visto que o mesmo irá gastar menos energia para manter a sua temperatura corporal e estará se alimentando de uma dieta mais próxima de suas necessidades nutricionais.

Resultados de pesquisa demonstram que desde os compromissos assumidos pelo Brasil com as ações de mitigações de gases do efeito estufa, houve o crescimento no uso de sistemas de integração no país; porém a região nordeste apesar de ser uma das maiores regiões em extensão territorial, possuir uma grande diversidade de forrageiras e apresentar uma resposta positiva diante dos sistemas de integração implantados, a pesquisa nessa região ainda é recente e é baixa a adoção de sistemas de integração pelos produtores.

Diante do fato de a Bahia ser um estado que apresenta características promissoras para ampliação de área de integração além de se destacar na produção de

ovinos, o presente estudo visa verificar a validade do sistema integrado em diferentes arranjos arbóreos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Plano ABC

As mudanças climáticas, decorrentes do aumento na emissão de gases do efeito estufa (GEE) vêm tendo uma atenção mundial. Esse fato deve-se ao uso de recursos ambientais de forma inadequada ou à queima de combustíveis fósseis ocorridas desde a Revolução Industrial na Europa (final do século XVIII) até os dias atuais.

Diante desse problema, o governo brasileiro durante a 15ª Conferência das Partes sobre o clima (COP-15) em 2009, divulgou o seu compromisso voluntário de redução entre 36,1 e 38,9% das emissões de GEE projetadas para 2020, estimando o volume de redução em torno de um bilhão de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub> eq), através do Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) (MAPA, 2012).

Este Plano tem vigência de 2010 à 2020, coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Comitê Interministerial de Mudança Global do Clima e do seu Grupo Executivo, Ministério de Desenvolvimento Agrários, com a participação de representantes da Casa Civil, dos Ministérios da Fazenda e do Meio Ambiente, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC) (MAPA, 2012).

Este programa disponibiliza crédito, dentre outros, para recuperação de 15 milhões de hectares com pastagens degradadas e para implantação de cinco milhões de hectares com sistema de Integração Lavoura – Pecuária- Floresta (ILPF), no intuito de reduzir o desmatamento, especialmente da Amazônia até 2030 e, com isso mitigar as mudanças climáticas, contribuindo para a produção sustentável da pecuária brasileira. O limite de financiamento que os produtores e cooperativas podem receber é de R\$1 milhão, com taxas de juros de 5,5% ao ano e prazo de pagamento de até 15 anos (MAPA, 2012).

Os relatórios do Plano ABC, entre o período de 2010 a 2015, informam que houve o aumento de 5,96 milhões de hectares dos sistemas ILPF e conseqüentemente sequestro de 21,8 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. E em 2016, houve uma ratificação do Acordo de Paris sobre mudanças do clima pelo governo brasileiro, onde foi inserido à meta do plano ABC o incremento de mais de 5 milhões de hectares com sistemas ILPF e o limite para essa nova meta será o ano de 2030 (EMBRAPA, 2018).

Dentre as modalidades de sistemas integrados existem os sistemas silvipastoris (SSPs) ou também chamados de Integração Pecuária Floresta (IPF), estes estão relacionados com 3 dos programas de mitigação de gases do efeito estufa do plano ABC sendo eles: Programa 1, que trata da recuperação de pastagens degradadas; Programa 2 que engloba justamente as ações para implementar sistemas agroflorestais e ILPF; e Programa 7 que visa a adaptação da agropecuária brasileira às mudanças climáticas (MAPA, 2012).

## **2.2 Sistemas de produção em integração pecuária e floresta**

As pastagens possuem uma importância primordial na produção de ruminantes no Brasil, visto que estas são a principal fonte de alimentos desses animais. Normalmente o sistema de produção empregado é o extensivo que contribui para o decréscimo no custo de produção (VITOR *et al.*, 2011).

Porém, manter o sistema de produção sustentável ao longo do tempo, de forma a preservar os níveis de produção de forragens adaptadas ao clima e as condições físico-químicas do solo é um dos grandes problemas atuais da pecuária (MONTAGNER e EUCLIDES, 2016).

Os sistemas de integração são uma via sustentável de produção, classificados em 4 modalidades, segundo Balbino *et al.* (2011) são eles: ILP ou agropastoril, sistema de produção que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e no mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos; IPF ou silvipastoril, sistema de produção que integra os componentes pecuário (pastagem e

animal) e florestal, em consórcio; ILF ou silviagrícola, sistema de produção que integra os componentes florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes); e ILPF ou agrossilvipastoril, sistema de produção que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área.

Das áreas consideradas de uso agropecuário, o Nordeste possui um percentual de 3,06 % de áreas com o uso de sistemas de integração, sendo que a Bahia tem 2,48 % e ocupa a 4ª posição dos estados que utilizam esses sistemas na região (EMBRAPA, 2018). A expectativa para os próximos 10 anos é que a área média destinada para sistemas integrados no estado da Bahia passe de 3% para 18% (RANGEL *et al.*, 2016).

Pesquisas com sistemas de integração no Nordeste ainda são recentes, mas apresentam resultados satisfatórios. Grande parte das pesquisas localizadas nas Zonas da Mata e Agreste é baseada no uso de gliricídia ou leucena como componentes arbóreos em consórcio com lavouras, gramíneas e palma forrageira. Mesmo assim, é incipiente adoção de sistemas de integração nessa região com exceção de alguns produtores que produzem animais em áreas com árvores remanescentes selecionadas de florestas. Para mudar essa situação a transferência de modelos de integração realizados em pesquisas adaptadas às condições locais e eficientes pode ser a solução (RANGEL *et al.*, 2016).

O sistema de integração silvipastoril pode contribuir para a sustentabilidade da produção pecuária. Porém para manter a sustentabilidade dos sistemas silvipastoris é necessário que o mesmo seja introduzido em condições edafoclimáticas adequadas, solo corrigido, pluviometria adequada, temperatura e luz não limitantes e água disponível em quantidade e qualidade apropriadas. Além de cuidados com o manejo e conservação do solo e da água, manejo integrados de insetos-pragas, doenças e plantas daninhas, respeito à capacidade de uso da terra e redução da pressão de abertura de novas áreas de floresta para a exploração pecuária (BALBINO *et al.*, 2011). Por este motivo, deve-se atentar para a escolha das espécies forrageiras e arbóreas adaptadas às condições edafoclimáticas locais, entre outros fatores.

Quanto à elaboração dos sistemas eles podem ser classificados como: eventuais ou temporários, onde a combinação de árvores, animais e pasto ocorre em um

determinado momento de uma exploração arbórea ou de uma pecuária tradicional. Ou podem ser classificados como verdadeiros ou permanentes, onde os componentes arbóreos, pasto e animais são integrantes do sistema desde o planejamento do sistema, nesse tipo de sistema a densidade das árvores é planejada de maneira a evitar o excesso de sombreamento do pasto e diminuição da produtividade animal na área (BERNARDINO e GARCIA, 2009; OLIVEIRA, 2012).

Embora os sistemas silvipastoris apresentem diversos benefícios para o produtor, ainda são escassas as informações sobre manejo de forrageiras nesse tipo de sistema e dos sistemas integração lavoura-pecuária-floresta de maneira geral. O manejo de pasto deve ser bem cuidadoso e é recomendado não manter a altura do pasto abaixo do indicado para a forrageira em questão, pois isso permitirá maior acúmulo de reservas e favorecerá a rebrota (ALMEIDA *et al.*, 2012). Bosi *et al.* (2014) utilizaram a altura de saída de pastejo para bovinos de 20 cm para *Brachiaria decumbens* em sistemas silvipastoris.

Ainda assim, mesmo com os avanços atingidos na pesquisa relacionados aos sistemas integrados o entendimento científico da produção integrada e operação desses sistemas está abaixo da necessidade demandada (GIUSTINA *et al.*, 2017).

### **2.3. Vantagens dos Sistemas Silvipastoris**

Os sistemas silvipastoris apresentam diversos benefícios, possuem a capacidade de aumentar a fertilidade do solo (PACIULLO *et al.*, 2011), permitem a conservação do solo, pela redução da erosão causada por ventos, da estabilização dos solos, especialmente nas encostas, da ação descompactante das raízes e da atividade microbiana (MELOTTO e LAURA, 2009).

A influência do SSP em forragens sob sombreamento afeta principalmente o seu valor nutricional que geralmente é maior; visto que as forrageiras apresentam maior quantidade de conteúdo celular e um menor nível de lignificação, esse fato causa

aumento no desempenho animal pois as forragens são as principais fontes de alimentação de ruminantes (PACIULLO *et al.*, 2011).

Um fator que contribui para esse melhor valor nutritivo, são as árvores serem capazes de capturar água e nutrientes em camadas mais profundas do solo e com a deposição de serrapilheira, a partir da folhagem das árvores, promover a reciclagem de nutrientes (OLIVEIRA *et al.*, 2012) e no caso de leguminosas ocorre também à fixação de nitrogênio (APOLINÁRIO *et al.*, 2016). Essa característica das leguminosas é muito importante visto que esse nutriente é um dos ingredientes limitantes da produção de forrageiras, pois ele possui efeito sobre o crescimento e desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular (MARTUSCELLO *et al.*, 2009). Além disso, as leguminosas podem ser uma fonte extra de proteína para pastejo o que contorna a escassez usual de proteínas observada em gramíneas C4 (SOLLENBERGER *et al.*, 2014)

Outras vantagens do sistema silvipastoril é adequação ambiental as exigência legais como a manutenção das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal (RL) (BALBINO *et al.*, 2012), aumento da biodiversidade, diminuição de doenças do animal, melhoria do bem estar animal (BROOM, 2017), redução da temperatura do ambiente próximo as árvores através da diminuição da velocidade do vento e de radiação solar, permite maior umidade no espaçamento entre árvores (PEZZOPANE *et al.*, 2015) e pode aumentar e diversificar o lucro do produtor através da geração de diversos produtos comercializáveis (madeira, frutas, sementes, etc.), possibilitando assim uma maior estabilidade econômica (GIUSTINA *et al.*, 2017).

## **2.4 Componente florestal**

As árvores influenciam os demais integrantes do sistema silvipastoril e por isso devem ser escolhidas de forma seletiva e de acordo com os objetivos do sistema de produção. Outra questão a ser observada é a maneira como as árvores estão distribuídas no pasto (ALMEIDA *et al.*, 2012), essa distribuição pode ser de maneira aleatória ou em espaçamentos pré-determinados, elas podem ser originárias de um

novo plantio ou do manejo da regeneração natural. Os possíveis arranjos arbóreos são fileiras em linhas, que podem ser linhas simples, duplas ou mais fileiras ou em bosquete (MELOTTO *et al.*, 2012) que são aglomerados de árvores.

A orientação das fileiras do componente arbóreo depende do nível do terreno e o ideal é que se favoreça a conservação do solo e da água. Em terrenos planos a suavemente ondulados, a orientação das fileiras de árvores deve seguir o sentido leste-oeste, que permite maior incidência luminosa no sub-bosque. Caso seja necessária a orientação das fileiras de árvores no sentido norte-sul, recomendam-se espaçamentos mais amplos entre fileiras de árvores. Os espaçamentos entre fileiras de árvores podem variar de 9 a 50 m, sendo que espaçamentos menores limitam a produção dos demais componentes (ALMEIDA *et al.*, 2012).

Os diferentes arranjos arbóreos influenciam no crescimento e desenvolvimento da forrageira em sub-bosque e isso é determinado pelo nível de radiação que chega ao estrato inferior de um sistema silvipastoril (SOARES *et al.*, 2009). Coelho *et al.* (2014) avaliaram a morfofisiologia e valor nutritivo do capim braquiária em sistema silvipastoril com diferentes arranjos espaciais, observaram que os arranjos com linhas simples ou duplas não influenciaram o índice de área foliar, a interceptação luminosa e a produção de massa seca. A relação lâmina: colmo foi influenciada pelo local de amostragem somente no arranjo duplo. Os teores de fibra em detergente neutro foram substancialmente maiores no arranjo duplo. Portanto, o uso de linhas duplas de eucalipto implicou em redução na quantidade de radiação incidente no sub-bosque, mas não implicou em redução da produtividade do pasto em relação ao arranjo simples.

Rodrigues *et al.* (2014) verificaram em sistemas silvipastoris com arranjos arbóreos de 3x2 m, os maiores valores de altura do capim braquiária, de produção de massa seca e teor de fibra em detergente neutro, enquanto os arranjos de 2x2 m apresentaram maiores valores para relação folha:colmo e teor de proteína bruta. Quanto ao local de amostragem, os maiores valores de altura da planta e produção massa seca foram observados no centro entre as linhas de árvores.

Alguns critérios devem ser observados antes de escolher a espécie arbórea, Paciullo *et al.* (2007) destacaram: serviços a serem oferecidos pelas árvores (madeireiros e não madeireiros); conhecimento da existência de mercado e do valor

dos produtos advindos do componentes arbóreos; preferir árvores de rápido crescimento; se necessário usar proteção de mudas; escolher espécies sem efeitos alelopáticos para culturas anuais e forrageiras, ou tóxicas para os animais; preferir árvores com arquitetura favorável, com copa alta e pouco densa, que permitam o crescimento no sub-bosque e selecionar espécies com efeito positivo sobre o sistema como por exemplo, capacidade de fixação de nitrogênio e boa ciclagem de nutrientes.

A gliricídia (*Gliricidia sepium*) é nativa das zonas baixas do México e da América Central, ela foi inserida em maior proporção nas zonas tropicais e é naturalizada desde o norte da América do Sul até o Brasil, no Caribe, Havaí, oeste da África, países asiáticos como Índia, Sri Lanka, Tailândia, Filipinas, Indonésia, e também na Austrália. Vegeta em locais com precipitações de 500 a 1500 mm anuais e se adapta a uma grande variedade de solos (CATIE, 1991). Essa espécie possui facilidade de se propagar e inicialmente tem rápido crescimento, rebrota após poda drástica, adaptada à seca prolongada e tem capacidade de fornecer alta qualidade madeira e postes. Além disso, a mesma melhora as condições físicas e químicas do solo, corrige nitrogênio e fornece sombra, forragem e frutos de alto valor nutricional para a pecuária ao longo do ano (VILLANUEVA-LOPEZ *et al.*, 2014). Filho *et al.* (2016) avaliaram a composição bromatológica da gliricídia em diferentes densidades de plantio e observaram teores de proteína bruta em torno de 23% para todos tratamentos.

*Leucaena leucocephala* é nativa de América Central e a Península de Yucatan, no México. Porém, encontra-se naturalizada na maioria dos países tropicais e subtropicais do mundo (LIM, 2012). A *Leucaena leucocephala* pode ser utilizada na produção de ruminantes, sendo uma importante fonte de nutrientes, principalmente proteínas, vitaminas e minerais (RODRÍGUEZ *et al.*, 2012), além de possuir alta palatabilidade, digestibilidade e disponibilidade, o seu teor de aminoácidos é bem equilibrado em comparação com a alfafa. Segundo Garcia *et al.* (1996), a leucena apresenta proteína em alto teor de 29,2% nas folhas e 22,03% nas caule e folha. Porém, possui a mimosina glicosídica, um alcaloide que é tóxico para os ruminantes e monogástricos e pode resultar em produção de bócio, perda de pelos e redução da fertilidade ( GIANG *et al.*, 2016), quando inserida com o consumo acima de 30% na alimentação diária pode ocorrer a intoxicação (HALLIDAY *et al.*, 2013).

*Ceiba pentandra* (L) Gaertn é uma árvore de uso múltiplo de rápido crescimento e é considerada espécie promissora para práticas agroflorestais (RAJENDRAN *et al.*, 2002). Essa espécie é nativa do México, América Central e norte da América do Sul, (cultivada no sudeste da Ásia, Malásia, Sri Lanka, outras partes do leste da Ásia e da África (ABDULLAD *et al.*, 2010), no Brasil, ocorre em toda a Bacia Amazônica, até o Rio Acre, nas florestas inundadas de várzea dos rios e, também, na terra firme, em locais com solos argilosos e férteis, porém com menores dimensões (SANTOS, 2002). Possui múltiplas utilizações, a fibra de sumaúma encontrada nas frutas da espécie é brilhante, marrom-amarelada, leve, inelástica e quebradiça (ABDULLAD *et al.*, 2010) e pode ser utilizada como embalagem, matéria prima para travesseiros e colchas, as sementes de sumaúma contêm óleo semelhante ao óleo de algodão, as folhas e casca têm valores medicinais, e o tronco pode ser utilizado como recurso de celulose para fabricação de papel (HORI *et al.*, 2000).

A espécie *Astronium fraxinifolium* Schott habita as matas secas e cerrados do Brasil Central, Nordeste e Hiléia Amazônica (LORENZI, 2000), apresenta valor econômico, pois sua madeira pode ser utilizada na fabricação de móveis (ABREU *et al.*, 2017); além de seu uso para programas de recuperação de áreas naturais degradadas. Como mais uma característica da espécie, podemos citar a sua ação no combate a problemas do aparelho respiratório, anti-inflamatório, cicatrizante e adstringente (MAIA *et al.*, 2017).

## **2.5 Componente forrageiro**

A produção de forrageiras em sistemas silvipastoris está correlacionada com a energia radiante sob as copas das árvores (BOSI *et al.*, 2014). O nível de sombreamento atua sobre a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa sobre o dossel das plantas, que reduz a fixação de CO<sub>2</sub> prejudicando a sua conversão em carboidratos que fazem parte da biomassa de plantas C<sub>4</sub>, como o milho e o capim, exigentes em alta quantidade de luz (ZHU *et al.*, 2010).

O primeiro critério a se observar na escolha da forrageira para sistema de integração é a sua tolerância ao sombreamento, algumas espécies de gramíneas são tolerantes ao sombreamento, como *Brachiaria brizantha* (cvs. Marandu, Xaraés e Piatã), *Brachiaria decumbens* (cv. Basilisk), *Panicum maximum* (cvs. Aruana, Mombaça) que toleram níveis de sombreamento de 30% a 50% (ALMEIDA *et al.*, 2012).

Silva *et al.* (2011) avaliaram os atributos morfofisiológicos e fitomassa de *Brachiaria decumbens* em um sistema silvipastoril e concluíram que a *B. decumbens* exibe respostas adaptativas a níveis diferenciados de sombreamento natural, mas que o grau de expressão de tais respostas depende das condições climáticas, sendo favorecidas nas regiões chuvosas e sob níveis moderados de sombreamento.

Oliveira *et al.* (2007) avaliaram a produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sobre diferentes arranjos estruturais em sistema agrossilvipastoril com eucalipto e verificaram que a forragem disponível (matéria natural e matéria seca) foi sempre maior na entrelinha do que na linha de plantio, independente do arranjo. Os variados arranjos do sistema agrossilvipastoril praticamente não provocaram variação no teor de fibras, nitrogênio e fósforo na forragem.

Soares *et al.* (2009) observaram, em seu trabalho sobre a influência da luminosidade no comportamento de espécies forrageiras perenes de verão (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cvs. Tanzânia, Aruana e Mombaça, *Hemarthria altissima* cv. Florida; *Paspalum notatum* cv. Pensacola, *Axonopus catharinensis*, *Cynodon* sp. híbrido Tifton-85; *Arachis pintoii* cvs. Alqueire e Amarillo, com diferentes espaçamentos e concluíram que o teor de proteína bruta (PB) nas espécies forrageiras cultivadas sob luminosidade reduzida foi 14% superior à comparação à das espécies a pleno sol. O menor teor de fibra em detergente neutro (FDN) em *B. brizantha* cv. Marandu, foi verificado no espaçamento 9x3 m. Os teores de matéria seca foram maiores em *B. decumbens* cv. Basilisk em pleno sol.

Moreira *et al.* (2009) constataram que os teores de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu reduziram com o sombreamento e que os teores de PB foram maiores em gramíneas sombreadas com ipê felpudo e aroeira, quando comparados às gramíneas em pleno sol. Não houve influência do sombreamento sobre os teores de FDN. Os teores de lignina foram mais altos em pastos de *B. brizantha* cv. Marandu

sombreados com ipê felpudo com densidade arbórea de 208 árvores/ha (área =1,6ha). Os teores de matéria seca têm influência na porcentagem de acúmulo de forragem que são importantes no manejo de pasto. Segundo Bircham e Hodgson (1983), o acúmulo de forragem é resultado do balanço líquido entre processos de crescimento e senescência, que em uma comunidade de plantas é consequência do crescimento e desenvolvimento de folhas e colmos em perfilhos individuais e da quantidade de perfilhos existentes, associados aos padrões de perfilhamento (aparecimento, mortalidade e sobrevivência de perfilhos).

O crescimento das forrageiras em consórcio com espécies arbóreas pode ser prejudicado ou favorecido e depende de fatores como a tolerância das espécies à sombra, o grau de sombreamento proporcionado pelas árvores e a competição entre as plantas, com relação à água e nutrientes do solo (GÓMEZ *et al.*, 2013). Paciullo *et al.* (2008) observaram que as taxas de produção de matéria seca total foram maiores em condições de 50% de sombreamento, intermediária e a pleno sol e menores sob sombra de 18%.

Outro fator a se observar é que as folhas são o principal componente da área foliar fotossinteticamente ativa e eficiente, e são produzidas conforme a programação morfogênica das plantas que sofre influência direta de fatores de meio ambiente e de desfolhação (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Segundo Dias-Filho (2000) o aumento da expansão foliar e redução da área foliar específica (razão entre a área foliar e a massa seca das folhas) são as principais respostas adaptativas de gramíneas forrageiras tropicais ao sombreamento, isso permite manter maior área de folhas mesmo com menor massa de forragem.

Diante dessas informações a forrageira *Brachiaria decumbens* Stapf destaca-se entre gramíneas perenes por seu potencial produtivo em solos ácidos ou de baixo fósforo (P), crescimento decumbente, produção viável de sementes e tolerância à sombra, além de apresentar adaptação à diversas condições climáticas, tornando-se promissora em regiões de climas tropicais (PACIULLO *et al.*, 2010).

## **2.6 Comportamento e desempenho animal em sistemas silvipastoris**

Os sistemas de integração de maneira geral, quando há um manejo adequado, proporcionam melhorias diretas e/ou indiretas de ordem zootécnica e ambiental, as melhorias na qualidade das gramíneas nestes sistemas, decorrentes do sombreamento e da maior disponibilidade de nutrientes no solo que, associadas ao maior conforto térmico dos animais, possibilitam o aumento no consumo de forragem e no ganho de peso individual (ALVES, 2012).

Para uma exploração de pastagem eficiente é necessário compreender como as condições de pastejo interferem no comportamento ingestivo dos ruminantes, e através de estudo do comportamento pode-se ajustar o manejo alimentar dos animais para obtenção de um desempenho produtivo maior (JOCHIMS *et al.*, 2010).

O comportamento ingestivo dos ruminantes em pastejo pode ser caracterizado pela distribuição heterogênea de uma sucessão de períodos definidos e discretos de atividades, normalmente denominados ingestão, ruminação e repouso (FISCHER *et al.*, 2000). Os fatores, que afetam o comportamento ingestivo são ligados ao alimento, ao ambiente e ao animal. O tempo de ruminação varia conforme a natureza da dieta e de acordo com Van Soest (1994), parece ser proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. A ingestão de matéria seca é fator determinante e afeta o desempenho animal (FISCHER, *et al.*, 2002) e no caso de animais sob estresse térmico há diminuição de ingestão de alimentos pelos animais (PEREIRA *et al.*, 2008).

Segundo Filho *et al.* (2011), a temperatura considerada zona de conforto térmico é de 25°C para borregas da raça Santa Inês em ambiente com umidade relativa de 65%. Uma forma de proporcionar um clima mais confortável aos animais é através da sombra proporcionada pelas árvores no sistema silvipastoril (MOREIRA *et al.*, 2009; COELHO *et al.*, 2014).

Segundo Ferreira *et al.* (2011) o comportamento de ovinos Santa Inês em sistema silvipastoril no norte fluminense, quando mantidos ao sol, é de dedicar o menor tempo diário à alimentação em condições de pastejo (83%) em relação aos animais do piquete sombra (91%). Os ovinos mantidos à sombra mantiveram suas atividades de alimentação, ruminação e ócio mais constantes durante o mesmo período. Em

contraposição, os ovinos expostos ao sol, aumentaram as atividades de ruminção e ócio.

As mudanças no consumo influenciam o desempenho animal, Santos e Santos (2012) avaliaram o ganho de peso de ovinos santa Inês mantidos em sistemas silvipastoril no semiárido nordestino e observaram que os animais mantidos no sistema silvipastoril obtiveram maiores valores para ganho de peso diário. Rao *et al.* (2013) e Santos e Santos (2011) também verificaram aumento no ganho de peso dos animais mantidos nesse sistema de pastejo.

Andrade *et al.* (2007) afirmaram que o uso de sombreamento nas pastagens melhorou os índices de conforto térmico do ambiente, e que o desempenho de cordeiros da raça Santa Inês, em pastagem nativa enriquecida com capim buffel pode ser melhorado com a utilização de concentrado.

## **CAPÍTULO 1: Características produtivas e bromatológicas do capim braquiária em sistemas silvipastoris**

Artigo a ser submetido ao Periódico, Acta Scientiarum Agronomy, Qualis A2, na Área Zootecnia/Recursos Pesqueiros

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar as características produtivas e bromatológicas de *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster, sob o pastejo contínuo de ovinos Santa Inês, em diferentes arranjos arbóreos de sistemas silvipastoris. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial. Os tratamentos principais foram: espécies arbóreas (*Gliricidia sepium* em sua maioria, *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Astronium fraxinifolium*, *Leucaena leucocephala*, *Ceiba pentandra*, *Schinus terebinthifolia*, *Syzygium Cumini*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Hybiscus pernambucensis*) distribuídas em linhas simples, com espaçamento de 3x12m; em linhas duplas (3x9m); em bosque (3x2m) e pastagem em monocultivo de *Urochloa decumbens*. Os diferentes arranjos arbóreos não influenciaram a radiação fotossinteticamente ativa, interceptação luminosa, índice de área foliar e a altura do pasto do capim braquiária. A produção de massa seca de lâmina foliar do capim foi maior (2.732,9 kg/ha) nos sistemas silvipastoris com arranjos em linhas simples e duplas em relação ao pasto em monocultivo (1.479,2 kg/ha). Os arranjos arbóreos dos sistemas silvipastoris e pastagem exclusiva de braquiária não influenciaram os valores de extrato etéreo. Interações entre sistemas e períodos de pastejo foram detectadas para algumas variáveis, e no terceiro período de pastejo, foram observados os maiores valores de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína em sistemas arbóreos em bosque e linhas duplas (577,97/kg MS) e menores nos sistemas em monocultivo e em linhas simples (546,40 g/kg MS); valores médios de 64,26 kg/kg MS de proteína bruta foram encontrados em sistemas em monocultivo de braquiária e silvipastoris com arranjos em bosque e linhas duplas. Pastos de braquiária em sistemas silvipastoris apresentaram maiores produção de forragem, com alterações de pouca relevância em sua composição bromatológica.

**Palavras chaves:** arranjos arbóreos; bromatologia; integração; ruminantes; *Urochloa decumbens*

## **CHAPTER 1: Productive and nutritional aspects of signal grass in silvopastoral systems**

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the productive and nutritive characteristics of *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster, under continuous grazing of Santa Inês sheep, in different tree arrangements of silvopastoral systems. The experimental design was completely randomized in factorial scheme. The main treatments were: tree species (*Gliricidia sepium*, *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Astronium fraxinifolium*, *Leucaena leucocephala*, *Ceiba pentandra*, *Schinus terebinthifolia*, *Syzygium cumini*, *Enterolobium contortisiliquum* and *Hybiscus pernambucensis*) distributed in single-spaced rows 3x12m; double rows (3x9m); forest (3x2m) and pasture in monoculture of *Urochloa decumbens*. The different tree arrangements did not influence photosynthetically active radiation, light interception, leaf area index and height of the signal grass. The dry mass availability of grass leaf was higher (2732.9 kg ha<sup>-1</sup>) in silvopastoral systems with single and double row arrangements than monoculture grass (1479.2 kg ha<sup>-1</sup>). The tree arrangements of the silvopastoral systems and exclusive pasture of signal grass did not influence the values of ethereal extract. Interactions between systems and grazing periods were detected for some variables and in the third grazing period the highest values of neutral detergent fiber corrected for ash and protein were observed in forest and double rows systems (577.97 g kg<sup>-1</sup> of DM) and the smaller in monoculture pasture and single rows system (546.40 g kg<sup>-1</sup> of DM); for crude protein average values of 64.26 g kg<sup>-1</sup> of DM were found in monoculture of signal grass and integrated systems with arrangements in forest and double rows. Signal pastures in silvopastoral systems presented higher forage yield with few changes in their bromatological composition.

**Keywords:** bromatology; integration, ruminants, tree arrangement; *Urochloa decumbens*

## Introdução

A baixa sustentabilidade nos sistemas de produção é um dos principais problemas na pecuária atual (Balbino et al., 2011). Segundo Paciullo et al. (2008) uma alternativa viável para encarar esse problema é o estabelecimento de sistemas silvipastoris, que implica na presença e no aproveitamento de árvores, pastagem e animais numa mesma área.

No entanto, os sistemas silvipastoris modificam o microclima do sub-bosque através do sombreamento promovido pelas árvores e isso influencia a quantidade e a qualidade da forragem produzida (Abraham et al., 2014).

Geralmente, em sistemas mais adensados, a quantidade de luz interceptada pela copa das árvores limita o potencial de interceptação pelas forrageiras que respondem a esta condição por meio de mudanças nas características estruturais para se tornarem mais eficientes em ambientes com luminosidade limitada (Coelho et al., 2014). Dessa forma, durante o planejamento do sistema, deve se escolher arranjos espaciais que ofereça níveis adequados de radiação fotossinteticamente ativa para a produção forrageira.

Para haver sucesso na exploração dos sistemas silvipastoris é necessário o uso de espécies forrageiras tolerantes às condições de baixa luminosidade, que apresentem adaptações que garantam sua sobrevivência e produção satisfatória nestes ambientes (Gobbi, Garcia e Ventrella, 2011).

Como opções de componentes arbóreos utilizados em sistemas silvipastoris estão as espécies da família das leguminosas que têm a capacidade de fixar biologicamente o N<sub>2</sub>, reduzir os processos de lixiviação e erosão, além de disponibilizar nutrientes pela decomposição da sua matéria orgânica (Paciullo, Pires e Müller, 2017).

Diante da procura dos consumidores por produtos ambientalmente sustentáveis e da necessidade de mais informações sobre manejo de forrageiras em sistemas silvipastoris, objetivou-se estudar as características produtivas e nutricionais de *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster em sistemas silvipastoris com diferentes arranjos arbóreos.

## Material e métodos

O sistema foi implantado na área da estação agroecológica do campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (latitude 12°39'48" sul; longitude 39°04'47" oeste; altitude de 220m) no município de Cruz das Almas, Bahia, com coleta de dados de 11 de junho à 04 de setembro de 2018, considerado como período de chuvas para a região do recôncavo. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, pertence à faixa de transição entre as zonas Am e Aw com precipitação média anual variando entre 800 e 1100 mm, sendo os meses de março a agosto (inverno) os mais chuvosos e de setembro a fevereiro (verão), os mais secos. Dados climáticos do período experimental encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1-** Dados climáticos do período experimental

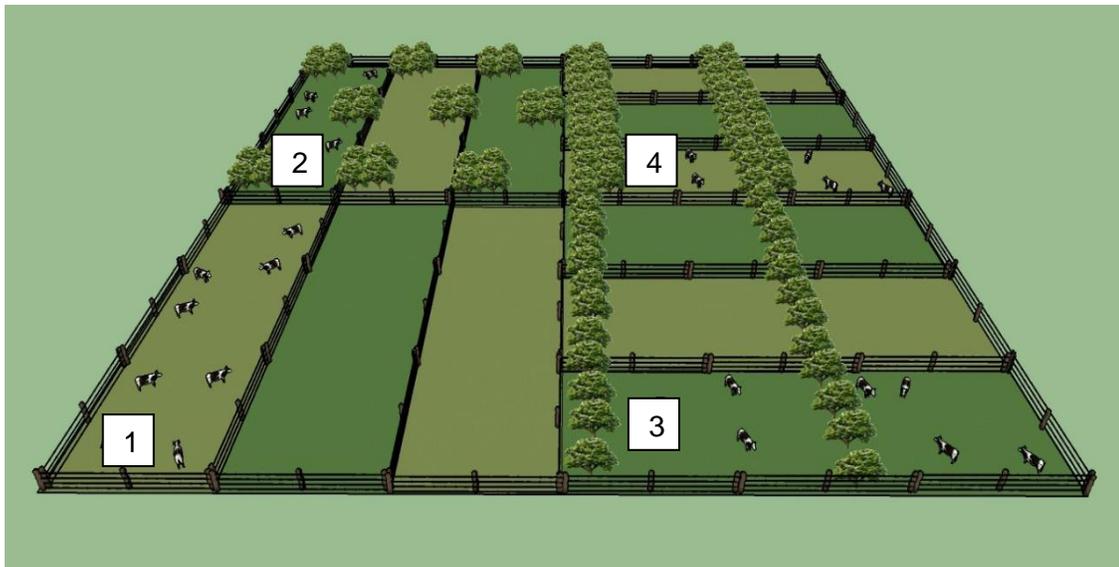
Mês	Temperatura mínima (C°)	Temperatura máxima (C°)	Umidade relativa (%)	Precipitação (mm)
Junho	18,0	28,8	89,4	156,4
Julho	17,3	28,1	85,4	54,4
Agosto	17,0	30,6	84,2	61,2

Fonte: Estação automática da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura

Este projeto foi submetido à Comissão de ética de uso dos animais (CEUA) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia com o número de protocolo 23007.002341/2012-05. O delineamento empregado foi o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4x3, sendo 4 tipos de tratamentos e 3 períodos. O procedimento utilizado foi o GLM (General Linear Model) para uma distribuição Gaussiana com função de ligação identidade do programa IBM SPSS Statistics Software (SPSS), o teste estatístico utilizado foi o Tukey HSD a 5 % de significância.

Foram utilizados três modelos de SSPs e pastagem em monocultivo *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster, em uma área total de 2 ha, sendo que cada sistema de 0,5 ha foi dividido em 3 piquetes de 0,16 hectares. Os modelos testados foram os seguintes: 1 - Pastagem de *Urochloa decumbens*, em monocultivo; 2 - plantio em

bosquete: neste caso, as espécies foram plantadas em aglomerados e espalhadas na pastagem com espaçamento de 3 x 2m; 3 - plantio em linhas simples: as árvores foram dispostas em espaçamentos de 3m entre as árvores e 12m entre as linhas plantio; 4 - plantio em linhas duplas: as árvores foram dispostas no espaçamento de 3m entre árvores e 9m entre linhas duplas. As espécies arbóreas em linhas simples e duplas foram dispostas na direção Leste-Oeste.



**Figura 1** Área de experimento. 1: pastagem em monocultivo, 2: bosque, 3: linhas simples e 4: linhas duplas.

As espécies arbóreas utilizadas foram: Aroeira preta (*Myracrodruon urundeuva*), Angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*), Paineira lisa (*Ceiba*), Ingá (*Inga* spp.), Leucena (*Leucaena leucocephala*), Sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn), Aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolia*), jambolão (*Syzygium Cumini Lamarck*), Orelha-de-macaco ou Timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum*), Algodoeiro da praia (*Hybiscus pernambucensis*) e em maior quantidade Gliricídia (*Gliricidia sepium*). Estas espécies foram distribuídas de maneira aleatória entre os sistemas e escolhidas de acordo com a sua adaptabilidade à região. As espécies foram plantadas em novembro de 2017 sendo que as mudas eram de 1m de altura com exceção da gliricídia que compunha grande parte do experimento que já estavam estabelecidas desde 2014 com altura média de 2,5 m. Foi realizada a calagem

30 dias antes da realização do experimento conforme CFSEMG (1999). Não houve corte de uniformização do pasto antes do início do experimento.

Foram utilizados 28 ovinos Santa Inês, machos, com peso inicial  $21,8 \pm 2,48$  kg, idade média inicial de oito meses. A duração do experimento foi de 99 dias, em um sistema de pastejo contínuo de lotação fixa, sendo que os primeiros 15 dias foram para adaptação dos animais ao ambiente e manejo. Cada período de pastejo contínuo foi de 28 dias, com 7 animais em cada tipo de sistema avaliado. Os animais foram soltos no pasto durante o dia e presos no abrigo durante a noite, onde recebiam suplementação de 100g de ração para cada 15 kg de peso corporal.

A altura foi realizada do dossel obtida a partir da média das distâncias da base da planta até a curvatura das folhas, mensuradas com auxílio de réguas graduadas em centímetros em 20 pontos diferentes em cada piquete a cada semana. Foram efetuadas as leituras da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), interceptação luminosa (IL) e índice de área foliar (IAF) em 10 pontos por piquete por meio de ceptômetro portátil (modelo PL-80, ACCUPAR). Em cada ponto foi gerada uma leitura acima do dossel e duas leituras no nível do solo.

A disponibilidade de forragem e dos diferentes componentes, como lâmina e colmo do material vivo, foi estimada com base na matéria seca. A massa de forragem foi estimada por amostragem direta (destrutiva) a cada 28 dias segundo Lima, Paciullo, e Morenz (2019), no pré e pós pastejo; para isso, foram coletadas rente ao solo 3 amostras em cada piquete usando uma armação de metal de  $0,25 \text{ m}^2$  ( $0,50 \times 0,50\text{m}$ ), todo o material coletado foi identificado, pesado e fracionado em lâmina foliar (apenas as lâminas foliares), colmo (bainha e colmo) e material senescido (folhas ou colmos com mais de 50% da área seca). A amostragem foi feita no pré pastejo (antes da entrada dos animais no piquete) e no pós pastejo. Posteriormente as frações foram colocadas em estufa de ventilação forçada a  $55^\circ\text{C}$  por 72 horas. Após pré-secagem, as sub amostras foram moídas separadamente em moinho estacionário "Thomas Wiley", modelo 4, no qual foi utilizado peneira com crivos de 1 mm para a realização das análises químico-bromatológicas.

As análises realizadas foram: matéria seca (MS) - método INCT-CA G-003/1, matéria mineral (MM)-método INCT-CA M-001/1, matéria orgânica pela fórmula (MO =

100- MM) extrato etéreo (EE)- método INCT-CA G-004/1 e nitrogênio total (N) – método INCT-CA N-001/1, conforme técnicas descritas por Detmann, Souza e Valadares Filho (2012), e o valor de proteína bruta (PB) foi obtido multiplicando-se o teor de N pelo fator 6,25.

Para as análises da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e correções da FDN e para cinzas e proteína (FDNcp) foi utilizado o método INCT-CA F-002/1, conforme técnicas descritas por Detmann et al. (2012).

## **Resultados e discussão**

Para o desenvolvimento de técnicas de gerenciamento no sistema silvipastoril, o entendimento sobre a radiação solar no sub-bosque é de grande importância (Rodrigues et al., 2014). A transmissão radiação fotossinteticamente ativa da copa das árvores pode ser influenciada pelos arranjos espaciais das árvores (Prasad et al., 2010). Pode-se observar nesse experimento que não houve diferença estatística ( $p>0,05$ ) para a radiação fotossinteticamente ativa entre os tratamentos (Tabela 2). Para Sousa et al. (2007) o valor de RFA mínimo para um bom desenvolvimento da gramínea é de  $800 \mu\text{mol de m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , esse valor foi atingido nos diferentes tipos de arranjos arbóreos como também no sistema em monocultivo.

Esses resultados foram contraditórios aos observados por Soares et al. (2009) e Santos et al. (2018) onde o incremento da radiação fotossintética sob as forrageiras, foi influenciado pelo aumento do espaçamento entre as árvores. Porém esse resultado pode ser explicado referente os pontos de amostragem que foram distribuídos aleatoriamente e não apenas próximo às linhas de plantio de árvores. Segundo Rodrigues et al. (2014) as variáveis fotossinteticamente ativas incidentes de radiação (RF/Ai) são influenciadas pelo local de amostragem, com taxas mais altas no centro do espaçamento.

As médias de alturas não diferiram entre os sistemas ( $p>0,05$ ) (Tabela 2), o que pode estar correlacionado ao fato de não haver diferença significativa para a variável interceptação luminosa entre os tratamentos e, portanto, possibilitando que as gramíneas dos sistemas silvipastoris manifestarem comportamento semelhante ao

pasto em monocultivo e que a presença das árvores não reduziu o crescimento da gramínea por competição de recursos naturais como, água e nutrientes (Costa et al., 2015).

Esse resultado está contraditório ao de Martuscello et al. (2009) que avaliaram a produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento e observaram que as alturas das gramíneas aumentavam com o sombreamento.

**Tabela 2.** Radiação fotossinteticamente ativa (RFA), interceptação luminosa (IL), índice de área foliar (IAF) e altura do *Urochloa decumbens* em sistemas silvipastoris e monocultivo.

	Monocultivo	Bosque	Linhas simples	Linhas duplas	Erro padrão
RFA ( $\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	1283,68a	1183,47 a	1183,47 a	1036,37 a	105,70
IAF	1,87a	2,01 a	1,79 a	1,72 a	0,20
IL (%)	69,71a	71,46 a	73,24 a	70,58 a	1,75
Altura (cm)	30,04 a	43,59 a	45,89 a	45,84 a	4,73

\* As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade

A interceptação de luz é determinada principalmente pelo número de folhas no dossel e depende das taxas de aparecimento e alongamento de folha e de condições de meio ambiente que possam afetar essas características (Lemaire e Chapman, 1996). Os resultados dos parâmetros fotossintéticos encontram-se na Tabela 3. Para o percentual de interceptação luminosa não houve diferença significativa para os diferentes sistemas integrados ou não ( $p > 0,05$ ). Isso mostra que os arranjos arbóreos e a altura das árvores não alteraram a interceptação luminosa da gramínea e que essa resposta pode estar relacionada com direção das árvores no sentido leste-oeste (Rodrigues et al., 2014).

Esse resultado foi similar ao de Paciullo et al. (2007) que constataram que a interceptação da RFA não variou ( $p > 0,05$ ) com as condições de sombreamento; apresentou valores médios de 74,2 e 70,0% em sol pleno e sombreamento, respectivamente.

Não houve diferença significativa para a variável índice de área foliar entre os tratamentos ( $p>0,05$ ), mas houve significância para período ( $p<0,05$ ). Não houve interação entre sistemas e período ( $p>0,05$ ). Isso deve-se ao fato de não haver diferença significativa entre os tratamentos para IL (%). Existe relação entre o IAF e IL, quando há aumento no índice de área foliar ocorre aumento na interceptação luminosa e na eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa, o que provoca incremento na taxa de crescimento em condições ambientais favoráveis (Brown e Blaser, 1968)

Resultados similares a esse experimento foram obtidos por Paciulo et al. (2007) que constataram não houve diferença significativa IAF entre os tratamentos em pleno sol e sob 35% de sombreamento proporcionado pelas árvores, sem diferença entre pastagens de braquiária no bosque de árvores e a pleno sol. Segundo os autores tal fato evidenciou a tolerância da *B. decumbens* ao sombreamento moderado (35%).

Pode-se observar que para radiação fotossinteticamente ativa não houve interação entre tratamentos e períodos ( $p>0,05$ ), porém houve diferença entre períodos (Tabela 3), com segundo e terceiro períodos apresentando os maiores ( $p>0,05$ ) índices de radiação fotossintéticas ( $1.240,02 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Para a interceptação luminosa não houve diferença significativa para período e interação entre os sistemas e período ( $p>0,05$ ). Para o índice de área foliar houve significância para período ( $p<0,05$ ) e não houve interação entre tratamento e período ( $p>0,05$ ); o primeiro e terceiro períodos apresentaram as maiores médias de 2,02.

**Tabela 3.** Radiação fotossinteticamente ativa (RFA), índice de área foliar (IAF) e interceptação luminosa de *Urochloa decumbens* em diferentes períodos de pastejo de sistemas silvipastoris e monocultivo

Períodos	RFA ( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	Erro padrão	IAF	Erro padrão	IL (%)	Erro padrão
1	993,49b	91,54	1,72ab	0,17	70,78	1,51
2	1.136,81ab	91,54	1,51b	0,17	69,38	1,51
3	1.343,23a	91,54	2,31a	0,17	73,58	1,51

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade

Para a produção de massa seca da lâmina foliar de *Urochloa decumbens* em diferentes sistemas silvipastoris e em pasto em monocultivo no pré pastejo (Tabela 4) houve diferença significativa entre os sistemas arbóreos em linhas simples e duplas (2.732,9 kg/ha) e o pasto em monocultivo (1.479,2 kg/ha). Também houve diferença significativa entre os períodos, a maior produção foi encontrada no terceiro período (3.030,1 kg/ha) e as menores produções foram obtidas no primeiro e segundo períodos (1.940,8 kg/ha).

Estudos com gramíneas tropicais mostraram redução na produção de forragem quando os níveis de sombra excedam 50% da radiação incidente devido à diminuição aguda nas taxas fotossintéticas de gramíneas da rota C4 (Devkota et al., 2009; Paciullo et al., 2010). Porém em condições de sombreamento moderado, algumas gramíneas, que apresentaram tolerância mediana a esse tipo de ambiente, podendo manter sua produção semelhante à do cultivo a sol pleno ou mesmo aumentar, quando estabelecidas em solos pobres em nitrogênio (Paciullo et al., 2008; Sousa et al., 2010).

Esse resultado foi diferente ao de Coelho et al. (2014) que avaliaram a morfofisiologia e o valor nutritivo do capim-braquiária em sistema silvipastoril com diferentes arranjos espaciais e não observaram efeito dos arranjos arbóreos, local e tempo de rebrotação sobre a produção de massa seca (PMS). Da mesma forma, Castro et al. (2009) observaram resultados contraditórios ao presente estudo, em que os valores de produção de massa de forragem foram superiores em sistema a pleno sol.

Quanto aos resultados de produção de massa seca da lâmina foliar no terceiro período, pode ser em consequência do acúmulo de forragem no decorrer do tempo incrementando a disponibilidade de forragem no período.

A produção de massa seca do colmo de gramínea no pré pastejo não variou com os diferentes tipos de sistemas ( $p>0,05$ ), porém variou entre os períodos (Tabela 4) com a produção da massa seca de colmo superior no terceiro período (4.161,6 kg/ha) mesmo com a menor precipitação, em relação aos períodos anteriormente avaliados.

**Tabela 4.** Massa seca de lâmina foliar (MSLF) e colmo (MSC) de *Urochloa decumbens* em sistemas silvipastoris e monocultivo.

MSLF (kg/ha)						
Período	Monocultivo	Bosque	Linhas simples	Linhas duplas	Média	Erro padrão
1	1.323,29	1.726,48	1.930,59	2.163,32	1.785,90B	150,87
2	1.626,57	2.258,55	2.638,50	1.859,22	2.095,70B	148,04
3	1.487,64	2.827,15	4.126,69	3.679,08	3.030,10A	371,80
Média	1.479,2b	2.270,70ab	2.898,60a	2.567,20a		

MSC (kg/ha)						
Período	Monocultivo	Bosque	Linhas simples	Linhas duplas	Média	Erro padrão
1	1.343,46	1.774,13	1.788,13	2.893,69	1.949,90B	223,66
2	2.297,86	1.899,99	2.708,19	2.179,68	2.271,40B	186,05
3	1.080,02	3.285,41	6.465,25	5.815,65	4.161,60A	932,63
Média	1.573,80	2.319,80	3.653,90	3.629,70		

\*As médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade

A produção de massa seca de forragem total no pós pastejo não foi influenciada pelos sistemas avaliados ( $p>0,05$ ), mas foi influenciado pelos períodos de pastejo, com o maior valor no segundo período (4.016,7 kg/ha).

A disponibilidade de massa seca da lâmina foliar no pós pastejo não apresentou diferença estatística entre tratamento e período, e não houve interação sistemas e períodos ( $p>0,05$ ). Contudo a produção da massa seca do colmo no pós pastejo em diferentes tipos de sistemas não variou entre os tratamentos ( $p>0,05$ ), mas variou entre os períodos, com maiores produções no segundo período em relação aos outros, conforme pode ser observado na Tabela 5.

**Tabela 5.** Massa seca de forragem total (MSFT), massa seca de lâmina foliar (MSLF) e colmo (MSC) de *Urochloa decumbens* no pós pastejo em sistemas silvipastoris e monocultivo.

MSFT (kg/ha)						
--------------	--	--	--	--	--	--

Período	Monocultivo	Bosque	Linhas Simples	Linhas duplas	Média	Erro padrão
1	1.922,88	1.787,78	3.090,14	2.456,99	2.314,40B	192,26
2	2.183,48	3.548,55	5.520,38	3.592,32	4.016,70A	671,82
3	541,59	2.550,34	1.898,03	2.399,50	2.108,50B	327,98
Média	1.698,70	2.628,90	3.502,90	2.816,30		

MSLF (kg/ha)						
Período	Monocultivo	Bosque	Linhas simples	Linhas duplas	Média	Erro padrão
1	855,99	740,73	1.167,51	1.101,70	966,50	61,62
2	350,25	1.045,44	1.226,05	1.124,22	1.053,70	168,70
3	176,56	920,08	461,75	785,01	667,70	112,55
Média	619,00	902,10	951,80	1.003,60		

MSC (Kg/ha)						
Período	Monocultivo	Bosque	Linhas simples	Linhas duplas	Média	Erro padrão
1	1.066,89	1.047,04	1.922,63	1.355,29	1.348,00B	140,55
2	1.833,23	2.503,10	4.294,33	2.468,11	2.963,00A	549,07
3	365,03	1.630,25	1.436,28	1.614,49	1.440,00B	240,46
Média	1.079,80	1.726,80	2.551,10	1.812,60		

As médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade

Das características bromatológicas da lâmina foliar de *Urochloa decumbens* (Tabela 6) houve interação entre os sistemas e períodos ( $p < 0,05$ ) para variável matéria seca, foi observado no terceiro período em sistemas de monocultivo, de integração em bosque e linhas simples, valores médios de MS de 429,49 g/kg.

**Tabela 6.** Valores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp) e proteína bruta (PB) de lâmina foliar de *Urochloa decumbens* em sistemas silvipastoris e monocultivo.

Períodos	Monocultivo	Bosque	Linhas simples	Linhas duplas	Média	Erro padrão
----------	-------------	--------	----------------	---------------	-------	-------------

MS (g/kg)						
1	359,99Aa	279,03 Aa	327,85 Aa	341,86Aa	327,18	13,74
2	325,50 Aa	335,10 Aa	338,89 Aa	345,53Aa	336,25	12,59
3	426,99Aab	565,95Aa	295,53Aab	224,51Ab	378,25	56,39
Média	370,83	393,36	320,76	303,97		
MM (g/kg MS)						
1	67,71	85,04	80,00	71,82	76,15AB	2,43
2	69,95	79,40	69,47	64,24	70,77B	1,97
3	76,32	90,77	79,09	81,13	81,83A	2,88
Média	71,33b	85,07a	76,19b	72,40b		
MO (g/kg MS)						
1	932,29	914,96	920,00	928,18	923,86AB	2,43
2	930,05	920,60	930,53	935,76	929,23A	1,97
3	923,67	909,23	920,91	918,87	918,17B	2,88
Média	928,67a	914,93b	923,81a	927,60a		
EE (g/kg MS)						
1	14,05	17,11	15,11	13,88	15,04B	0,46
2	19,12	21,10	23,77	20,55	21,13a	0,64
3	18,78	18,74	21,66	21,33	20,13a	1,26
Média	17,31	18,98	20,18	18,59		
FDNcp (g/kg MS)						
1	627,75Ab	610,40Ab	613,67Bb	643,70Aa	623,88	5,23
2	632,66Ab	597,67Ac	672,82Aa	565,60Bd	617,19	14,14
3	537,00Bc	571,59Bab	555,79Cbc	584,35Ba	562,18	6,31
Média	599,13	593,22	614,09	597,89		

**Tabela 6. continuação**

Períodos	Monocultivo	Bosque	Linhas simples	Linhas duplas	Média	Erro padrão
PB (g/kg MS)						
1	24,22Cb	19,85Cb	32,82Bab	41,48Ba	29,59	3,00

2	49,12Ba	49,12Ba	62,26Aa	62,02Aa	55,63	2,53
3	62,62Aab	68,33Ca	52,46Ab	61,84Aab	61,32	2,16
Média	45,32	45,77	49,18	55,12		

As médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade

Segundo Volenec e Nelson (2003) geralmente há menor teor de matéria seca e a menor produção de plantas em ambiente sombreado e isso está relacionado com as menores taxas de transpiração que resulta em maior concentração de água nos tecidos. O que não pôde ser observado no presente estudo.

Não houve interação entre os sistemas avaliados e períodos de pastejo para a variável matéria mineral, mas houve variação nos sistemas e nos períodos ( $p < 0,05$ ) com maiores valores no sistema arbóreo com arranjo em bosque (85,07 g/kg MS). Isso pode ser explicado porque a decomposição da matéria orgânica produzida pelas árvores no sistema silvipastoril é maior quando há presença de leguminosas arbóreas, a baixa relação carbono/nitrogênio desse sistema beneficia a atividade dos microrganismos e acelera os processos de decomposição e mineralização dos principais nutrientes do ecossistema (Wilson, 1996), aumentando os teores de fósforos, bases trocáveis e matéria orgânica, principalmente em solos originalmente pobres em nutrientes. Quanto ao período, no primeiro e segundo períodos foram registrados valores médios de 73,15 g/kg MS de matéria mineral.

Para valores de matéria orgânica não houve interação entre sistemas e períodos de pastejo, porém houve diferença nos sistemas e períodos; o pasto em monocultivo, sistemas integrados em linhas simples e duplas apresentaram médias superiores ao sistema arbóreo em bosque. Quanto ao período, foi observado valores médios de 926,55 g/kg MS de MO no primeiro e segundo períodos.

Não houve interação entre os fatores analisados ( $p > 0,05$ ) para extrato etéreo, como também não foi observado diferença nos valores dessa variável entre os sistemas integrados e pasto exclusivo de braquiária, e nos períodos observados.

Para a variável fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas para lâmina foliar, houve interação entre os sistemas e períodos de pastejo, com maior valor no primeiro período para o sistema silvipastoril em linhas duplas (643,70 g/kg MS) e

menores valores médios para o sistemas silvipastoris em bosque, linhas simples e pasto em monocultivo (617,27 g/kg MS). No segundo período, destacou-se o sistema arbóreo em linhas simples com maior valor de FDN<sub>cp</sub> (672,82 g/kg MS) e menor para o sistema em linhas duplas (565,60 g/kg MS). No terceiro período, os valores médios mais elevados de FDN<sub>cp</sub> foram registrados em sistemas arbóreos em bosque e linhas duplas (577,97/kg MS) e menores nos sistemas em monocultivo e em linhas simples (546,40 g/kg MS).

Diferenças no conteúdo de FDN e FDA podem estar relacionadas com a interação da porcentagem de sombreamento com estágio de maturidade da planta (Sousa et al., 2010). Segundo Deinum, Sulastri e Zeinab (1996), geralmente, os maiores teores de FDN, em condições de alta luminosidade, podem ser associados à maior proporção de tecido esclerenquimático, cujas células apresentam paredes mais espessas do que em condições de sombreamento. Esse resultado é contraditório aos de Lopes et al. (2017) e Lima et al. (2019) que observaram reduções nos teores de fibra em detergente neutro em pastagem de *Urochloa decumbens* com sombreamento.

Para os valores de proteína bruta de *Urochloa decumbens* foi observado interação entre sistemas e períodos de pastejo. No primeiro período, os valores médios de PB nos sistemas silvipastoris em linhas simples e duplas foram de 37,15 g/kg MS. No segundo período, os valores de proteína bruta não variaram entre os sistemas analisados. Já no terceiro período, os sistemas com pastagem em monocultivo e integrados com arranjos em bosque e linhas duplas apresentaram os valores médios de 64,26 kg/kg MS.

Segundo Carvalho, Xavier e Alvim (2003) há aumento do teor de proteína bruta da forragem quando espécies arbóreas utilizadas em consórcio são leguminosas, com capacidade de fixar nitrogênio do ar atmosférico (N<sub>2</sub>), em decorrência do efeito mais pronunciado sobre a fertilidade do solo. Este resultado é similar aos de Paciullo et al (2014) e Lima et al. (2019) quanto aos valores de PB em pastagens de *Urochloa decumbens*.

Os dados de composição bromatológica do colmo no pré pastejo de *Urochloa decumbens* encontram-se na Tabela 7, pode-se observar que a matéria seca não variou com os sistemas e períodos de pastejo.

**Tabela 7-** Valores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp) de colmo de *Urochloa decumbens* em sistemas silvipastoris e monocultivo.

Períodos	Monocultivo	Bosque	Linhas simples	Linhas duplas	Média	Erro padrão
MS (g/kg)						
1	390,35	348,46	371,31	491,94	400,52	26,90
2	409,68	381,68	333,28	402,95	381,90	12,00
3	410,08	386,42	366,66	341,56	376,18	12,71
Média	403,37	372,19	357,08	412,15		
MM (g/kg MS)						
1	79,76Aab	95,74Aa	71,97Ab	84,83Aab	83,08	3,13
2	51,42Ba	59,57Ba	57,83Aa	54,62Ba	55,86	1,16
3	77,51Aa	73,05Ba	64,71Aa	54,30Ba	67,40	3,96
Média	69,56	76,12	64,84	64,58		
MO (g/kg MS)						
1	920,24Bab	904,26Bb	928,03Aa	915,17Bab	916,92	3,13
2	948,58Aa	940,43Aa	942,17Aa	945,38Aa	944,14	1,16
3	922,48Ba	926,94Aba	935,29Aa	945,70Aa	932,60	3,96
Média	930,44	923,88	935,16	935,42		
EE (g/kg MS)						
1	5,32Aa	6,32 Aa	4,09Aa	6,25Aa	5,49	0,35
2	3,47Aa	4,81Aa	3,20Aa	2,91Ba	3,60	0,26
<b>Tabela 7 continuação</b>						
Períodos	Monocultivo	Bosque	Linhas simples	Linhas duplas	Média	Erro padrão
3	6,31Aa	5,28Aa	5,33Aa	3,66ABa	5,14	0,46
Média	5,03	5,47	4,21	4,27		
FDNcp (g/kg MS)						

1	713,75Bb	681,49Cc	-	731,61Ba	708,95	8,50
2	755,21Ab	769,87Aa	762,27Aab	758,93Ab	761,57	1,99
3	664,59Cd	713,32Bb	700,32Bc	735,03Ba	761,571	9,06
Média	711,18	721,56	731,30	741,86		
PB (g/kg MS)						
1	13,36Ab	16,17Cb	30,09Aa	35,98Aa	23,90	3,34
2	15,73Ab	35,69Aa	16,19Bb	16,97Bb	21,14	3,00
3	15,73Ab	23,25Ba	19,69Bab	16,96Bab	18,91	1,17
Média	14,94	25,04	21,99	23,30		

As médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade

Houve interação entre sistemas e períodos de pastejo para a variável matéria mineral de colmo, no pré pastejo, com médias de 86,78 g/kg MS em sistemas de monocultivo e silvipastoris em bosque e linhas duplas no primeiro período. Nos períodos subsequentes não houve diferença no valor de MM.

Para matéria orgânica houve interação entre os fatores avaliados, com valores médios de 928,03 g/kg MS em sistemas de monocultivo e silvipastoris com arranjo arbóreo em linhas simples e duplas no primeiro período de pastejo. Nos demais períodos os valores de matéria orgânica não variaram entre os sistemas.

Foi verificado interação entre sistemas e período de pastejo para os valores de extrato etéreo, sendo que entre os sistemas monocultivo e silvipastoris em bosque e linha simples, os valores de EE não diferiram entre os períodos, com exceção do sistema silvipastoril em linha dupla.

Para a variável fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas houve interação entre os fatores, destacando-se dos demais sistemas, o silvipastoril com arranjo arbóreo em bosque com o maior valor de fibra no último período de pastejo avaliado.

As médias de proteína bruta do colmo no pré pastejo apresentaram interação entre sistemas e período de pastejo, no primeiro período os maiores valores médios de 33,03 g/kg MS foram encontrados nos arranjos arbóreos em linhas simples e duplas. No segundo período o maior valor foi registrado no sistema silvipastoril em bosque

(35,69 g/kg MS) e os demais apresentaram menores médias e não variaram entre si. E no terceiro período não houve diferença entre os sistemas arbóreos.

Os resultados das análises bromatológicas da lâmina foliar no pós pastejo encontram-se na Tabela 8. Não houve interação entre sistemas e períodos de pastejo para os valores de matéria seca ( $p>0,05$ ) e não houve diferença entre períodos ( $p>0,05$ ), mas houve entre os sistemas ( $p<0,05$ ) com valores superiores para sistema em monocultivo braquiária (495,84 g/kg MS) e inferiores para demais sistemas analisados.

Houve interação para a variável matéria mineral entre sistemas e períodos de pastejo, com maior valor para o sistema silvipastoris com arranjo em bosque (103,69 g/kg MS) e menores nos demais sistemas com média de 85,40 g/kg MS, no primeiro período. No segundo período, a maior média para MM foi encontrada nos sistemas de monocultivo de braquiária e integrado com arranjo arbóreo em linha simples (104,40 g/kg MS) e o menor valor para sistemas silvipastoris com arranjos em bosque e linhas duplas (83,01 g/kg MS). No terceiro período, foram observados valores de 101,27 g/kg de MS de MM nos sistemas silvipastoril em linhas simples e o monocultivo de pasto de braquiária. Essa variação de matéria mineral entre os sistemas poderia estar relacionada com a deposição de fezes pelos animais durante o pastejo.

Houve interação entre sistemas e períodos para valores de matéria orgânica. No primeiro período os menores valores foram observados no sistema silvipastoril com arranjo arbóreo em bosque. No segundo período, não houve diferença entre os sistemas em bosque e linhas duplas. No terceiro período de avaliação o arranjo em linhas duplas se destacou dos demais por apresentar os maiores valores de MO.

**Tabela 8** - Valores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp) de lâmina foliar de *Urochloa decumbens* no pós pastejo em sistemas silvipastoris e monocultivo.

Períodos	Monocultivo	Bosque	Linhas simples	Linhas duplas	Média	Erro padrão
MS (g/kg)						

1	462,34	385,78	403,25	336,58	396,99	28,75
2	583,77	327,83	298,15	410,37	405,03	39,90
3	441,40	302,86	310,00	303,13	339,35	24,36
	495,84a	338,83b	337,13b	350,03b		
MM (g/kg MS)						
1	79,16Bb	103,69Aa	90,19Bb	86,86Ab	89,98	3,19
2	104,84Aa	83,44Bb	103,96Aa	78,27Ab	92,63	4,23
3	97,93Aab	90,89Bb	104,60Aa	77,87Ac	92,82	3,66
Média	93,97	92,68	99,58	81,00		
MO (g/kg MS)						
1	920,84Aa	896,30Bb	909,80Aa	913,14Aa	910,02	3,19
2	895,16Bb	916,56Aa	896,04Bb	921,73Aa	907,37	4,23
3	902,07Bbc	909,11Ab	895,40Bc	922,12Aa	907,18	3,66
Média	906,02	907,32	900,42	919,00		
PB (g/kg MS)						
1	19,07Cb	20,76Bb	39,84Bab	68,62Ba	32,30	4,55
2	87,03Bb	90,55Ab	81,57Aab	113,55Aa	93,18	4,35
3	95,45Aa	72,09Ab	68,62Ab	66,45Bb	75,65	4,69
Média	67,19	61,13	63,35	76,51		

\* As médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade

Para a variável proteína bruta houve interação entre período e sistemas de pastejo. No primeiro período, valores médios de 54,23 g/kg de MS de PB foram observados nos sistemas com arranjo arbóreo em linhas simples e duplas. No segundo período, os sistemas supra citados apresentaram valores de 97,56 g/kg. E no terceiro período foi observado maior valor de PB (95,45 g/kg MS) no sistema de monocultivo de pasto de braquiária.

A composição bromatológica do colmo de *Urochloa decumbens* no pós pastejo encontra-se na Tabela 9. Para a variável matéria seca houve interação entre sistemas e períodos. No primeiro período, não houve diferença nos valores de MS entre os sistemas silvipastoris e monocultivo de gramínea, no segundo período o maior valor de MS foi observado no sistema em monocultivo e os menores nos demais sistemas. Na análise do terceiro período, pôde-se observar comportamento semelhante, com maior média de MS para o sistema em monocultivo.

Para a variável de matéria mineral do colmo no pós pastejo com as maiores médias de 89,33 g/kg MS de MM para sistemas silvipastoris no primeiro período. No segundo período não houveram diferenças nos valores de MM da braquiária entre os sistemas silvipastoris em bosque, linhas simples e monocultivo, e no terceiro período os valores de matéria mineral não houve diferença entre os sistemas avaliados.

Houve interação entre os sistemas e períodos para a variável matéria orgânica. No primeiro período os valores médios foram maiores para sistema em monocultivo de braquiária (932,74 g/kg MS) e menores nos demais sistemas silvipastoris. No segundo período, não houve diferença entre os valores de matéria orgânica para sistemas silvipastoril em linhas simples e bosque e monocultivo de braquiária. No terceiro período os teores de matéria orgânica não diferiram entre os sistemas.

**Tabela 9-** Valores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp) do colmo de *Urochloa decumbens* no pós pastejo em sistemas silvipastoris e monocultivo.

Períodos	Monocultivo	Bosque	Linhas simples	Linhas duplas	Média	Erro padrão
MS (g/kg)						
1	386,94Ba	387,90Aa	353,95Aa	358,74Aa	371,89	10,17
2	483,52ABa	321,22Ab	359,70Ab	398,53Ab	390,74	24,41
3	608,38Aa	292,91Ab	329,19Ab	294,46Ab	381,24	46,70
Média	492,95a	334,01b	347,62b	350,58b		
MM (g/kg MS)						
1	67,26Ab	91,71Aa	87,18Aa	89,10Aa	83,82	3,46
2	64,15Aab	71,67Ba	58,88Bab	52,07Bb	61,70	2,70
3	74,90Aa	83,32Ba	71,25Ba	66,02Ba	73,87	2,74
Média	68,77	82,23	72,43	69,06		
MO (g/kg MS)						
1	932,74Aa	908,29Bb	912,82Bb	910,89Bb	916,18	3,46
2	935,85Aab	928,33Ab	941,12Aab	947,92Aa	938,31	2,70
3	925,10Aa	916,68Aa	928,75Aa	933,98Aa	926,13	2,74
Média	931,23	917,77	927,56	930,93		
EE (g/kg MS)						
1	9,69Aa	8,04Aa	7,75Aa	7,99Aa	8,37	0,29
2	2,54Bb	4,83Ba	1,76Bb	1,43Cb	2,64	0,48
3	2,96Ba	4,25Ba	3,20Ba	3,90Ba	3,58	0,28
Média	5,06	5,71	4,24	4,44		
FDNcp (g/kg MS)						
1	727,81Ba	678,22Cb	680,98Ab	687,02Bb	693,51	7,14
2	713,44Ba	748,02Ab	758,70Bb	748,09Ab	742,07	6,12
3	754,78Aa	729,54Bb	706,74Cc	666,86Cd	714,48	11,49
Média	732,01	718,60	715,47	700,66		

**Tabela 9 continuação**

Períodos	Monocultivo	Bosque	Linhas simples	Linhas duplas	Média	Erro padrão
PB (g/kg MS)						
1	16,70Bb	20,80Bb	34,58Aa	36,27Aa	27,09	3,01
2	20,90Bd	30,52Aab	24,09Bcd	27,12Bcd	25,66	1,35
3	33,80Aa	34,07Aa	30,80Aa	34,38Aa	33,26	0,52
Média	23,80	28,46	29,82	32,59		

\* As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade.

Para a variável extrato etéreo houve interação entre os sistemas e período de pastejo, sendo que no primeiro período não houve diferença entre os sistemas, no segundo período o maior valor foi registrado para o sistema com arranjo arbóreo em bosque (4,83 g/kg MS) e os valores de EE dos demais sistemas não variaram entre si com médias de 1,91 g/kg de MS. No terceiro período as médias de extrato etéreo não variaram entre os sistemas integrados ou não.

Os valores de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas apresentaram interação entre sistemas e períodos de pastejo. No primeiro período, o maior valor foi observado para o pasto em monocultivo (727,81 g/kg MS) e menores para os demais sistemas silvipastoris. No segundo período, o valor observado também foi maior para o monocultivo (713,44 g/kg MS) de forma semelhante ao período anterior. No terceiro período, o maior valor foi registrado no pasto em monocultivo (754,78 g/kg MS) e menor valor de fibra no sistema silvipastoril em linhas duplas (666,86 g/kg MS).

A variável proteína bruta no pós pastejo do colmo do *Urochloa decumbens* apresentou interação entre sistemas e períodos de pastejo. No primeiro período, os maiores valores de PB foram obtidos nos sistemas integrados em linha simples e duplas (35,46 g/kg MS) e menores em sistemas com pasto em monocultivo e integrados com arranjos arbóreos em bosque. No segundo período, o maior valor de PB

foi registrado no sistema em bosque e o menor nos demais tratamentos. No terceiro período não foi observado diferença entre os sistemas.

Os variados arranjos dos sistemas silvipastoris analisados praticamente não provocaram grandes alterações na composição bromatológica, principalmente nos valores de fibra e proteína bruta.

### Conclusão

Os diferentes arranjos arbóreos aumentaram a produtividade de massa seca independentemente do tipo de arranjo, porém não promoveram com grandes alterações na composição bromatológica da forrageira.

### Referências

- Abraham E. M., Kyriazopoulos A. P., Parissi Z. M., Kostopoulou P., Karatassiou M., Anjalanidou K., & Katsouta C. (2014) Growth, dry matter production, phenotypic plasticity, and nutritive value of three natural populations of *Dactylis glomerata* L. under various shading treatments. *Agroforestry Systems*, 88(2), 287-299. doi: <https://doi.org/10.1007/S10457-014-9682-9>
- Almeida, R. G., Barbosa, R. A., Zimmer, A. H., & Kichel, A. N. (2012) 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
- Balbino, L. C., Cordeiro, L. A. M., Porfirio-da-Silva, V., Moraes, A., Martínez, G. B., Alvarenga, R. C., & Galerani, P. R. (2011). Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(10), 1-7. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000001>.
- Brown, R.H. & Blaser, R.E. (1968). Leaf area index in pasture growth. *Herbage Abstracts*, 38(1),1-9.
- Castro, C.R.T., Paciullo, D.S.C., Gomide, C.A.M., Muller, M.D. & Nascimento Junior, E.R. (2009). Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistemas silvipastoril. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 60,19-25.
- Coelho, J. S., Araújo, S. A. C., Viana, M. C. M., Villela, S. D. J., Freire, F. M., & Braz, T. G. S. (2014). Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária em sistema silvipastoril

com diferentes arranjos espaciais. *Semina: Ciências Agrárias*, 35, 1487-1500. doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n3p1487.

Costa, J. V., Oliveira, M. E., Moura, R. M.A. S., Costa Júnior, M. J. N., Rodrigues, M. M. (2015). Comportamento em pastejo e ingestivo de caprinos em sistema silvipastoril. *Revista Ciência Agronômica*, 46 (4), 865-872.

Deinum, B., Sulastri, R. D., Zeinab, M. H. J., & Maassen, A. (1996). Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* var. *Trichoglume*). *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 44, 111-124.

Detmann, E., Souza, M. A., Valadares Filho, S. C., Queiroz, A. C., & Azevedo, J. A. G. (2012). *Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal*. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema.

Devkota, N.R., Kemp, P.D., Hodgson, J., Valentine, I., & Jaya, I.K.D., (2009). Relationship between tree canopy height and the production of pasture species in a silvopastoral system based on alder trees. *Agroforestry systems*, 76, 363–374.

Gobbi, K. F., Garcia, R., Garcez Neto, A. F., Pereira, O. G., & Rocha, G. C. (2010) Valor nutritivo do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. *Archivos de Zootecnia*, 59, 379-390.

Lemaire, G. & Chapman. D. ( 1996) Tissue flows in grazed plant communities (p.3-36) In: HODGSON, J.& ILLIUS, A.W. (Eds.) *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford: CAB International.

Lima, M. A., Paciullo, D. S. C., Morenz, M. J. F., Gomide, C. A. M., Rodrigues, R. A. R., & Chizzotti, F. H. M. (2019). Productivity and nutritive value of *Brachiaria decumbens* and performance of dairy heifers in a long-term silvopastoral system. *Grass and Forage Science*, 74, 160–170. doi: <https://doi.org.ez278.periodicos.capes.gov.br/10.1111/gfs.12395>.

Lopes, C. M., Paciullo, D. S. C., Araújo, S.A. C, Gomide, C. A. M., Morenz, M. J. F., & Villela, S. D. J. (2017). Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 69 (1), 225-333. doi: <https://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9201//>

Martuscello, J. A., Jank, L., Gontijo Neto, M. M., Laura, V. A., & Cunha, D. N. F. V. (2009). Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38 (7),1183-1190.

Paciullo, D. S. C., Campos, N. R.; Gomide, C. A. M., Castro, C. R. T., Tavela, R. C., & Rossiello, R. O. P. (2008). Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(7), 917-923. doi: 10.1590/S0100204X2008000700017.

- 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 capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42 (4), 573-579. doi: 10.1590/S0100 204X2015000100001
- Paciullo, D.S.C., Castro, C.R.T., Gomide, C.A.M., Fernandes, P.B., Rocha, W.S.D., Müller, M.D., & Rossiello, R.O.P. (2010). Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. *Scientia Agricola*, 67, 401–407.
- Paciullo, D. S. C., Pires, M. F. A., Aroeira L. J. M, Morenz, M. J. F. Maurício, R. M., Gomide, C. A. M & Silveira, S. R. (2014). Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass–legume pastures shaded by tropical trees. *Animal*, 8(8), 1264-1271. doi:10.1017/S1751731114000767.
- Paciullo, D. S. C., Pires, M. F. A., & Müller, M.D. (2017). Oportunidades e desafios dos sistemas integrados na produção animal: ênfase nos sistemas silvipastoris. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 25(1-2), 25-35.
- Prasad, J.V.N.S., Korwar, G. R., Rao, K.V., Mandal, U.K., Rao, C.A.R., Rao, G.R., Ramakrishna, Y.S. Venkateswarlu, B., Rao, S.N.; Kulkarni, H.D., & Rao, M.R. (2010). Tree row spacing affected agronomic and economic performance of Eucalyptus-based agroforestry in Andhra Pradesh, Southern India. *Agroforestry Systems*, 78, 253-267
- Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G., & Alvarez, V. V. H. (1999). *Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa, MG: CFSEMG.
- Rodrigues, C. O. D., Araújo, S. A. C., Viana, M. C. M., Rocha, N. S., Braz, T. G. S. & Villela, S. D. J. (2014). Light relations and performance of signal grass in silvopastoral system. Services on Demand. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 36 (2), 129 -136. doi: <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v36i2.22398>.
- Santos, D.C.; Júnior, R. G.; Vilela, L.; Maciel, G. A.; França, & Souza, A. F. (2018) Implementation of silvopastoral systems in Brazil with *Eucalyptus urograndis* and *Brachiaria brizantha*: Productivity of forage and exploratory test of the animal response. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 266, 174-180. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.017>
- Soares, A. B.; Sartor, L. R.; Adami, P. F.; Varella, A. C; Fonseca, L., & Mezzalira, J. C. (2009). Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 443-451.
- Sousa, L. F.; Maurício, R. M.; Gonçalves, L. C.; Saliba, E. O. S., & Moreira, G. R. (2007) Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59 (4), 1029-1037.
- Sousa, L.F.; Maurício, R.M.; Moreira, G.R.; Gonçalves, L.C.; Borges, I., & Pereira, L.G.R. (2010). Nutritional evaluation of “Braquiaraço” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. *Agroforestry Systems*, 79, 189-199.

Volenec, J. J., & Nelson, C. J. (2003) *Environmental Aspects of Forage Management*. In: Barnes, R. F.; Nelson, C. J.; Collins, M. et al. (Eds.) *Forages: An Introduction to Grassland Agriculture* ( p.99-124) 6. Ed. Ames: Blackwell.

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

## **CAPÍTULO 2: Comportamento e desempenho de ovinos Santa Inês em sistemas silvipastoris**

Artigo a ser submetido ao Periódico, Acta Scientiarum. Agronomy, Qualis A2, na Área Zootecnia/Recursos Pesqueiros

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento, desempenho e rendimento de carcaça de ovinos Santa Inês em sistemas silvipastoris. Foram utilizados animais com idade aproximada de oito meses e peso médio inicial de 21,8 ±2,48 kg. Utilizou-se o delineamento experimental de inteiramente casualizado, com os sistemas integrados ou não: plantio de espécies arbóreas em linhas simples, com espaçamento de 3x12m; plantio em linhas duplas, 3x9m; plantio em bosque, 3x2m e pastagem em monocultivo de *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster. Os diferentes arranjos arbóreos influenciaram ( $p < 0,05$ ) o comportamento dos animais. Os ovinos em sistemas silvipastoris com arranjos arbóreos em linhas simples passaram maior tempo (55,83 min) no ócio em pé que os dos demais sistemas (30,00; 32,62 e 36,67 min para pasto em monocultivo, linhas simples e duplas, respectivamente). O maior tempo na ingestão do alimento foi observado em ovinos em pastagens de braquiária em monocultivo (414,54 min) e inferiores nos sistemas silvipastoris (380,00; 391,98 e 365,56 min para bosque, linha simples e duplas, respectivamente). O tempo de ruminação com o animal deitado foi 41,32 % superior em sistemas silvipastoris com arranjos arbóreos em linhas duplas do que em animais em sistemas com arranjos arbóreos em bosque. O maior tempo de ruminação em pé foi obtido em animais que pastejavam em sistemas silvipastoris com arranjos arbóreos em linhas simples (49,28 min) e menor em pasto de braquiária em monocultivo (32,96 min). Mesmo com a maior ingestão de alimento, dos ovinos em pastagens de braquiária em monocultivo; não houve efeito significativo para os dados de desempenho (ganho médio total, ganho médio diário e rendimento de carcaça). Os diferentes arranjos arbóreos não prejudicaram as características produtivas dos ovinos e podem ser utilizados em substituição ao sistema convencional.

Palavras chaves: ganho de peso, lotação contínua, ruminantes, sistemas integrados

## **CHAPTER 2: Behavior and performance of Santa Inês sheep in silvopastoral systems**

Article submitted to the Journal, Acta Scientiarum Agronomy, Qualis A2, Animal Science / Fisheries Area

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the behavior, performance and carcass yield of Santa Inês sheep in silvopastoral systems. Animals with an approximate age of eight months and an initial mean weight of  $21.8 \pm 2.48$  kg were used. A completely randomized experimental design was used, with systems models: planting of tree species in single lines, spaced 3x12m; planting in double rows, 3x9m; 3x2m and monoculture pasture of *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster and for ingestive behavior the design used was the completely randomized with measures repeated in the time. The different tree arrangements influenced the ingestive behavior of the animals among grazing systems ( $p < 0.05$ ). For the standing leisure characteristics, a higher value was observed for the single line (55.83 min) and lower for the other systems, with a mean of (30.00, 32.62 and 36.67 min) for monoculture pasture, line simple and double-row, respectively. The variable food intake varied between grazing systems ( $p < 0.05$ ), with a higher value for monoculture pasture (414.54 min) and lower for silvopastoral systems (380.00, 391.98 and 365.56 min for forest, single line and double row, respectively). The rumination lying down was 41.32% higher for the double rows compared to the forest. For standing rumination, the highest value was obtained in the single line (49.28 min) and lower in the monoculture pasture (32.96 min). There was no significant difference in performance data (total mean gain, average daily gain and carcass yield). The different tree arrangements did not affect the productive characteristics of the sheep and could be used instead of the conventional system.

Keywords: weight gain, continuous stocking, ruminants, integrated systems

## **Introdução**

Atualmente cresce a preocupação da sociedade sobre a origem do alimento que chega a sua mesa quanto a sustentabilidade do sistema de produção, diante disso, há um aumento da procura por sistemas que promovam melhorias dos serviços ambientais, sociais e econômicos, e o sistema integrado torna-se uma alternativa promissora para atender esse requisito (Lima et al., 2019).

O sistema silvipastoril é um tipo de sistema de integração que pode proporcionar a partir da presença de árvores melhoria na qualidade do solo através da ciclagem de nutrientes e adição de matéria orgânica no solo, diminui a utilização de insumos, permite que as forrageiras utilizem a radiação solar de maneira mais eficiente a partir de modificações morfológicas proporcionadas pela sombra (Araújo et al., 2016). Essas características associadas às melhores condições de conforto térmico dos animais indicam a possibilidade de aumento no consumo de forragem e no ganho de peso de animais em pastejo (Paciullo et al., 2009). Apesar dos benefícios potenciais ainda são poucos os estudos que avaliam a produção animal em sistemas silvipastoris (Paciullo et al., 2011).

A espécie ovina, principalmente as raças deslanadas, está sendo explorada amplamente por todo Brasil, principalmente no Nordeste, onde a raça Santa Inês teve origem (Ferreira et al., 2011). Diante desses fatos objetivou-se avaliar a influência dos diferentes arranjos arbóreos de sistemas silvipastoris no comportamento, desempenho e rendimento de carcaça de ovinos santa Inês.

## **Material e métodos**

Este projeto foi submetido à Comissão de ética de uso dos animais (CEUA) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia com o número de protocolo 23007.002341/2012-05

O sistema foi implantado na área da estação agroecológica do campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (latitude 12°39'48" sul; longitude 39°04'47" oeste; altitude de 220m) no município de Cruz das Almas, Bahia, e o período realização do experimento foi de 11 de junho a 04 de setembro de 2018, considerado

como período de chuvas para a região do recôncavo. O clima de acordo com a classificação de Koppen, pertence à faixa de transição entre as zonas Am e Aw com precipitação média anual variando entre 800 e 1100 mm, sendo os meses de março a agosto (inverno), os mais chuvosos e de setembro a fevereiro (verão), os mais secos.

Os dados climáticos do período experimental encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 5.** Dados climáticos do período experimental.

Mês	Temperatura mínima (C°)	Temperatura máxima (C°)	Umidade relativa (%)	Precipitação (mm)
Junho	18,0	28,8	89,4	156,4
Julho	17,3	28,1	85,4	54,4
Agosto	17,0	30,6	84,2	61,2

Fonte: Estação automática da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura.

O delineamento empregado foi inteiramente casualizado e para comportamento ingestivo utilizou-se DIC com medidas repetidas no tempo. Foram utilizados três modelos de SSPs e pastagem em monocultivo *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster, em uma área total de 2 ha, sendo que cada sistema de 0,5 ha foi dividido em 3 piquetes de 0,16 hectares. Os modelos testados foram os seguintes: 1- plantio em linhas simples: as árvores foram dispostas em espaçamento de 3m entre as árvores e 12m entre as linhas; 2 - plantio em linhas duplas: as árvores foram dispostas no espaçamento de 3m entre árvores e 9m entre linhas duplas; 3- plantio em bosquete: as espécies foram plantadas em aglomerados e espalhadas na pastagem com espaçamento de 3x2m e 4 - Pastagem *Brachiaria decumbens* em monocultivo. Sendo que as espécies arbóreas foram dispostas em linha simples e linha dupla na direção leste-oeste.

As espécies arbóreas utilizadas foram: Aroeira preta (*Myracrodruon urundeuva*), Angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*), Paineira lisa (*Ceiba*), Ingá (*Inga* spp.), Leucena (*Leucaena leucocephala*), Sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn), Aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolia*), jambolão (*Syzygium Cumini* Lamarck), Orelha-de-macaco ou Timbaúba (*Enterolobium*

*contortisiliquum*), Algodoeiro da praia (*Hybiscus pernambucensis*) e em maior quantidade Gliricídia (*Gliricidia sepium*). Estas espécies foram distribuídas de maneira aleatória entre os sistemas e escolhidas de acordo com a sua adaptabilidade à região. As espécies foram plantadas em novembro de 2017 sendo que as mudas eram de 1m de altura com exceção da gliricídia que compunha grande parte do experimento que já estavam estabelecidas desde 2014 com altura média de 2,5 m. Foi realizada a calagem 30 dias antes da realização do experimento do experimento conforme CFSEMG (1999). Não houve corte de uniformização antes do início do experimento.

Foram utilizados 28 ovinos Santa Inês, machos, com peso inicial  $21,8 \pm 2,48$  kg, idade média inicial de oito meses. A duração do experimento foi de 99 dias, em um sistema de pastejo contínuo de lotação fixa, sendo que os primeiros 15 dias foram para a adaptação dos animais ao ambiente e manejo. Cada período de pastejo foi de 28 dias com 7 animais em cada sistema de pastejo avaliado. Os animais foram soltos no pasto durante o dia e presos no abrigo às 17 horas, onde recebiam de 100g de ração para cada 15 kg do peso corporal. A ração comercial fornecida continha os ingredientes: milho integral moído, farelo de soja, farelo de trigo, melaço, cloreto de sódio, calcário calcítico, fosfato bicálcico, ureia pecuária, enxofre pecuário, enxofre pecuário, 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. E apresentava a composição bromatológica de: matéria seca (807,82g), matéria mineral (86,89g), matéria orgânica (913,11g), extrato etéreo (33,43g) e proteína bruta (168,79g). O sal mineral e a água foram oferecidos *ad libitum*.

A coleta de massa de forragem foi estimada por amostragem direta (destrutiva) a cada 28 dias segundo Lima et al. (2019) para isso, foram coletadas 3 amostras em cada piquete usando uma armação de metal de  $0,25 \text{ cm}^2$  ( $0,50 \times 0,50$  cm), todo o material coletado foi identificado, pesado e fracionado em lâmina foliar (apenas as lâminas foliares), colmo (bainha e colmo) e material senescido (folhas ou colmos com mais de 50% da área seca). A espécie forrageira arbórea (gliricídia) foi coletada em todos os piquetes e posteriormente homogeneizada para obtenção de uma amostra composta. Posteriormente as frações foram conduzidas a estufa de ventilação forçada

a 55°C por 72 horas. Após pré-secagem, as sub amostras foram moídas separadamente em moinho estacionário “Thomas Wiley”, modelo 4, no qual foi utilizado peneira com crivos de 1 mm, identificadas e acondicionadas em vasos plásticos para a realização das análises químico-bromatológicas.

As análises realizadas foram: matéria seca (MS) - método INCT-CA G-003/1, matéria mineral (MM)-método INCT-CA M-001/1, matéria orgânica pela fórmula (MO = 100- MM), extrato etéreo (EE) - método INCT-CA G-004/1 e nitrogênio total (N) - método INCT-CA N-001/1, conforme técnicas descritas por Detmann, Valadares Filho, Queiroz e Azevedo (2012) e o valor de proteína bruta (PB) foi obtido multiplicando-se o valor de N pelo fator 6,25. Para as análises da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e correções da FDN e para cinzas e proteína (FDNcp) foi utilizado o método INCT-CA F-002/1, conforme técnicas descritas por Detmann et al. (2012).

Semanalmente foi realizada a avaliação do comportamento animal a cada 5 minutos durante 12 horas nos quatro piquetes, avaliados simultaneamente. O registro do tempo de ingestão de alimento (IA), quando o animal apreende, arranca e introduz na cavidade oral; procura por alimento (PA), quando o animal afocinha uma touceira ou se desloca entre as touceiras; ócio em pé (OP) ou ócio deitado (DE), quando o animal não desenvolve nenhuma atividade característica (nas respectivas posições); ruminação em pé (RP) e ruminação deitado (RD), em que o animal está ruminando (nas respectivas posições) e idas ao bebedouro (IB) foi realizado por observadores treinados, em sistema de revezamento, posicionados de forma a não interferir no comportamento dos animais conforme metodologia de Cleef, Nascimento e Santos (2017).

Para avaliação de desempenho os animais foram pesados após 12 horas em jejum, segundo Pinto et al. (2009) e a cada 28 dias. Para a avaliação do rendimento de carcaça previamente ao abate, os animais foram novamente pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA), insensibilizados por eletronarose e posteriormente abatidos por secção das veias jugulares e das artérias carótidas conforme protocolo do abatedouro da Cooperativa Agroindustrial de Pintadas-BA.

Em seguida, o trato gastrointestinal foi retirado e esvaziado para obtenção do peso corporal vazio (PCV = PCA - conteúdo gastrointestinal), visando determinar o rendimento

verdadeiro ou biológico (RV), obtido pela relação entre o peso da carcaça quente e o peso corporal vazio (Sañudo e Sierra, 1986). Após a evisceração, as carcaças foram pesadas, para determinação do peso de carcaça quente (PCQ) e posterior cálculo do rendimento da carcaça quente ( $RCQ = PCQ/PCA*100$ ).

Para análise do comportamento animal foi utilizado a análise estatística GLM (General Linear Model) com medidas repetidas no tempo sendo, o tempo: um fator aleatório e o tratamento: um fator fixo. Para desempenho e rendimento de carcaça foi utilizado o ANOVA. O teste estatístico utilizado foi o Tukey-Kramer ao nível de 5% de significância, mediante o uso do programa estatístico SAS, versão 9.2.

## **Resultados e discussão**

Para as características bromatológicas da lâmina foliar no pré pastejo (Tabela 2) foi verificado interação entre os sistemas e períodos ( $p < 0,05$ ), para variável matéria seca. No terceiro período em sistemas de monocultivo, de integração em bosque e linhas simples, apresentaram valores médios de MS de 429,49 g/kg.

Não houve interação entre os sistemas avaliados e períodos de pastejo para a variável matéria mineral, mas houve variação nos sistemas e nos períodos ( $p < 0,05$ ) com maiores valores no sistema arbóreo com arranjo em bosque (85,07 g/kg MS). Quanto ao período, no primeiro e segundo períodos foram registrados valores médios de 73,15 g/kg MS de matéria mineral.

Para valores de matéria orgânica não houve interação entre sistemas e períodos de pastejo, porém houve diferença nos sistemas e períodos; o pasto em monocultivo, sistemas integrados em linhas simples e duplas apresentaram médias superiores ao sistema arbóreo em bosque. Quanto ao período, foi observado valores médios de 926,55 g/kg MS de MO no primeiro e segundo períodos.

Não houve interação entre os fatores analisados ( $p > 0,05$ ) para extrato etéreo, como também não foi observado diferença nos valores dessa variável entre os sistemas integrados e pasto exclusivo de braquiária, e nos períodos observados.

Para a variável fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas para lâmina foliar, houve interação entre os sistemas e períodos de pastejo, com maior valor

no primeiro período para o sistema silvipastoril em linhas duplas (643,70 g/kg MS) e menores valores médios para o sistemas silvipastoris em bosque, linhas simples e pasto em monocultivo (617,27 g/kg MS). No segundo período, destacou-se o sistema arbóreo em linhas simples com maior valor de FDNcp (672,82 g/kg MS) e menor para o sistema em linhas duplas (565,60 g/kg MS). No terceiro período, os valores médios mais elevados de FDNcp foram registrados em sistemas arbóreos em bosque e linhas duplas (577,97/kg MS) e menores nos sistemas em monocultivo e em linhas simples (546,40 g/kg MS).

Para os valores de proteína bruta de *Urochloa decumbens* foi observado interação entre sistemas e períodos de pastejo. No primeiro período, os valores médios de PB nos sistemas silvipastoris em linhas simples e duplas foram de 37,15 g/kg MS. No segundo período, os valores de proteína bruta não variaram entre os sistemas analisados. Já no terceiro período, os sistemas com pastagem em monocultivo e integrados com arranjos em bosque e linhas duplas apresentaram os valores médios de 64,26 kg/kg MS.

Apesar da influência dos sistemas na composição bromatológica da gramínea, os valores de proteína bruta desse trabalho foram inferiores à 70 g/kg MS, considerado por Lazzarini et al. (2009), como valor mínimo para que não haja comprometimento do crescimento microbiano ruminal e, conseqüentemente, para que ocorra a utilização eficiente dos carboidratos fibrosos da forragem basal, garantindo a disponibilidade mínima para o bom funcionamento dos microrganismos.

**Tabela 2.** Valores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp) e proteína bruta (PB) de lâmina foliar de *Urochloa decumbens* em sistemas silvipastoris e monocultivo.

Períodos	Monocultivo	Bosque	Linhas simples	Linhas duplas	Média	Erro padrão
	MS (g/kg)					
1	359,99Aa	279,03Aa	327,85 Aa	341,86 Aa	327,18	13,74
2	325,50 Aa	335,10Aa	338,89 Aa	345,53 Aa	336,25	12,59
3	426,99Aab	565,95Aa	295,53Aab	224,51Ab	378,25	56,39
Média	370,83	393,36	320,76	303,97		

MM (g/kg MS)						
1	67,71	85,04	80,00	71,82	76,15AB	2,43
2	69,95	79,40	69,47	64,24	70,77B	1,97
3	76,32	90,77	79,09	81,13	81,83A	2,88
Média	71,33b	85,07a	76,19b	72,40b		
MO (g/kg MS)						
1	932,29	914,96	920,00	928,18	923,86AB	2,43
2	930,05	920,60	930,53	935,76	929,23A	1,97
3	923,67	909,23	920,91	918,87	918,17B	2,88
Média	928,67a	914,93b	923,81a	927,60a		
EE (g/kg MS)						
1	14,05	17,11	15,11	13,88	15,04B	0,46
2	19,12	21,10	23,77	20,55	21,13A	0,64
3	18,78	18,74	21,66	21,33	20,13A	1,26
Média	17,32	18,98	20,18	18,59		
FDNcp (g/kg MS)						
1	627,75Aab	610,40Aa	613,67Ba	643,70Ab	623,88	5,23
2	632,66Ab	597,67Ac	672,82Aa	565,60Bd	617,19	14,14
3	537,00Bb	571,59Ba	555,79Cab	584,35Bab	562,18	6,31
Média	599,13	593,22	614,09	597,89		
PB (g/kg MS)						
1	24,22Cb	19,85Cb	32,82Bab	41,48Ba	29,59	3,00
2	49,12Ba	49,12Ba	62,26Aa	62,02Aa	55,63	2,53
3	62,62Aab	68,33Cb	52,46Aa	61,84Aab	61,32	2,16
Média	45,32	45,77	49,18	55,12		

\* As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade.

A produção de massa seca de forragem total variou entre sistemas ( $p < 0,05$ ) e períodos ( $p < 0,05$ ) e não foi observada a interação entre ambos ( $p > 0,05$ ), não houve

diferença entre os sistemas integrados (Tabela 3). Quanto ao período, o maior valor de MSFT foi observado no terceiro período e os demais períodos apresentaram valor médio de 4.051,45 kg/ha.

Esse resultado está diferente ao observado por Coelho et al. (2014) que não observaram efeito do arranjo arbóreo em linhas simples e duplas (4.400 kg/ha), sobre a produção de massa seca da forragem total, porém obtiveram média de 5.400 kg/ha para pastagem em monocultivo de braquiária e de Oliveira et al. (2014) que observaram maior valor de disponibilidade de massa seca no sistema de monocultivo de braquiária Piatã quanto comparados ao sistemas integrados.

**Tabela 3.** Massa seca total de forragem (MSFT) de *Urochloa decumbens* por período em sistemas de silvipastoris e monocultivo.

Período	MSFT (kg/ha)					Erro padrão
	Monocultivo	Bosque	Linhas simples	Linhas duplas	Média	
1	2.666,75	3.500,61	3.718,72	5.057,01	3.735,80B	364,50
2	3.924,43	4.158,54	5.346,69	4.038,90	4.367,10B	300,06
3	2.567,66	6.112,57	10.591,93	9.494,72	7.191,70A	1.283,88
Média	3.053b	4.591ab	6552a	6197a		

\* As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade.

A qualidade da forragem (valor nutritivo e quantidade ingerida) influencia diretamente o desempenho dos animais (Fontaneli e Fontaneli, 2012), porém os resultados referentes às alterações bromatológicas verificadas no presente experimento, entre os sistemas integrados ou não, e mesmo a produtividade da massa seca total de forragem não refletiram no maior desempenho animal. Frente a isso para uma eficiente exploração da pastagem, segundo Roman et al. (2007), é necessário o conhecimento das relações existentes na interface planta animal, com estudo de como as condições de pastejo interferem no comportamento ingestivo animal e no seu desempenho.

Os resultados de características de comportamento animal encontram-se na Tabela 4. Houve efeito dos sistemas avaliados ( $p < 0,05$ ) para o tempo de ingestão de

alimento, os ovinos gastaram o maior tempo na ingestão de alimento em pasto com monocultivo de braquiária (414,54 min) do que em sistemas silvipastoris. A ingestão de matéria seca é fator determinante e afeta o desempenho animal (Fischer et al., 2002) e no caso de animais sob estresse térmico há diminuição de ingestão de alimentos pelos animais (Pereira et al., 2008). Assim, mesmo estando em pastagens em pleno sol a temperatura não foi suficiente para causar estresse térmico ou influenciar na redução da ingestão de alimento pelos animais.

O tempo de procura por alimento não foi diferente entre os sistemas integrados ou não, indicando não ter havido limitação quanto à disponibilidade de alimento na pastagem. Os animais permaneceram menos tempo em ócio deitado nos sistemas silvipastoris com arranjos arbóreos em linhas simples e mais tempo em ócio em pé nos sistemas silvipastoris com arranjos arbóreos em linhas simples; neste caso, tal comportamento poderia afetar negativamente nos resultados de desempenho, o que não ocorreu.

O tempo gasto pelos animais nas idas ao bebedouro não foi diferente entre os sistemas integrados e entre alguns sistemas silvipastoris e o pasto em monocultivo, reforçando que o clima poderia ter sido agradável uma vez que a época de realização do experimento foi chuvosa, com temperatura mais amenas.

O tempo gasto para ruminação deitado foi maior para ovinos em sistemas silvipastoris em linhas duplas e simples. Segundo Marques et al. (2005), o tempo destinado à ruminação varia de 4 a 9 horas, dividido em períodos de poucos minutos a mais de 1 hora, podendo ocorrer com o animal em pé ou deitado, sendo que esta última posição seria uma maneira do animal demonstrar que se encontra em condição de conforto e bem-estar. O tempo de ruminação pode ser influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular do volumoso, assim, ao elevar-se o nível de FDN das dietas haverá um aumento no tempo despendido com ruminação (Van Soest, 1994).

Foi verificado que o tempo para ruminação em pé não diferiu entre os sistemas integrados. Ferreira et al. (2011) avaliaram o comportamento de ovinos Santa Inês em sistema silvipastoril no norte fluminense e observaram que os ovinos mantidos à sombra mantiveram suas atividades de alimentação, ruminação e ócio mais constantes

e os ovinos expostos ao sol aumentaram as atividades de ruminação e ócio. O que não foi verificado no presente experimento.

**Tabela 4.** Comportamento de ovinos: ingerindo alimento (IA), procurando alimento (PA), ócio deitado (OD), ócio em pé (OP), idas ao bebedouro (IB), ruminando deitado (RD) e ruminando em pé (RP) em sistemas silvipastoris e monocultivo de *Urochloa decumbens*.

Características	Sistemas			
	Monocultivo	Bosque	Linhas simples	Linhas duplas
IA	414,54a	380,00b	391,98b	365,56b
Erro padrão	5,94	5,94	5,50	5,50
PA	19,35a	17,22a	17,54a	19,68a
Erro padrão	2,25	2,25	2,08	2,08
OD	21,85b	34,26a	9,52c	29,84ab
Erro padrão	2,57	2,57	2,38	2,38
OP	30,00b	55,83a	32,62b	36,67b
Erro padrão	4,66	4,66	4,31	4,31
IB	4,17b	7,04a	6,67ab	5,48ab
Erro padrão	0,75	0,75	0,69	0,69
RD	77,13bc	63,15b	92,38ac	107,62a
Erro padrão	6,62	6,62	6,13	6,13
RP	32,96b	42,50ab	49,28a	35,16ab
Erro padrão	4,35	4,35	4,02	4,02

\*As médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade.

Para variáveis: ganho de peso final, ganho de peso diário e rendimento de carcaça não houve diferença significativa entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ), o que indica que as mudanças na composição bromatológica da gramínea não foram suficientes para modificar de maneira significativa as características de desempenho animal. Outro fator importante a ser destacado é que fornecimento do concentrado de acordo com a exigências nutricionais específicas para ovinos em crescimento pode ter atenuado os efeitos dos diferentes sistemas de integração ou de monocultivo de braquiária no desempenho dos animais.

É importante destacar animais em pastejo exclusivo com braquiária podem ter fotossensibilização caso não recebam outro tipo de alimento.

**Tabela 5.** Ganho de peso diário, ganho de peso final e rendimento de carcaça de ovinos em sistemas silvipastoris e monocultivo de *Urochloa decumbens*

Características avaliadas		
Sistemas	Ganho de peso diário(kg)	Erro-padrão
Monocultivo	0,15	0,01
Bosque	0,12	0,02
Linhas simples	0,15	0,02
Linhas duplas	0,15	0,02
Ganho de peso final (kg)		
Monocultivo	13,47	1,02
Bosque	10,83	2,02
Linhas simples	13,83	1,65
Linhas duplas	10,83	0,91
Rendimento de carcaça (kg)		
Monocultivo	43,52	0,98
Bosque	42,60	0,69
Linhas simples	43,23	0,50
Linhas duplas	43,80	1,24

\*As médias seguidas pelas letras minúsculas diferente, diferem pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade.

Esses resultados de desempenho diferem dos encontrados por Paciullo et al. (2011) com maiores ganhos de peso de animais em sistema silvipastoril quando comparados aos da pastagem em monocultivo. Os mesmos autores relacionaram este resultado com as maiores quantidades de PB por hectare e ao maior conforto térmico proporcionado pelos sistema silvipastoris.

### Conclusão

Os diferentes arranjos arbóreos não influenciaram no desempenho produtivo dos ovinos e podem ser utilizados em substituição ao sistema em monocultivo.

### Referências

Araújo, R. A., Rodrigues, R. C., Costa, C. S., Lana, R. P., Santos, F.N.S. , Lima, A. J. T., & Rodrigues, M. M. (2016) Forage intake and performance of cattle in silvopastoral

systems and monoculture of Marandu in pre amazon region. *African Journal of Agricultural Research*, 11(20),1849 -1857. doi: 10.5897/AJAR2016.10795.

Cleef, F. O. S. V., Nascimento, T. S., Santos, D. J. A. , Cleef, E.H.C.B.V. & Ruggieri, A. C. (2017). Feeding behavior of grazing lambs in a silvopastoral system during dry season in Brazil. *Journal of Animal Science*, 4 (95), 338. doi:10.2527/asasann.2017.693

Coelho, J.S., Araújo, S. A. C., Viana, M. C. M., Villela, S. D. J.; Freire, F. M., & Braz, T. G. S. (2014). Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária em sistema silvipastoril com diferentes arranjos espaciais. *Semina: Ciências Agrárias*, 35 (3), 1487-1500. doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n3p1487

Costa, J. V., Oliveira, M. E., Moura, R. M. A. S. , Costa Júnior, M. J. N. & Rodrigues, M. M. (2015). Comportamento em pastejo e ingestivo de caprinos em sistema silvipastoril. *Revista Ciência Agronômica*, 46 (4), 865-872.

Detmann, E. , Souza, M. A., Valadares Filho, S. C., Queiroz, A. C., & Azevedo, J. A. G. (2012). *Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal*. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema.

Ferreira, R. A. , Estrada, L. H. C., Thiébaud, J. T. L., Granados, L. B.C., & Souza Júnior, V. R. (2011). Avaliação do comportamento de ovinos Santa Inês em sistema silvipastoril no norte fluminense *Ciência Agrotécnica*, 35 (2), 399-403.

Lazzarini, I., Detmann, E., Sampaio, C. B. I, Paulino, M. F.,Valadares Filho, S. C., Souza, M.A., & Oliveira, F.A. (2009). Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 2021- 2030.

Lima, M. A., Paciullo, D. S. C., Morenz, M. J. F., Gomide, C. A. M., Rodrigues, R. A. R., & Chizzotti, F. H. M. (2019). Productivity and nutritive value of *Brachiaria decumbens* and performance of dairy heifers in a long-term silvopastoral system. *Grass Forage Science*, 74, 160 - 170. doi: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.05.012>.

Marques, J. A., Barbosa, O. R., Albuquerque, K. P., Negrão, J. A., Lobo Júnior, A. R., Domingues, J.S. & Prado, I. N. (2005). Comportamento de novilhas bubalinas terminadas em confinamento usando promotor de crescimento ou esferas de chumbo no útero. *Acta Science*, 27, 363-370.

Oliveira, C. C., Vilela, S. D. J., Almeida, R. G., Alves, F. V., Behling-Neto, A., Martins, P. G. M. A. (2014). Performance of Nellore heifers, forage mass, and structural and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* grass in integrated production systems. *Tropical Animal Health and Production*, 46 (1), 167–172.

Paciullo, D. S. C., Castro, C. R. T., Gomide, C. A. M., Maurício, R. M., Pires, M. F.A, Müller, M. D., & Xavier, D.F. (2011). Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. *Livestock Science*, 141, 166-172.

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 capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(4), 573-579. doi: 10.1590/S0100 204X2015000100001

- Paciullo, D. S. C., Lopes, F. C. F., Junior, J. D. M., Filho, A. V., Rodriguez, N. M., Morenz, M. J. F. & Aroeira, L. J. M. (2009). Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44 (11), 1528 -1535.
- Pinto, A. P., Nascimento, W. G., Abrahão, J. J. S., Perotto, D., Moletta, J. L., Lugão, S. M. B. (2009). Digestibilidade, consumo, desempenho e características de carcaça de tourinhos mestiços confinados com cana-de-açúcar ou silagem de sorgo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38 (11), 2258-2263.
- Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G., & Alvarez, V. V. H. (1999). Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, MG: CFSEMG.
- Roman, J., Rocha, M. G., Pires, C. C., Elejalde, D. A. G., Kloss, M. G., & Neto, R. A. O. (2007). Comportamento ingestivo e desempenho de ovinos em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) com diferentes massas de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36 (4), 780-788.
- Sañudo, C.; & Sierra, I. (1986). Calidad de la canal en la especie ovina. *Ovino*, 11, 127-153.
- Sousa, L. F.; Maurício, R. M.; Gonçalves, L. C.; Saliba, E. O. S., & Moreira, G. R. (2007) Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59 (4), 1029-1037.
- Van Soest, P. J. (1994) Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os diferentes arranjos arbóreos influenciaram a composição bromatológica e a produtividade da forragem, porém as melhorias advindas dos sistemas não foram suficientes em promover incrementos no desempenho animal. E podem ser utilizados em substituição ao sistema tradicional sem haver prejuízos no ganho de peso e rendimento de carcaça dos animais.

#### 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ABDULLAD, M.A.; ANISA, UR; RAHMAH, Z.M. 2010. Physicochemical and sorption characteristics of Malaysian Ceiba pentandra (L.) Gaertn. as a natural oil sorbent. **Journal of Hazardous Materials** 177: 683-691.

ABREU, K. M.; ARAUJO, F. G.; DE LIMA, E. L.; DAUD, R. D. 2017. Mites (Arachnida, Acari) on *Astronium fraxinifolium* Schott (Anacardiaceae) from the Cerrado remnants associated with nickel mining áreas. **Acarologia** 57: 223-232.

ALMEIDA, R. G.; ANDRADE, C. M. S.; PACIULLO, D. S.C.; FERNANDES, P. C.C.; CAVALCANTE, A. C. R.; BARBOSA, R. A.; VALLE, C. B. 2013. Brazilian agroforestry systems for cattle and sheep. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales** 1: 175–183.

ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A.N. 2012. p. 87-94. **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. Embrapa, Brasília.

ALVES, F. V. 2012. O componente animal em sistemas de produção em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed). Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. 2. ed. Brasília: Embrapa, p. 87-94.

ANDRADE, I. S.; SOUZA, B. B.; FILHO, J. M. P.; SILVA, AZEVEDO, A. 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.

APOLINÁRIO V.X.O ; DUBEUX J.R . J.C.B; LIRA M.A; SAMPAIO E.V.S.B ; AMORIM S.O; SILVA N.G.M; MUIR J.P. 2016. Arboreal legume litter nutrient contribution to a tropical silvopasture. **Agronomy Journal** 108:2478-2484.

BALBINO, L. C.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D.J.; ALMEIDA, R. G. 2012. Sistemas de integração: o que são, suas vantagens e limitações. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed). Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. p. 87-94.

BALBINO, L.C.; BARCELOS, A.O.; STONE, L.F. 2011. **Marco referencial integração lavoura-pecuária-floresta**. EMBRAPA. Brasília, DF. 130p

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R. 2009. Sistema Silvopastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira** 60: 77-87.

BIRCHAM, J. S.; HODGSON, J. 1983. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science** 38: 323-331.

BOSI, C.; PEZZOPANE, J. R. M.; SENTELHAS, P. C.; SANTOS, P. M.; NICODEMO, M. L. F. 2014. Produtividade e características biométricas do capim-braquiária em sistema silvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 49: 449-456.

BROOM, D.M. 2017. Components of sustainable animal production and the use of silvopastoral systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 46: 683-688.

CATIE. 1991. **Madero negro (*Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers) árbol de uso múltiple em la América Central**. Costa Rica: CATIE, Turrialba, 72 p.

COELHO, J.S.; ARAÚJO, S. A.C.; VIANA, M.C.M.; VILLELA, S. D. J.; FREIRE, F. M.; BRAZ, T.G.S.2014. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária em sistema silvipastoril com diferentes arranjos espaciais. **Semina: Ciências Agrárias** 35: 1487-1500.

DIAS-FILHO, M. B. 2000. Crescimento e alocação de biomassa das culturas C4 *Brachiaria brizantha* e *B. humidicola* sob sombra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 35: 2335-2341.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA..., 2018. Disponível: <https://www.embrapa.br/web/rede-ilpf/ilpf-em-numeros>, acesso: 16/01/2019.

- FERREIRA, R. A.; ESTRADA, L. H. C.; THIÉBAUT, J. T. L.; GRANADOS, L.B. C.; JÚNIOR, V. R.S. 2011. Avaliação do comportamento de ovinos Santa Inês em sistema silvipastoril no norte fluminense. **Ciência Agrotécnica** 35: 399-403.
- FILHO, A. E.; TEODORO, S. M.; CHAVES, M. A.; Santos, P. E. F.; SILVA, M. W. R.; Murta, R. M.; CARVALHO, G. G. P.; SOUZA, L. E. B. 2011. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia** 40: 8.
- FILHO, E.S.C; MUNIZ, E.N.;RANGEL, J.H.A.; SANTOS,G.R.A.; NETO,J. A. S.; ARAUJO, H.R. 2016. Dry matter yield and bromatological composition of gliricidia in different crop densities. **Ciência Rural** 46: 1038-1043.
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; DUTILLEUL, P.; BOEVER,J. 2002. Padrões da distribuição nictemeral do comportamento ingestivo de vacas leiteiras, ao início e ao final da lactação, alimentadas com dieta à base de silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia** 31: 2129-2138.
- FISCHER, V.; DUTILLEUL, P.; DESWYSEN, A.G. 2000. Aplicação de probabilidades de transição de estado dependentes do tempo na análise quantitativa do comportamento ingestivo de ovinos - Parte I. **Revista Brasileira de Zootecnia** 29(6):1811-1820.
- FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; DÜRR, J. W. 2012. Qualidade e valor nutritivo de forragem. FONTANELI, RS; SANTOS, HP; FONTANELI, RS. Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira 2: 27-49.
- GARCIA, G.W.; FERGUSON, T.U.; NECKLES, F.A.; AND ARCHIBALD, K.A.E. 1996. The nutritive value and forage productivity of *Leucaena leucocephala*. **Animal Feed Science and Technology** 60: 29–41.
- GIANG, N.T.T.; WANAPAT, M.; PHESATCHA, K.; KANG, SUNGCHHANG. 2016. Level of *Leucaena leucocephala* silage feeding on intake, rumen fermentation, and nutrient digestibility in dairy steers **Tropical Animal Health and Production** 48: 1057-1064.
- GIUSTINA, C. D.; CARNEVALLI, R.A.; ROMANO, M.R.; ANTONIO, D.B.A.; ECKSTEIN, C. 2017. Growth of different fruit tree species in silvopastoral systems during the establishment phase. **Revista Caatinga** 30: 1040 –1049.
- GÓMEZ S.; GUENNI, O.; BRAVO DE GUENNI, L. 2013. Growth, leaf photosynthesis and canopy light use efficiency under differing irradiance and soil N supplies in the forage grass *Brachiaria decumbens* Stapf. **Grass and Forage Science** 68: 395-407.
- HALLIDAY, M.J.; PADMANABHA, J.; MCSWEENEY C.; KERVEN G.; SHELTON H.M. 2013. Leucena toxicity: a new perspective on the most widely used forage tree legume. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales** 1:1-11.
- HORI, K.; FLAVIER, M. E.; KUGA, S.; LAM, T. B. T.; . IYAMA, K. 2000. Excellent oil absorbent kapok [*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.] fiber: fiber 'structure, chemical characteristics, and application. **Journal of Wood Science** 46: 401-404.
- JOCHIMS, F.; PIRES, C. C.; GRIEBLER, L.; BOLZAN, A. M. S.; DIAS, F. D.; GALVANI, D. B. 2010. Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milho recebendo ou não suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39: 572-581.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. 1996. Tissue fluxes in grazing plant communities. p.3-36. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). The ecology and management of grazing systems. Wallingford: CAB International.
- LIM, T.K., 2012. **Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants: Volume 2, Fruits**. Springer, New York.
- LORENZI, H. 2000. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 351 p.
- MAIA, J.M; SOUSA, V. F.O. ; LIRA, E. H. A.; LUCENA, A. M. A. 2017. Motivações socioeconômicas para a conservação e exploração sustentável do bioma Caatinga. **Desenvolvimento e Meio Ambiente** 41: 295-310.

- MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2012. **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, 173 p.
- MARTUSCELLO, J.A.; FARIA, D. J. G.; CUNHA, D. N. F. V.; FONSECA, D. M. 2009. Adubação nitrogenada e partição de massa seca em plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *Panicum maximum* *Panicum infestum* cv. Massai. **Ciência e Agrotecnologia** 33: 663-667.
- MELOTTO, A. M.; LAURA, V. A. 2009. **Sistemas Silvopastoris para Bovinos e Ovinos**. Documento 178. EMBRAPA Gado de corte, Campo Grande.
- MELOTTO, A.M.; LAURA, V.A.; BUNGENSTAB, D.J.; FERREIRA, A. D. 2012. p. 87-94. Espécies Florestais em sistemas de Integração In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed). Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. 2.ed. Brasília: Embrapa.
- MONTAGNER, D. B.; EUCLIDES, V. P. B. 2016. **Demandas tecnológicas dos sistemas de produção de bovinos de corte no Brasil**. Documentos 223. EMBRAPA, Brasília, DF.
- MOREIRA, G.R.; SALIBA, E.O.S.; MAURÍCIO, R.M.; SOUSA, L.F.; FIGUEIREDO, M.P. GONÇALVES L.C.; RODRIGUEZ, N.M. 2009. Avaliação do *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 61:706-713.
- OLIVEIRA, T. K.; MACEDO, R. L. G.; SANTOS, Í. P. A.; HIGASHIKAWA, E. M.; VENTURIN, N. 2007. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência Agrotecnologia** 31: 748-757.
- OLIVEIRA, T.K.O.; ANDRADE, C. M. S.; SALMAN, A. K. D. 2012. Sistemas Silvopastoris: Conceitos, benefícios e métodos de implantação. In: ANDRADE, C. M. S.; SALMAN, A. K. D.; OLIVEIRA, T. K. Guia Arbopasto: Manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris. Embrapa, Brasília.
- PACIULLO, D.S.C; CASTRO, C.R.T; GOMIDE, C.A.M; MAURÍCIO, R.M; PIRES, M.F.A; MÜLLER M.D; XAVIER, D.F. 2011. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science** 141: 166–172.
- PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. 2008. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 43: 917-923.
- PACIULLO, D.S.C.; C.R.T. CASTRO; C.A.M. GOMIDE; P.B FERNANDES. W.D. ROCHA, M.D. MÜLLER; ROSSIELLO, R.O.P. 2010. Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. **Scientia Agricola** 67: 598–603.
- 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 capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 42: 573-579.
- PEREIRA, A. M.F.; BACCARI JUNIOR, F.; TITTO, E. A. L.; ALMEIDA A.J. A. 2008. Effect of thermal stress on physiological parameters, feed intake and plasma thyroid hormones concentration in Alentejana, Mertolenga, Frisian and Limousine cattle breeds. **International Journal of Biometeorology** 52: 199–208.
- PEZZOPANE, J.R.M.; BOSI, C.; NICODEMO, M.L.F.; SANTOS, P.M; CRUZ D, P.G.; PARMEJIANI, R. S., 2015. Microclimate and soil moisture in a silvopastoral system in southeastern Brazil. **Bragantia** 74: 110–119.
- RAJENDRAN, P.; DASTHAGIR, M.G., YASSIN, M.M. AND DIVAKARA, B.N. 2002. Vegetative propagation of *Ceiba pentandra* (Linn.) Gaertn. by stem cuttings. **Indian Journal of Agroforestry** 4:67-70.
- RANGEL, J. H. A.; MUNIZ, E. N.; MORAES, S. A.; SOUZA, S. F.; AMARAL, A. J.; PIMENTEL, J. C. M. 2016. **Revista Ciência Veterinária nos Trópicos** 19: 3.

- RAO G. R.; RAMANA D. B. V.; PRASAD J. V. N. S.; VENKATESWARLU B. 2013. Performance of Deccani ram lambs grazed on stockpiled forage from established silvopasture. **Range Management and Agroforestry** 34 : 93-97.
- RODRIGUES, C.O.D.; ARAÚJO, S.A.C.; VIANA, M. C. M; ROCHA, N. S.; BRAZ, T. G.S.; VILLELA, S. D. J. 2014 Light relations and performance of signal grass in silvopastoral system. **Acta Scientiarum Animal Science** 36: 129-136.
- RODRÍGUEZ, M. B.; SÁNCHEZ, J. S.; VERA, J. K.; BURGOS, A. A.; CASTRO, C. S.; PÉREZ, G. S. 2012. Productive performance and urinary excretion of mimosine metabolites by hair sheep grazing in a silvopastoral system with high densities of *Leucaena leucocephala*. **Tropical Animal Health and Production** 44: 1873–1878.
- SANTOS, D. C.; JÚNIOR, R. G.; VILELA, L.; PULROLNIK, K.; BUFON, V. B.; FRANÇA, A. F. S. 2016. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. **Agriculture, Ecosystems & Environment** 233:16-243.
- SANTOS, F. R.; SANTOS, M. J. C. 2011. Biometria *in vivo* de ovinos mantidos em sistema silvipastoril no semiárido nordestino. **Agropecuária Científica no Semiárido** 07: 21- 24.
- SANTOS, F.R.; SANTOS, M.J.C. 2012. Avaliação do ganho de peso de ovinos santa Inês mantidos em sistema silvipastoril no semiárido nordestino. **Scientia Plena** 8:4.
- SANTOS, S. H. M. dos. 2002. **Recomendações técnicas - Sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.)** - Família Bombacaceae. Belém: Embrapa Amazônia Oriental.
- SILVA, C.C.M.F.; ROSSIELLO, R.O.P; PACIULLO, D.S.C.; GOMES, D.M.S.; CARVALHO, C.A.B.; RIBEIRO, R.C. 2011. Atributos morfofisiológico e fitomassa de *Brachiaria decumbens* em um sistema silvipastoril. **Revista Ciência da Vida** 31: 87-95.
- SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. 2009. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38: 443-451.
- SOLLENBERGER, L.E., J.C.B. DUBEUX, JR., AND MUIR, J.P. 2014. p.135–178. **Establishment and management of legume-grass pastures**. In: O.G. Pereira, D.M. da Fonseca, K.G. Ribeiro, and F.H.M. Chizzotti, editors, 7th symposium on strategic management of pasture/5th international symposium on animal production under grazing. Suprema, Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, Brazil
- VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca, NY, Cornell University Press.
- VILLANUEVA-LO´PEZ G, MARTI´NEZ-ZURIMENDI P, RAMI´REZ-AVILE´S L, CASANOVA-LUGO F, JARQUI´N-SA´NCHEZ A .2014. Influence of livestock systems with live fences of *Gliricidia sepium* on several soil properties in Tabasco, Mexico. **Ciencia e investigación agraria** 41:175–186.
- VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; COSER, A. C.; MARTINS, C. E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. 2011. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia** 3: 435-442.
- ZHU, X.-G.; LONG, S. P.; ORT, D. R. 2010. Improving photosynthetic efficiency for greater yield. **Annual Review of Plant Biology**, 61: 235-261.

## APÊNDICE

## INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Resultado de análise de solo										
Tratamento	Índice SMP	pH	P	K	Na	Ca <sub>2+</sub>		Mg <sub>2+</sub>	Al <sub>2+</sub>	H+Al
		H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>			cmolc/dm <sup>3</sup>				
Linha simples		5,5	0,67	0	0	0,7		0	0	1,3
Linha duplas		4,7	0,47	0	0	0,3		0,3	0,2	1,6
Bosque		4,9	0,38	0	0	0,4		0,2	0,2	1,5
Controle		4,7	0,31	0	0	0,4		0,2	0,2	1,4
Tratamento	SB	CTC(t)	CTC (T)	MO	Saturação do complexo de troca					
	Cmolc/dm <sup>3</sup>			%	V	Na	Ca	Mg	K	Relações catiônicas
					%					Ca/Mg
Linha simples	0,8	0,8	2,1	1,29	38,1	0	33,33	4,76	0	7
Linha duplas	0,6	0,8	2,2	0,77	27,27	0	13,64	13,64	0	1
Bosque	0,6	0,8	2,1	0,54	28,57	0	19,05	9,52	0	2
Controle	0,6	0,8	2	0,3	30	0	20	10	0	2

Alumínio <sub>2+</sub> (Al <sub>2+</sub>), Saturação de base (SB), Capacidade de Troca Catiônica (CTC), Matéria Orgânica (MO).  
Potencial Hidrogeniônico (pH), Fósforo (P), Potássio (K), Sódio (Na), Calcio <sub>2+</sub> (Ca<sub>2+</sub>), Magnésio <sub>2+</sub> (Mg <sub>2+</sub>),