

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA – PPGZ**

**CHRISLANNE BARREIRA DE MACÊDO CARVALHO**

**CARACTERIZAÇÃO DE COMPONENTES HERBÁCEOS E  
ARBÓREOS E DESEMPENHO DE BOVINOS EM SISTEMAS  
SILVIPASTORIS, NO AGRESTE DE PERNAMBUCO**

**RECIFE  
2021**

**CHRISLANNE BARREIRA DE MACÊDO CARVALHO**

**CARACTERIZAÇÃO DE COMPONENTES HERBÁCEOS E  
ARBÓREOS E DESEMPENHO DE BOVINOS EM SISTEMAS  
SILVIPASTORIS, NO AGRESTE DE PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco para obtenção do título de doutora em Zootecnia.

Área de concentração: Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello

Coorientadores: Prof. Dr. Márcio Vieira da Cunha e Profa. Dra. Valéria Xavier de Oliveira Apolinário

**RECIFE  
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

C331c Carvalho, Chrislanne Barreira de Macêdo  
Caracterização de componentes herbáceos e arbóreos e  
desempenho de bovinos em sistemas silvipastoris, no Agreste de  
Pernambuco / Chrislanne Barreira de Macêdo Carvalho. – 2021.  
91 f. : il.

Orientador: Alexandre Carneiro Leão de Mello.  
Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife,  
BR-PE, 2021.  
Inclui bibliografia e apêndice(s).

1. Plantas forrageiras - Pernambuco 2. Pastagens 3. Plantas -  
Conservação - Pernambuco 4. Bovino 5. Produção animal –  
Pernambuco I. Mello, Alexandre Carneiro Leão de, orient. II. Título

CDD 636

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA – PPGZ**

**CARACTERIZAÇÃO DE COMPONENTES HERBÁCEOS E  
ARBÓREOS E DESEMPENHO DE BOVINOS EM SISTEMAS  
SILVIPASTORIS, NO AGRESTE DE PERNAMBUCO**

Tese elaborada por:  
CHRISLANNE BARREIRA DE MACÊDO CARVALHO

Aprovada em 29/11/2021

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE  
Departamento de Zootecnia  
(Orientador)

---

Prof. Dr. José Carlos Batista Dubeux Júnior  
University of Florida - UF  
North Florida Research and Education

---

Profa. Dra. Adriana Guim  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE  
Departamento de Zootecnia

---

Prof. Dr. Ricardo Loiola Edvan  
Universidade Federal do Piauí – UFPI  
Departamento de Zootecnia

---

Prof. Dr. Bruno Carneiro e Pedreira  
Kansas State University – KSU  
Southeast Research and Extension Center

A minha bisavó Railda, nossa matriarca de 93 anos, e meu maior exemplo de força.

A minha avó/mãe Maria Edeilde, meus pais Christiane e Pedro Filho, e a minha irmã  
Adrianna, por sempre terem sido minha fonte inesgotável de amor e incentivo.

A minha sobrinha Emily, para que sirva de inspiração.

E as minhas três estrelinhas no céu: Pai Edem, Papai Sinval e Papai Joanes (*in memoriam*).  
Seja onde estiverem, vocês cuidaram para que eu chegasse até aqui.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

“Tudo é do Pai, toda honra e toda glória, é d’Ele a vitória, alcançada em minha vida...”.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de participar do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, como doutoranda.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e a FACEPE (Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco), pela bolsa de estudo concedida durante o curso e financiamento do projeto de pesquisa, respectivamente.

Agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello, por ter me aceitado como orientanda, pela paciência, pelos ensinamentos e desafios a mim lançados e, principalmente, por me aconselhar nessa reta final, para que eu não saísse do foco deste trabalho.

Aos meus coorientadores, Prof. Dr. Márcio Vieira da Cunha e Profa. Dra. Valéria Xavier de Oliveira Apolinário, pelas orientações, paciência, por sempre contribuir nas decisões a serem tomadas nesta pesquisa e, também, pelo compartilhamento dos seus conhecimentos acerca das análises estatísticas e de sistemas silvipastoris.

Aos demais professores doutores do PPGZ - UFRPE, nas pessoas da Profa. Mércia Virginia, Prof. Dubeux Jr., Prof. Francisco, Profa. Sherlânea, Profa. Adriana Guim, Prof. Marcelo, Prof. Valdson e Prof. Mário Lira (*in memoriam*), por todo conhecimento transmitido ao longo desta caminhada. “Ensinar é, acima de tudo, um dom”.

Ao meu orientador de mestrado, Prof. Dr. Ricardo Loiola, por até hoje contribuir para que eu cresça profissionalmente.

Aos técnicos do Laboratório de Nutrição Animal, pelo apoio na realização das análises laboratoriais, aos funcionários por tornar o Departamento de Zootecnia um ambiente mais seguro e aconchegante, e aos tratadores dos animais por sempre nos ajudar, em especial, na pessoa do Seu Pedro, pela amizade construída e momentos de descontração.

Aos motoristas terceirizados da UFRPE, pelo comprometimento em ir e vir da Fazenda inúmeras vezes, sempre com responsabilidade e profissionalismo, quando nossa vida foi depositada.

Aos funcionários da Fazenda Experimental da UFRPE, em nome de Vanilson (UFAPÉ), Gilvan, Dona Sônia, Paulo, Paulo Sérgio, Rodrigo, Seu Sebastião, Seu Eraldo, Seu Esmeraldo, Seu Álvaro, Luciano, Marquinhos, Zé Luiz e ao vigilante Renato, pela ajuda indispensável na implantação e condução dos trabalhos de campo.

Agradecimento singular a equipe de colegas do experimento, Suellen, Diana, Pedro Mouzinho e Lypson. Os desafios foram muitos e, o trabalho árduo, mas graças a vocês, conseguimos.

Aos amigos Regina e Leonardo, que sempre cederam um ponto de apoio em minhas viagens a Garanhuns.

A todos os amigos e colegas da pós-graduação, em especial a Géssica Solanna, Pedro Henrique, Aurielle, Maikon, Dayanne, Tafnes, Jeska, Diego, Nágila, Ercvania, Antônio, Ana Maria, Izabela, José Diógenes, Tomás, Núbia, Rayane, Gilka, Gabriel, Sharlane, Elis, Gabriela, Rita, Roberta, Arturene, Bueno, Marina, Salmo, Rodrigo e aos demais que me falharam a memória. Costumo dizer que somos uma família, uma família de pós-graduandos, que se ajudam e compartilham de bons e maus momentos, a fim de que todos possam chegar ao final juntos.

Aos PNPDs Osniel, Tony, Carla e Italvan, que nunca dispensaram ajudar.

Aos também colegas e amigos de pós-graduação, Leonardo e Jasiel, que me acolheram num momento de extrema dificuldade de adaptação.

A minha amiga e colega de apartamento, Marilene, por todos estes anos de convívio e compartilhamento de vida.

Um agradecimento de coração, aos meus vizinhos Dona Ivonete e Genilson, e a Jaquelma, que sempre cuidaram de mim como mãe e irmãos. Eu sou muito agraciada por todos os lugares que andei, poder encontrar pessoas com as quais eu posso contar.

A todos os colegas do Senac Idiomas. Vocês não me proporcionaram apenas instantes de aprendizado, mas também de muitas alegrias e risadas. Thank you guys!

Aos amigos que fiz no Recife, que me concederam períodos e lugares incríveis.

Aos meus Tios Gladstone, M<sup>a</sup> de Fátima, Josemilton, Alena, Rejane, meus primos Ludymilla, Joanes Júnior, Éden Djalma, Josemilton Neto, Carlyle, Francisco, Joanes Sobrinho, Eric, Francisco (Sam), Eron, Nanda Lavínia, Maria Laura, meus sobrinhos Nick Benício e João Lucas, a Nádia e Letícia, por todo carinho, compreensão e incentivo. Vocês foram, antes de tudo, facilitadores da minha vida.

As minhas melhores amigas Dulcilany, Joseane e Laísa, e a minha mais nova afilhadinha Sophia. Por mais que eu esteja distante, vocês estão sempre comigo, nas melhores e piores situações da minha vida, apoiando-me, aconselhando-me e incentivando-me a persistir.

A minha amiga Taile Katiele, pessoa que conheci desde a época de estágio de graduação, e que o doutorado me trouxe de volta, para vivermos bons momentos.

A meu amigo Aquiles, pela preocupação em me ligar e cuidados neste caminhar.

Aos demais amigos e familiares Barreirenses, que acreditaram em mim, e foram fonte de energia para que eu não desistisse.

E a todos aqueles que, a sua maneira, tornaram esta concretização possível.

“Gratidão é quando a alma diz obrigada”.

A vocês, minha gratidão!

*“Ninguém é suficientemente perfeito, que não possa aprender com o outro e, ninguém é totalmente estruído de valores que não possa ensinar algo ao seu irmão.”*

**São Francisco de Assis**



## Caracterização de componentes herbáceos e arbóreos e desempenho de bovinos em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco

**RESUMO GERAL** - Os sistemas silvipastoris (SSPs) constituem uma modalidade dos Sistemas Agroflorestais, nos quais componentes arbóreos, herbáceos e animal compartilham da mesma área cultivada, a fim de garantir produtividade e sustentabilidade em sistemas de produção animal. Este estudo avaliou a taxa de sobrevivência e dendrometria de mudas de *Eucalyptus* spp. (eucalipto) e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (sabiá) na fase de estabelecimento e crescimento inicial, respostas produtivas e valor nutritivo de *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster (capim-braquiária), bem como o desempenho de bezerros mestiços Holandês × Zebu ( $170 \pm 15$  kg) em monocultivo da gramínea e nos SSPs com as espécies arbóreas, no Agreste de Pernambuco, Brasil. Foram avaliados cinco tratamentos, os quais foram casualizados em blocos com três repetições, sendo: 1 - monocultivo do capim-braquiária; 2 - capim-braquiária + eucalipto (SSP - eucalipto); 3 - capim-braquiária + sabiá (SSP - sabiá); 4 - monocultivo de eucalipto e 5 - monocultivo de sabiá. As parcelas pastejadas (monocultivo de braquiária e os dois SSPs) consistiram em piquetes de 1ha cada, enquanto que os monocultivos de eucalipto e sabiá em bosques de áreas de 20 m × 30 m. Os animais foram manejados sob lotação contínua, com taxa de lotação variável e pesados a cada 28 dias. As árvores foram avaliadas com intervalos de quatro meses, durante 17 meses, enquanto que as variáveis relativas ao capim-braquiária [produção, teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), oferta de forragem (OF), taxa de lotação (TL)]; das folhas e ramos finos de sabiá (MS, PB, FDN e DIVMS), bem como o ganho de peso médio diário (GMD) e o ganho de peso por área (GPA), foram avaliadas ao longo de períodos experimentais. As mudas de sabiá, tanto em SSP, como em monocultivo, apresentaram as maiores taxas de sobrevivência (89,0% e 90,6%, respectivamente) ( $P = 0,0159$ ), quando comparadas a sobrevivência do eucalipto, em ambos os tratamentos. Houve interação ( $P = 0,0004$ ) tratamento × ciclo de avaliação para altura das árvores, com maiores valores no monocultivo de sabiá, tanto entre os sistemas, quanto entre períodos da avaliação, alcançando 284 cm aos 29 meses de estabelecimento. As diferenças observadas para o capim-braquiária ocorreram em relação aos ciclos de avaliação de forma isolada, com maiores médias de altura do dossel, massa de forragem total e massa de forragem verde no primeiro ciclo de avaliação (71,0 cm, 10.342 kg MS ha<sup>-1</sup> e 2.985 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e, as menores, no último ciclo de avaliação (21,3 cm, 218 kg MS ha<sup>-1</sup> e 152

kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente). As maiores proporções de frações verdes (lâmina foliar e colmo) do capim-braquiária ocorreram no final do período chuvoso. Os valores médios de PB do capim-braquiária variaram ( $P = 0,0004$ ) entre 44 e 65 g kg<sup>-1</sup> MS, enquanto os de FDN, com menor variação sazonal ( $P = 0,0015$ ), entre 717 e 775 g kg<sup>-1</sup> MS, ao longo dos ciclos de avaliação. Para as folhas e ramos finos de sabiá, nas avaliações de novembro/2019 e janeiro/2020, foram observados os maiores teores de MS (385 e 416 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente) e coeficientes de DIVMS (311 e 381 g kg<sup>-1</sup> MS, respectivamente) ( $P < 0,05$ ), e menores de PB (110 e 82 g kg<sup>-1</sup> MS) e FDN (568 e 500 g kg<sup>-1</sup> MS). Acompanhando a resposta da massa de forragem total e verde, a TL diminuiu ( $P < 0,0001$ ) ao longo dos ciclos de avaliação. O GMD e o GPA não diferiram entre tratamentos ( $P > 0,05$ ) (média 0,38 kg animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> e 17,89 kg ha<sup>-1</sup> 28 d<sup>-1</sup>, respectivamente), com perda de peso ( $P < 0,0001$ ) no período de baixa disponibilidade hídrica. No Agreste de Pernambuco, independente do sistema de cultivo (monocultivo e SSPs), o estabelecimento da sabiá é recomendado. O sistema de cultivo não interfere na produtividade, no valor nutritivo e no desempenho de bezerros mestiço Holandês × Zebu em pastagens de capim-braquiária.

**Palavras-chave:** dendrometria, leguminosa arbórea, pastejo, sistemas agroflorestais.

## **Characterization of herbaceous and arboreal components and performance of cattle in silvopastoral systems, in the Agreste region of Pernambuco**

**GENERAL ABSTRACT** - Silvopastoral systems (SSPs) constitute a modality of Agroforestry Systems, in which tree, herbaceous and animal components share the same cultivated area, in order to guarantee productivity and sustainability in animal production systems. This study evaluated the survival rate and dendrometry of *Eucalyptus* spp. (eucalyptus) and *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (sabiá) in the establishment and initial growth phase, productive responses and nutritive value of *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster (signalgrass), as well as the performance of crossbred Holstein × Zebu ( $170 \pm 15$  kg) calves in grass monoculture and in SSPs with arboreal species, in the Agreste region of Pernambuco, Brazil. Five treatments were evaluated, which were randomized in blocks with three replications, as follows: 1 - signalgrass monoculture; 2 - signalgrass + eucalyptus (SSP - eucalyptus); 3 - signalgrass + sabiá (SSP - sabiá); 4 - eucalyptus monoculture and 5 - sabiá monoculture. The grazed plots (signalgrass monoculture and the two SSPs) consisted in paddocks of 1ha each, while the eucalyptus and sabiá monocultures in forests with areas of 20 m × 30 m. The animals were managed under continuous stocking, with variable stocking rate and weighed every 28 days. The trees were evaluated at intervals of four months, during 17 months, while the variables related to signalgrass [production, dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and coefficient of in vitro dry matter digestibility (IVDMD), herbage allowance (HA), stocking rate (ST)]; of leaves and fine branches of sabiá (DM, PB, NDF and IVDMD), as well as the average daily weight gain (ADG) and the weight gain per area (GPA), were evaluated along experimental period. Sabiá seedlings, both in SSP and in monoculture, had the highest survival rates (89.0% and 90.6%, respectively) ( $P = 0.0159$ ), when compared to eucalyptus survival, in both plants treatments. There was interaction ( $P = 0.0004$ ) treatment × evaluation cycle for tree height, with higher values in sabiá monoculture, both between systems and between evaluation periods, reaching 284 cm at 29 months of establishment. The differences observed for signalgrass occurred in relation to the evaluation cycles, with higher averages of canopy height, total forage mass and green forage mass in the first evaluation cycle (71.0 cm, 10.342 kg DM ha<sup>-1</sup> and 2.985 kg DM ha<sup>-1</sup>, respectively) and the smallest in the last evaluation cycle (21.3 cm, 218 kg DM ha<sup>-1</sup> and 152 kg DM ha<sup>-1</sup>, respectively). The highest proportions of green fractions (leaf blade and stem) of signalgrass occurred at the end of the rainy season. The mean values of CP in signalgrass ranged ( $P = 0.0004$ ) from 44 to 65 g kg<sup>-1</sup> DM, while those of

NDF, with less seasonal variation ( $P = 0.0015$ ), from 717 to 775 g kg<sup>-1</sup> MS, throughout the evaluation cycles. For the leaves and fine branches of sabiá, in the November/2019 and January/2020 evaluations, the highest DM concentrations (385 and 416 g kg<sup>-1</sup>, respectively) and IVDMD coefficients (311 and 381 g kg<sup>-1</sup> MS, respectively) ( $P < 0.05$ ), and smaller than CP (110 and 82 g kg<sup>-1</sup> MS) and NDF (568 and 500 g kg<sup>-1</sup> MS). Following the response of total and green forage mass, the TL decreased ( $P < 0.0001$ ) throughout the evaluation cycles. ADG and GPA did not differ between treatments ( $P > 0.05$ ) (mean 0.38 kg animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> and 17.89 kg ha<sup>-1</sup> 28 d<sup>-1</sup>, respectively), with weight loss ( $P < 0.0001$ ) in the period of low soil moisture. In the Agreste region of Pernambuco, regardless of the cultivation system (monoculture and SSPs), the establishment of sabiá is recommended. The cultivation system does not affect productivity, nutritional value and performance of Holstein × Zebu calves on signalgrass pastures.

**Keywords:** dendrometry, arboreal legume, grazing, agroforestry systems.

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página:</b>
<b>Capítulo I. Referencial teórico</b>	
Tabela 1. Massa de forragem total (kg MS ha <sup>-1</sup> ) de <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster entre sistemas de produção em monocultivo e em sistema silvipastoril .....	12
Tabela 2. Massa de forragem verde (kg MS ha <sup>-1</sup> ) de <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster entre sistemas de produção em monocultivo e em sistema silvipastoril .....	13
Tabela 3. Valor nutritivo de <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster entre sistemas de produção em monocultivo e em sistema silvipastoril .....	14
Tabela 4. Desempenho de bovinos entre sistemas de produção em monocultivo e em sistema silvipastoril .....	16
 <b>Capítulo II. Crescimento inicial de <i>Eucalyptus</i> spp. e <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth. e respostas produtivas de <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco</b>	
Tabela 1. Análise do solo da área experimental, Garanhuns-PE .....	30
Tabela 2. Interação tratamento × período de ciclo de avaliação para altura (cm) de <i>Eucalyptus</i> spp. (eucalipto) e <i>M. caesalpiniiifolia</i> Benth. (sabiá) em monocultivo e em sistema silvipastoril, no Agreste de Pernambuco .....	35
Tabela 3. Altura do dossel, massa de forragem total, massa de forragem verde, densidade de forragem, proporções morfológicas, acúmulo de forragem, taxa de acúmulo de forragem e acúmulo de forragem total de <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco .....	37
 <b>Capítulo III. Valor nutritivo de <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster e <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth., e desempenho de bovinos em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco</b>	
Tabela 1. Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e coeficiente de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) de <i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R. D. Webster em monocultivo e em sistema silvipastoril, no Agreste de Pernambuco .....	57
Tabela 2. Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e coeficientes de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) de <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth. em monocultivo e em sistema silvipastoril, no Agreste de Pernambuco .....	61
Tabela 3. Oferta de forragem (OF), taxa de lotação (TL), ganho médio diário (GMD), ganho de peso por área (GPA), e ganho de peso total (GPT) de bezerras mestiças Holandês × Zebu em pastagens de <i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R. D. Webster em monocultivo e em sistema silvipastoril, no Agreste de Pernambuco .	62

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página:</b>
<b>Capítulo II. Crescimento inicial de <i>Eucalyptus</i> spp. e <i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth. e respostas produtivas de <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco</b>	
Figura 1. Precipitações pluviométricas e temperaturas médias mensais registradas durante o período experimental (maio/2018 a abril/2020) .....	29
Figura 2. Croqui e detalhamento das parcelas experimentais .....	30
Figura 3. Taxa de sobrevivência (%) (a) e diâmetro a altura do peito (DAP) (cm) (b) de <i>Eucalyptus</i> spp. (eucalipto) e <i>M. caesalpinifolia</i> Benth. (sabiá) em monocultivo e em sistema silvipastoril, no Agreste de Pernambuco .....	34
Figura 4. Diâmetro da base (cm) em função do período de avaliação de <i>Eucalyptus</i> spp. (eucalipto) e <i>M. caesalpinifolia</i> Benth. (sabiá) em monocultivo e em sistema silvipastoril, no Agreste de Pernambuco .....	36
Figura 5. Altura do dossel (cm) (a), massa de forragem total (kg MS ha <sup>-1</sup> ) (b), massa de forragem verde (kg MS ha <sup>-1</sup> ) (c) e densidade de forragem total (kg de MS ha <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> ) (d) de <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco .....	40
Figura 6. Proporções (%) de lâmina foliar (a), colmo (b), material senescente (c) e relação lâmina:colmo (d) de <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco .....	42
Figura 7. Acúmulo de forragem (Kg MS ha <sup>-1</sup> ) de <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco .	43
Figura 8. Taxa de acúmulo de forragem (Kg MS ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> ) de <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco .....	44
<b>Capítulo III. Valor nutritivo de <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster e <i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth., e desempenho de bovinos em monocultivo e em sistemas silvipastoris no Agreste de Pernambuco</b>	
Figura 1. Precipitações pluviométricas e temperaturas médias mensais registradas durante o período experimental (Maio/2018 a Abril/2020) .....	53
Figura 2. Croqui e detalhamento das parcelas experimentais .....	55
Figura 3. Matéria seca (g kg <sup>-1</sup> ) (a), proteína bruta (g kg <sup>-1</sup> MS) (b), fibra em detergente neutro (g kg <sup>-1</sup> MS) (c) e coeficiente de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (g kg <sup>-1</sup> MS) (d) de <i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco .....	59
Figura 4. Oferta de forragem verde (kg MSV/kg PC) (a) e taxa de lotação de bezerros mestiços Holandês × Zebu (UA ha <sup>-1</sup> ) (b) em pastagens de <i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco .....	64
Figura 5. Ganho de peso diário (kg animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> ) (a) e ganho de peso por área (kg ha <sup>-1</sup> 28 dias <sup>-1</sup> ) (b) de bezerros mestiços Holandês × Zebu (UA ha <sup>-1</sup> ) (b) em pastagens de <i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco .....	66
Figura 6. Ganho de peso médio diário (GMD) de bezerros mestiços Holandês × Zebu em função da oferta de forragem (OF) média, em pastagens de <i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco .....	67

## SUMÁRIO

	<b>Página:</b>
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
Capítulo I. 2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Produção de bovinos a pasto no Brasil × degradação de pastagens .....	4
2.2 Sistemas Silvopastoris (SSPs) e os bens e serviços ecossistêmicos .....	5
2.3 <i>Eucalyptus</i> spp. em SSPs .....	7
2.4 <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth. em SSPs .....	9
2.5 <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster em SSPs .....	11
2.6 Desempenho animal em SSPs .....	15
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18
Capítulo II. Crescimento inicial de <i>Eucalyptus</i> spp. e <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth. e respostas produtivas de <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco .....	24
Resumo e Palavras-chave .....	25
Abstract e Keywords .....	26
1. INTRODUÇÃO .....	27
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	28
2.1 Descrição do local .....	28
2.2 Estabelecimento, delineamento e tratamentos experimentais .....	29
2.3 Taxa de sobrevivência e dendrometria das espécies arbóreas .....	31
2.4 Manejo e respostas do capim-braquiária .....	31
2.5 Análises estatísticas .....	32
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
3.1 Taxa de sobrevivência e variáveis dendrométricas .....	33
3.2 Respostas do capim-braquiária .....	36
4. CONCLUSÕES .....	45
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
Capítulo III. Valor nutritivo de <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster e <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth., e desempenho animal em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco .....	48
Resumo e Palavras-chave .....	49
Abstract e Keywords .....	50
1. INTRODUÇÃO .....	51
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	52
2.1 Caracterização do local .....	52
2.2 Delineamento e tratamentos experimentais .....	54
2.3 Respostas do capim-braquiária e da sabiá .....	55
2.4 Manejo e respostas dos animais .....	56
2.5 Análises estatísticas .....	56
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	57
3.1 Respostas do capim-braquiária .....	57
3.2 Respostas da sabiá .....	61
3.3 Respostas dos animais .....	62
4. CONCLUSÕES .....	69
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	69
Apêndices .....	73

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção de ruminantes no Brasil é realizada, predominantemente, a pasto. Entretanto, os níveis de produtividade obtidos não estão de acordo com o potencial de produção brasileiro, em parte, pelo elevado índice de áreas de pastagens em degradação. Para amenizar o processo de degradação das pastagens e, portanto, reduzir a necessidade de abertura de novas áreas para a produção animal, técnicas que visam uma produção sustentável vêm sendo estudadas e crescendo mundialmente, pois direciona a utilização de sistemas que são capazes de suprir tais necessidades, sem comprometimento dos recursos naturais para as gerações futuras.

Neste sentido, pesquisas têm sido desenvolvidas utilizando diferentes tipos de sistemas integrados de produção, como por exemplo, os sistemas silvipastoris (SSPs), os quais agregam, em uma mesma área, espécies arbóreas, herbáceas e os animais (COSTA et al., 2016; SILVA et al., 2021a). Entender a dinâmica dos componentes solo-planta-animal permite o planejamento de estratégias adequadas, que visam manter a fertilidade do solo, o desempenho animal e a persistência do pasto, a fim de garantir um ecossistema sustentável. Estes sistemas são, ainda, capazes de gerar bens e serviços ecossistêmicos, como os de provisão, suporte, regulação e culturais, tais como madeira, alimentos para humanos, forragem para o gado, biocombustíveis, ciclagem de nutrientes, fixação biológica de nitrogênio, regulação do clima, biodiversidade, controle de pragas e doenças, entre outros (DUBEUX JR. et al., 2017; MURGUEITIO et al., 2011).

Uma das alternativas para introduzir como componente arbóreo em sistemas integrados que vem sendo bastante utilizado é o eucalipto (*Eucalyptus* spp) (MACEDO et al., 2010). O mesmo é preferencialmente utilizado devido ao seu rápido crescimento, capacidade de adaptação às diversas regiões brasileiras e pelo potencial econômico, tendo em vista as mais diversas finalidades. Por sua vez, no estado de Pernambuco, o uso de leguminosas como o componente arbóreo, dentre elas tem-se como exemplo a sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), demonstrando elevado potencial na composição de SSPs (APOLINÁRIO et al., 2015; COSTA et al., 2021; LIMA et al., 2020). A sabiá vem sendo bastante utilizada em razão de sua elevada persistência, dada sua adaptabilidade às diversas condições edafoclimáticas do estado, contribuição nutricional proteica na alimentação dos animais, fixação biológica de nitrogênio e, sobretudo, pela produção de madeira de alto valor comercial na região nordeste do Brasil.

É conhecido o efeito negativo do sombreamento provocado pela presença de espécies arbóreas na produtividade e valor nutritivo das gramíneas forrageiras tropicais. Em função



disso, a escolha da espécie herbácea a compor o SSP deve passar, obrigatoriamente, pela maior tolerância ao sombreamento, visando a persistência do SSP ao longo do tempo. Entre os gêneros de gramíneas tropicais mais utilizadas, o *Brachiaria* spp. (syn. *Urochloa* spp.) vem se destacando como o principal componente herbáceo dos SSPs nas mais diversas regiões do país (CARVALHO P. et al., 2019; HERRERA et al., 2021; PACIULLO et al., 2014).

A região do agreste pernambucano destaca-se como a principal bacia leiteira do estado. Entretanto, na grande maioria da exploração da atividade, quando sob pastejo, predomina a utilização de pastos de gramíneas em monocultivo, tendo sido observados aumentos crescentes da degradação desses pastos. Assim, o estudo de sistemas de produção com maior potencial de serem sustentáveis ainda se trata de uma lacuna para a pecuária da região.

Neste contexto, objetivou-se avaliar a taxa de sobrevivência e dendrometria de mudas de eucalipto e sabiá na fase inicial de crescimento, bem como respostas produtivas e qualitativas do capim-braquiária, e desempenho de bezerros mestiços Holandês × Zebu, tanto em monocultivo, como consorciados em sistemas silvipastoris, em Garanhuns, região do Agreste meridional de Pernambuco, Brasil.

## **CAPÍTULO I**

### **Revisão de Literatura**

---

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Produção de bovinos a pasto no Brasil × degradação de pastagens**

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o Brasil detém o maior rebanho bovino comercial do mundo, estimado aproximadamente em 215 milhões de cabeças. A cadeia produtiva da pecuária brasileira movimentou R\$ 618,5 bilhões em 2019 (ABIEC, 2020), sendo responsável por 8,5% do PIB total do país, configurando a bovinocultura como o principal destaque desta cadeia produtiva, como também do agronegócio brasileiro nos cenários nacional e internacional.

Estes números são reflexos das dimensões territoriais e clima favorável para produção de forragem quase que na totalidade do país, o que permite que os animais sejam mantidos nas pastagens durante a maior parte do tempo. De acordo o último Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2019), dos 159,5 milhões de hectares de pastagens, cerca de 70% das áreas são de pastagens cultivadas, enquanto os outros 30% restantes, pastagens naturais.

No entanto, os índices produtivos obtidos na maior parte dos sistemas de produção a pasto encontram-se abaixo do potencial, que é de 1,31 cabeças/ha/ano no cenário atual (ABIEC, 2020), podendo chegar a mais de 4 cabeças/ha/ano. Isso vem, ao longo dos anos, promovendo a exploração de novas áreas para pastos, ao invés da adoção de tecnologias nas áreas já estabelecidas, visando a elevação dos níveis de produtividade por área (SANTOS et al., 2019). Como outros fatores limitantes pode-se mencionar a produção estacional de forragem, que compromete o desempenho animal nas épocas desfavoráveis à produção de forragem (SANTOS et al., 2020), bem como o percentual de áreas de pastagens já com algum nível de degradação. Para Dias Filho (2011), em regiões de clima tropical e subtropical, as práticas inadequadas de manejo do pastejo, sobretudo a adoção de taxas de lotação acima da capacidade de suporte dos pastos e a ausência de adubações periódicas, são os principais responsáveis pelos reduzidos índices produtivos e elevados níveis de pastagens degradadas. Somam-se a esses dois fatores, o estabelecimento inadequado dos pastos e os problemas bióticos, como o ataque de pragas e doenças como sendo o conjunto principal de fatores limitantes a exploração sustentável da cadeia produtiva de ruminantes no Brasil.

O elevado ritmo com que vem ocorrendo o aumento de áreas de pastagens degradadas no Brasil vem trazendo como consequência uma certa estigmatização da pecuária desenvolvida a pasto, como atividade improdutiva e essencialmente prejudicial ao meio ambiente (DIAS FILHO, 2014). Com isso, nos últimos anos, pressões ambientais e de mercado, além do

aumento na disponibilidade de tecnologias têm incentivado mudança de atitude no setor produtivo pecuário, tendo em vista o uso eficiente da terra e sistemas de produção sustentáveis. Neste contexto, o uso de sistemas integrados de produção ou sistemas agroflorestais gradualmente ganhou aceitação como uma abordagem apropriada que podem minimizar alguns desses problemas ambientais (NAIR, 2011).

## 2.2 Sistemas Silvistoris (SSPs) e os bens e serviços ecossistêmicos

De acordo com a pesquisa encomendada pela Rede de Fomento da Embrapa (2016), o Brasil conta com 11.468.124 ha com sistemas integrados de produção agropecuária. A estratégia de sistemas de integração contempla quatro modalidades, assim caracterizados: integração lavoura-pecuária (agropastoril), integração pecuária-floresta (silvistoril), integração lavoura-floresta (silviagrícola) e integração lavoura-pecuária-floresta (agrossilvistoril) (BALBINO; BARCELLOS; STONE, 2011).

A utilização de sistemas silvistoris (SSPs) é uma alternativa para reduzir a degradação do solo, causada pela exploração convencional do pasto (AZAR et al., 2013), buscando a sustentabilidade dos sistemas de produção. Neste modelo, árvores, forrageiras herbáceas e animais compartilham a mesma área cultivada em rotação ou sucessão (COSTA et al., 2021; HERRERA et al., 2021; LIMA et al., 2020; PACIULLO et al., 2017; SANTOS et al., 2019). Dos pontos de vista produtivo, ecológico, econômico e social, consistem em uma das modalidades mais promissoras dos sistemas integrados de produção (ALONSO, 2011).

No Brasil, a exploração de SSPs iniciaram a partir do final da década de setenta, em Minas Gerais pela Universidade Federal de Viçosa e, na Região Sul, pela Embrapa Florestas. Nessas regiões, a grande importância dos empreendimentos florestais favoreceu o desenvolvimento de pesquisas com SSPs com espécies para produção de madeira, especialmente com *Eucalyptus* e *Pinus* (ARAUJO et al., 2011a).

De acordo com Franke e Furtado (2001), estes sistemas podem ser classificados pelo tipo de arranjo e sua finalidade. Os principais tipos de SSP são com espécies arbóreas ou arbustivas espalhadas em pastagens, cercas vivas, forragens mistas (corte e transporte) e sistemas silvistoris intensivos (CALLE et al., 2013). Para Gomes et al. (2019), o componente arbóreo adicionado ao pasto pode afetar diferentes características do sistema, diversificando ainda mais a produção de serviços ambientais. Serviços ambientais ou serviços ecossistêmicos podem ser definidos como benefícios que os seres humanos recebem direta ou indiretamente

dos ecossistemas. Para as diretrizes do relatório de Avaliação de Ecossistemas do Milênio das Nações Unidas (MEA, 2005), os serviços ambientais podem ser divididos em serviços de provisão, serviços de suporte, serviços de regulação e serviços culturais.

De acordo com Dubeux Jr. et al. (2017), os serviços ecossistêmicos de provisão abrangem os produtos obtidos dos ecossistemas, tais como madeira, celulose, forragem, alimentos para humanos, biocombustível, entre outros. Os serviços de suporte são necessários para a produção de outros serviços. Os serviços de regulação estão relacionados aos principais processos do ecossistema associados à mitigação de impactos de riscos ambientais atuais e futuros. E os serviços culturais consistem em privilégios não substanciais que enriquecem a qualidade de vida e promovem valores recreativos, estéticos e espirituais.

Dentre os exemplos benéficos providos por SSPs, incluem o aumento da fertilidade e conservação do solo (LIMA et al., 2018), fixação biológica de nitrogênio (FBN) (APOLINÁRIO et al., 2015), maior conforto térmico para os animais (PACIULLO et al., 2014), alimentação humana (GIUSTINA et al., 2017), aumento da produção de forragem e animal (COSTA et al., 2021; PACIULLO et al., 2011a,b) e possibilidade de diversificação de produtos e renda (APOLINÁRIO et al., 2015; HERRERA et al., 2021). Também existem benefícios ambientais, como conservação da biodiversidade (MURGUEITIO et al., 2011), mitigação de gases de efeito estufa (FROTA et al., 2017), absorção de resíduos agrícolas e melhoria da qualidade da água (MORENO et al., 2014).

A multifuncionalidade dos SSPs permite, ainda, o fornecimento de madeira (APOLINÁRIO et al., 2015; MURGUEITIO et al., 2015), biocombustível (MORENO et al., 2014), medicamentos naturais (OLIVARES-PÉREZ et al., 2016), polinização (ALONSO-AMARO; LEZCANO-FLEIRES; SURIS-CAMPOS, 2019) e controle de pragas e doenças (CUBILLOS et al., 2016; GIRALDO et al., 2011).

Apesar dos benefícios, a adoção de SSPs tem sido limitada pelo conhecimento insuficiente sobre o gerenciamento de seus componentes (LOPES et al., 2017). Porém, com adoção de políticas e incentivos governamentais, o estímulo para seu uso vem aumentando, como é o caso do Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Entre os objetivos estipulados por esse programa, estava estabelecido até o ano de 2020, a implantação de 4 milhões de hectares de sistemas integrados, com potencial de redução da emissão de gases do efeito estufa (GEE) do setor da agropecuária, de 83 a 104 milhões de Mg CO<sub>2</sub> eq, visando melhoria da sustentabilidade da pecuária brasileira (BRASIL, 2012).

Dubeux Jr. et al. (2017) inferiram sobre a complexidade das interações entre solo, vegetação herbácea, árvores, animais em pastejo e o meio ambiente, o que reduzem a viabilidade dos SSPs. Apesar dos recentes avanços em pesquisas relacionadas a sistemas integrados, Lima et al. (2013) relataram que o sucesso desses sistemas depende da escolha, adaptação das espécies às condições locais de implantação e, quando bem manejados, é uma excelente forma para empregar árvores lenhosas nativas, em substituição a espécies exóticas.

### **2.3 *Eucalyptus* spp. em SSPs**

Uma alternativa como componente arbóreo para SSPs é o uso de eucalipto. O gênero *Eucalyptus* pertence ao reino Plantae na família Myrtaceae, que inclui cerca de 600 espécies e subespécies (CARVALHO D. et al., 2019), encontrada principalmente na região tropical, é nativa da Austrália (RAJ; JHARIYA; BARGALI, 2016). Seu tronco é alto e reto, com casca lisa, em cor cinzenta ou castanha. As folhas são persistentes e têm forma e aspecto variável, conforme a fase de crescimento da árvore. As folhas jovens são ovaladas e com coloração verde, já as adultas são alternadas, longas e mais brilhantes. Suas flores são brancas e grandes, enquanto os frutos são pequenas cápsulas lenhosas, que se abrem para liberar as sementes (PATIL; NITAVE, 2014).

Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas, em 2012, a área ocupada por plantios florestais de *Eucalyptus* e *Pinus* no Brasil, totalizou 6.664.812 ha, sendo 76,6% correspondente à área de plantios de *Eucalyptus* spp. Os estados de Minas Gerais e São Paulo destacam-se como os principais produtores de eucalipto, devido principalmente à grande demanda para produção de carvão vegetal e celulose (ABRAF, 2013).

O *Eucalyptus* spp. possui uma grande variedade de espécies com alta plasticidade ecológica, potencial de estabelecimento, produção e adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, e sua exploração é crescente (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010), devido sua demanda diversificada. Ademais, é uma espécie de rápido crescimento (GONÇALVES; LELIS, 2012), se tornando uma das espécies mais utilizadas nos sistemas de produção integrada no Brasil (LANA et al., 2016; LOPES et al., 2017; PACIULLO et al., 2011a,b; PORFIRIO-DA-SILVA et al., 2015), e pesquisadas no mundo (FAO, 1981).

Segundo Bernardi et al. (2014), as principais espécies de eucalipto indicadas em função do uso para celulose são *E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla* e *E. grandis* x *E. urophylla* (híbrido); para lenha e carvão: *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. grandis* e *E. urophylla*; para

estacas e moirões: *E. citriodora*, *E. maculata* e *E. paniculata*; e para óleos essenciais: *E. camaldulensis*, *E. citriodora* e *E. tereticornis*.

As espécies, híbridos e clones de eucalipto apresentam diferenças entre si, quanto à resposta aos estímulos ambientais de cada nicho ecológico (FERREIRA et al., 2017). Estes mesmos autores avaliaram o crescimento e a produção de diferentes materiais genéticos, e obtiveram uma produção de lenho (madeira + casca) variando de 70 a 209 t/ha aos 80 meses após plantio.

Para a implantação de um SSP, o estabelecimento das árvores constitui-se em uma fase crítica, pois os danos causados pelos animais, neste período, podem comprometer a persistência do sistema (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2012). Estes mesmos autores, avaliaram três espécies arbóreas quanto aos danos causados por bovinos em pastejo em SSP, após 41 meses do plantio das árvores, e observaram que os danos à casca dos troncos são maiores do que os causados às copas. Ainda, o *E. dunnii* foi a espécie que apresentou o menor dano em relação a Aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e Grevílea (*Grevillea robusta*), com um diâmetro à altura do peito (DAP) de 16 cm e altura 9 m.

Além disso, os danos causados pela entrada dos animais às árvores podem incluir quebra de galhos, quebra de tronco, folhas soltas e descascamento de troncos (NICODEMO; PORFÍRIO-DA-SILVA, 2019), ocasionando prejuízo no crescimento das árvores ou até a morte. Silva e Schwartz (2019), avaliaram a sobrevivência de *E. urophylla* em monocultivo e em cultivo integrado no leste da Amazônia, e relataram uma sobrevivência de indivíduos de 58% e 69%, respectivamente. Os autores atribuíram como principais causas da mortalidade ataques de formigas cortadeiras e a mata competição nos estágios iniciais, especialmente com a *Brachiaria ruziziensis*.

Um dos pontos importantes na ocasião da formação de SSPs é a escolha do espaçamento de plantio, levando-se em consideração não apenas a área útil por árvore, visando seu máximo crescimento, mas também a manutenção das espécies que serão associadas e suas alelopatias (ARAÚJO et al., 2011a), de forma a otimizar a produção de madeira e forragem (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010). Araújo et al. (2011b) avaliaram o efeito do espaçamento (3x2, 6x4 e 10x4 m) e épocas de avaliação (6, 12, 18 e 24 meses após plantio das mudas) de eucalipto sobre suas características dendrométricas, em SSP. Os autores verificaram que o diâmetro a 0,30 m de altura, diâmetro da copa e altura das árvores aumenta linearmente com a idade das plantas, até os 24 meses de crescimento, independente dos espaçamentos de plantio.

Apesar disso, para Dubeux Jr. et al. (2017), o uso de árvores leguminosas produtoras de madeira com valor comercial, combinam com as vantagens da fixação biológica de nitrogênio (FBN), incorporando mais vantagens ao sistema.

#### **2.4 *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em SSPs**

A *Mimosa caesalpinifolia* Benth., conhecida vulgarmente como sabiá ou sansão do campo, é uma espécie nativa da Caatinga do Nordeste brasileiro (LACERDA et al., 2006), ocorrendo em áreas do Piauí, Pernambuco, Alagoas, Rio Grande do Norte, Paraíba, Bahia e Ceará (SAMPAIO et al., 2005). Árvore pequena, da família Mimosaceae, atinge altura de 7 a 10 m e cerca de 20 cm de DAP, quando adulta. Normalmente, possui acúleos nos ramos, mas às vezes são encontrados exemplares inermes. As folhas são opostas, bipinadas, constituídas por quatro a seis folíolos. As flores são brancas, pequenas, axilares, reunidas em espigas cilíndricas. Os frutos são legumes articulados, planos. As sementes são lisas e duras, com dormência tegumentar. E suas raízes são relativamente espessas e em grande número, com o sistema radicular radial e superficial, distribuído basicamente na camada de solo de 0 a 20 cm de profundidade (CARVALHO et al., 2004).

Segundo Lorenzi (2002), esta espécie fornece madeira para uso como estacas, moirões, lenha e carvão, além de apresentar características ornamentais e grande utilização como cerca viva, sendo ainda bastante utilizada em plantios heterogêneos na recuperação de áreas degradadas.

No nordeste brasileiro, a sabiá vem se destacando como espécie arbórea para uso em SSPs (COSTA et al., 2021; HERRERA et al., 2020; LIMA et al., 2020; MELLO et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2018; SANTOS et al., 2019; SILVA et al., 2021a). A incorporação de leguminosas arbóreas nos sistemas de produção pecuária pode ser uma abordagem possível à intensificação sustentável, e uma vez estabelecidas, geralmente persistem por mais tempo no sistema, em relação a leguminosas herbáceas (SANTOS et al., 2019), embora se tenha variação entre as espécies. Apolinário et al. (2015) relataram maior taxa de mortalidade em sabiá em SSP (21%), provavelmente devido ao ataque mais intenso de formigas durante a fase de estabelecimento dessa espécie, em comparação à gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.] (15%).

As leguminosas arbóreas podem prover uma gama de serviços ecossistêmicos quando consorciadas com gramíneas tropicais (APOLINÁRIO et al., 2015). São capazes de contribuir



na manutenção da fertilidade do solo, por meio de N fixado simbioticamente, mitigar a erosão da superfície do solo por meio da deposição de serrapilheira (APOLINÁRIO et al., 2016), em ambos os casos, reduzindo a necessidade de adubações nitrogenadas (SILVA et al., 2013). Lima et al. (2018) demonstraram que a incorporação de leguminosas arbóreas (sabiá e gliricídia) em fileiras duplas no pasto de capim-braquiária, melhora a composição química do solo ao longo do tempo, aumenta a taxa de infiltração de água e a concentração da fração leve da matéria orgânica do solo próximo das árvores.

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é uma das características mais atraentes nas leguminosas, e pode variar de acordo com a espécie, ambiente e manejo (DUBEUX JR. et al., 2017). Na Zona da Mata de Pernambuco, Apolinário et al. (2015) demonstraram concentração de N na folha da sabiá em SSP variando de 27 a 38,5 g kg<sup>-1</sup>. O N biologicamente fixado nas folhas variou de 30 a 121 kg ha<sup>-1</sup>.

Ademais, quando a altura das árvores impedem o consumo de forragem nas mesmas, a serrapilheira é uma das principais vias de retorno/adição de nutrientes (DUBEUX JR. et al., 2017) ao sistema. Apolinário et al. (2016) relataram produção de serrapilheira de sabiá, ao longo de um ano, de 10.790 kg MS ha<sup>-1</sup>.

Segundo Carvalho (2007), a produção de estacas de sabiá varia de 4.000 a 9.000 un ha<sup>-1</sup>, em plantios de até oito anos de idade, sendo as estacas produzidas de grande valor no mercado (APOLINÁRIO et al., 2015). Além do mais, a sabiá tem potencial para ser utilizada como forrageira, por apresentar elevado teor proteico, média de 187 g/kg MS em suas folhas (HERRERA et al., 2021), e ser altamente produtiva (LIMA et al., 2018). Em suas pesquisas, Oliveira et al. (2018) relataram uma produção de forragem média anual de 398.24 e 702.28 kg em 2.250 ha<sup>-1</sup> de plantas, em alturas de até 1,5 m acima do solo e de toda a planta, respectivamente.

No entanto, existe uma limitação do consumo animal, devido a maioria das plantas apresentar grande densidade de acúleos (LIMA et al., 2008), e conter concentrações moderadas a altas de compostos secundários, como taninos condensados (GOEL; MAKKAR, 2012), capaz de reduzir a aceitabilidade pelos ruminantes. É oportuno destacar que Lima et al. (2020) não observaram herbivoria das folhas de leguminosas em SSPs, incluindo sabiá, durante o pastejo por todo período experimental.

## 2.5 *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster em SSPs

Entre os gêneros de espécies forrageiras mais utilizados na produção animal, o *Urochloa* ocupa grande parte das áreas de pastagens cultivadas no Brasil (PEREIRA et al., 2013). Isto se deve, possivelmente, pela rusticidade da maior parte das espécies, permitindo adaptação às mais variadas condições edafoclimáticas, inclusive com relevante tolerância a condições de baixa fertilidade e acidez de solo (CARDOSO et al., 2014). A *Brachiaria decumbens*, syn. *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster (capim-braquiária), por exemplo, pode proporcionar produtividade anual entre 5 e 12 t/ha de matéria seca (SILVA et al., 2012), dependendo da fertilidade natural do solo ou da adubação utilizada.

O *U. decumbens* é uma planta perene, com altura variada, dependendo do manejo, geralmente entre 30 e 60 cm de altura, prostrada, geniculada, radicante, emitindo raízes adventícias e brotos nos nós inferiores. Os rizomas apresentam-se na forma de nódulos pequenos, e emitem grandes quantidades de estolões, os quais se enraízam com facilidade. As folhas são macias e densamente pilosas, e a inflorescência racemosa contendo racemos com fila dupla de sementes (SEIFFERT, 1980).

É importante que na integração dos componentes vegetais nos SSPs haja o uso de genótipos forrageiros herbáceos que apresentem bom desempenho produtivo e persistência à sombra (BARRO et al., 2012), visto que plantas sombreadas necessitam de maior tempo de recuperação após a desfolha que plantas a pleno sol (NICODEMO et al., 2015). Para Gómez et al. (2013), o capim-braquiária tem uma alta plasticidade à sombra, o que explica seu sucesso em vários estudos com SSPs (ARAUJO et al., 2013; BOSI et al., 2014; COSTA et al., 2016; PACIULLO et al., 2014; SANTOS et al., 2019; SILVA et al., 2021a). As interações entre os componentes desses sistemas durante o tempo de exploração podem determinar a capacidade produtiva, como a densidade das árvores, competição das espécies, taxa de lotação, entre outros (ALONSO, 2011).

De acordo com estudos realizados por Pereira et al. (2015), as características produtivas do capim-braquiária são influenciadas pelos espaçamentos de plantio das árvores em SSP. Neste sentido, Araújo et al. (2013) relataram efeito de espaçamentos de plantio (3x2, 6x4 e 10x4 m), mais tratamento controle (ausência de árvores), de *E. urophylla* em SSP, avaliadas de 12 aos 24 meses do cultivo, sobre a produção da *U. decumbens*. O espaçamento de plantio das árvores influenciou a massa de forragem total, onde os espaçamentos 3 x 2 e 10 x 4 m promoveram maiores valores (média 7,8 t MS ha<sup>-1</sup>), do que o espaçamento 6 x 4 m (6,6 t MS ha<sup>-1</sup>), enquanto o controle apresentou média de 9,1 t MS ha<sup>-1</sup>.

Quando explorada em SSPs, a produção total de forragem é geralmente menor do que nas monoculturas (Tabela 1). No entanto, Martuscelo et al. (2009) relataram aumento de produtividade do capim-braquiária ao nível de 50% de sombreamento, onde nessas condições tendem a alongar colmos e folhas, aumentando assim a altura dessas plantas (médias 44, 65 e 74 cm para 0%, 50% e 70% de nível de sombreamento, respectivamente), devido ao estiolamento das plantas. O sombreamento pode influenciar a produção e o valor nutritivo da forragem, pois há maior utilização de fotoassimilados para o alongamento de colmos e folhas, em detrimento do acúmulo de massa seca. Lima et al. (2020) descreveram maior acúmulo de forragem no capim-braquiária submetido ao sol ( $57 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ) do que sob sombra ( $27 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ).

**Tabela 1.** Massa de forragem total ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) de *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster entre sistemas de produção em monocultivo e em sistema silvipastoril.

Espécie arbórea	Sistema de produção		Autores
	Monocultivo	SSP	
<i>Eucalyptus urophylla</i>	9.170	7.447	(ARAUJO, R. P. et al., 2013) <sup>1</sup>
<i>Stylosanthes spp.</i> , <i>Pueraria phaseoloides</i> , <i>Calopogonium mucunoides</i> , <i>Acacia mangium</i> , <i>Gliricidia sepium</i> e <i>Leucaena leucocephala</i>	3.911	3.462	(PACIULLO et al., 2014) <sup>2</sup>
<i>Mimosa Caesalpinifolia</i> e <i>G. sepium</i>	5.091	3.964	(COSTA et al., 2016)
<i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Acacia mangium</i> e <i>Mimosa artemisiana</i>	3.142	2.173	(LIMA et al., 2019) <sup>3</sup>
<i>M. Caesalpinifolia</i> e <i>G. sepium</i>	5.057	3.292	(SANTOS et al., 2019)
<i>M. Caesalpinifolia</i> e <i>G. sepium</i>	3.496	2.266	(SILVA et al., 2021)
	4.115	2.066	(LIMA et al., 2021) <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Média entre espaçamentos nas diferentes datas de corte; <sup>2</sup>Média entre os anos de avaliação; <sup>3</sup>Média entre estações.

A sombra das árvores reduz a incidência da luz solar diretamente no solo, diminuindo a evapotranspiração e mantendo a umidade do solo por períodos mais longos (ABRAHAM et al., 2014; SILVA et al., 2021a). Segundo Karvatte Jr. et al. (2016), diferentes espécies e densidades de plantio promovem variabilidade no microclima do sub-bosque, garantindo uma produtividade maior ou similar de massa seca de forragem verde (MFV) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Massa de forragem verde (kg MS ha<sup>-1</sup>) de *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster entre sistemas de produção em monocultivo e em sistema silvipastoril.

Espécie arbórea	Sistema de produção		Autores
	Monocultivo	SSP	
<i>A. angustissima</i> , <i>A. mangium</i> , <i>A. auriculiformis</i> , <i>Albizia</i> <i>lebbek</i> e <i>G. sepium</i>	1.182	1.818	(CASTRO et al., 2010) <sup>1</sup>
<i>A. mangium</i> , <i>A. Angustissima</i> , <i>M. artemisiana</i> , e <i>E. grandis</i>	1.081	1.122	(PACIULLO et al., 2011a) <sup>2</sup>
<i>M. Caesalpiniiifolia</i>	1.844	1.714	(MELLO et al., 2014) <sup>3</sup>
<i>Stylosanthes</i> spp., <i>P.</i> <i>phaseoloides</i> , <i>C. mucunoides</i> , <i>A. mangium</i> , <i>G. sepium</i> e <i>L.</i> <i>leucocephala</i>	2.657	2.529	(PACIULLO et al., 2014) <sup>4</sup>
<i>M. Caesalpiniiifolia</i> e <i>G.</i> <i>sepium</i>	1.934	2.237	(COSTA et al., 2016)
<i>E. grandis</i> , <i>A. mangium</i> e <i>M.</i> <i>artemisiana</i>	2.280	1.715	(LIMA et al., 2019) <sup>5</sup>
<i>M. Caesalpiniiifolia</i> e <i>G.</i> <i>sepium</i>	2.106	1.305	(SILVA et al., 2021b)

<sup>1</sup>Média entre estação do ano e porcentagem de sombreamento; <sup>2</sup>Média entre os anos experimentais na estação seca; <sup>3</sup>Média entre os ciclos de avaliação; <sup>4</sup>Média entre os anos de avaliação; <sup>5</sup>Média entre estações.

Este compilado de resultados vão em contrapartida aos obtidos por Paciullo et al. (2009), que relataram que a massa seca de forragem verde do capim-braquiária não foi influenciada pelo tipo de sistema de cultivo (monocultivo e SSP), mas variaram com os meses do ano. Em média, a MFV pré-pastejo foi de 964 kg MS ha<sup>-1</sup>, durante a época seca, e de 1.525 kg MS ha<sup>-1</sup>, na época chuvosa. Silva et al. (2021b) também enfatizaram que a produtividade de forragem verde para ambos os tratamentos (SSP-sabiá e SSP-glicírdia) foram diretamente proporcional a chuva. Estes mesmos autores descreveram as maiores proporções de material verde (folha verde e colmo verde) em ambos os sistemas correspondentes aos meses mais chuvosos. Santos et al. (2019) observaram diferenças significativas entre os ciclos de avaliação para as proporções verdes, com médias variando de 46 a 71%, para estação seca e chuvosa, respectivamente.

Os SSPs podem melhorar a qualidade do pasto, principalmente aumentando o teor de proteína bruta (PB) da forragem (LANA et al., 2016; LIMA et al., 2020; PACIULLO et al., 2011b; SANTOS et al., 2019), sendo de grande importância para a nutrição animal. Segundo Xavier et al. (2014), condições de sombreamento levam a aumento da degradação da matéria orgânica e da reciclagem do nitrogênio no solo, o que favorece o aumento do teor de proteínas. Castro et al. (2010), Coelho et al. (2014), Paciullo et al. (2014) e Pereira et al. (2015) relataram

que o conteúdo de PB de *U. decumbens* em SSPs foi superior aos sistemas em monocultivo (Tabela 3). Contudo, o conteúdo de FDN nos estudos de Paciullo et al. (2014) foi similar nos dois sistemas, atingindo médias de 656 g/kg de MS.

**Tabela 3.** Valor nutritivo de *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster entre sistemas de produção em monocultivo e em sistema silvipastoril.

Variável	Sistemas de produção		Autores
	Monocultivo	SSP	
MS (g/kg)	-	-	(CASTRO et al., 2010) <sup>1</sup>
	292	269	(COELHO et al., 2014) <sup>2</sup>
	-	-	(PACIULLO et al., 2014)
	355	292	(PEREIRA et al., 2015) <sup>3</sup>
	-	-	(LIMA et al., 2019)
PB (g/kg MS)	88	102	(CASTRO et al., 2010) <sup>1</sup>
	96	108	(COELHO et al., 2014) <sup>2</sup>
	91	108	(PACIULLO et al., 2014)
	70	77	(PEREIRA et al., 2015) <sup>3</sup>
	92	119	(LIMA et al., 2019)
FDN (g/kg MS)	724	730	(CASTRO et al., 2010) <sup>1</sup>
	708	720	(COELHO et al., 2014) <sup>2</sup>
	656	655	(PACIULLO et al., 2014)
	651	563	(PEREIRA et al., 2015) <sup>3</sup>
	677	658	(LIMA et al., 2019)
DIVMS (g/kg MS)	408	424	(CASTRO et al., 2010) <sup>1</sup>
	-	-	(COELHO et al., 2014)
	572	601	(PACIULLO et al., 2014)
	-	-	(PEREIRA et al., 2015)
	Não significativo (média 654)		(LIMA et al., 2019)

<sup>1</sup>Média entre estação do ano e porcentagem de sombreamento; <sup>2</sup>Média entre os arranjos espaciais; <sup>3</sup>Média entre os espaçamentos.

Araújo et al. (2013) não verificaram efeito dos tratamentos (espaçamentos de plantio do eucalipto e ausência de árvores) na composição química (PB, FDN e MM), atribuídas ao pequeno porte das árvores no momento das avaliações. Soares et al. (2016) também relataram que os níveis de sombreamento não afetam os teores de PB, FDN e a relação lâmina:colmo de espécies forrageiras em comparação a pleno sol. Corroborando com os resultados obtido por Lima et al. (2020), em que nem o sombreamento, tampouco as espécies de leguminosas às quais o capim-braquiária foi associado (SSP-glicíndia ou SSP-sabiá) alteram o valor nutritivo ou a digestibilidade do capim.

## 2.6 Desempenho animal em SSPs

Murgueitio et al. (2011) afirmaram que em SSPs as temperaturas do ar podem ser 2 a 5 °C mais baixas sob o dossel das árvores, dependendo das características das espécies arbóreas. As árvores atenuam as temperaturas extremas em pastagens, e reduzem o impacto das chuvas e ventos (ARAUJO et al., 2011a), proporcionando clima favorável ao aumento do índice de conforto térmico animal à sombra das árvores, ao contrário da exposição à insolação direta (GARCIA et al., 2011; PACIULLO et al., 2014; SILVA et al., 2011).

Bussoni et al. (2015), fazendo um levantamento com pecuaristas que adotam SSPs, relataram que a vantagem mais mencionada por eles foi o abrigo que as árvores proporcionam aos animais, seguido pelo aumento dos índices reprodutivos. Améndola et al. (2016) indicaram que o SSP fornecem a primeira evidência de que novilhas em SSP mantêm hierarquias sociais mais estáveis e expressam comportamentos mais sócio positivos, sugerindo que o bem-estar animal foi aprimorado, quando comparado aos sistemas em monocultivos.

As melhorias nutricionais do pasto em SSPs resultantes do sombreamento e da maior disponibilidade de nutrientes no solo, associadas às melhores condições de conforto térmico dos animais, sinalizam a possibilidade de aumento no consumo de forragem e melhor desempenho dos animais em pastejo (PACIULLO et al., 2009) (Tabela 4), desde que o ajuste da carga animal à oferta de forragem seja feito de forma adequada (CONTE et al. 2011).

A oferta de forragem varia ao longo do ano, devido às diferentes taxas de acúmulo de forragem e senescência (SANTOS et al., 2019). Costa et al. (2016) demonstraram que a oferta de forragem não diferiu entre os sistemas (monocultivo e SSPs com gliricídia e sabiá), mas variaram de 0,7 kg MSV/kg PV no período seco, a 5,1 kg MSV/kg PV no período chuvoso.

**Tabela 4.** Desempenho de bovinos entre sistemas de produção em monocultivo e em sistema silvipastoril.

Variável	Sistema de produção		Referência
	Monocultivo	SSP	
Taxa de lotação (UA/ha <sup>-1</sup> )	0,8 a 1,6	1,2 a 2,4	(PACIULLO et al., 2011b) <sup>1</sup>
	1,75	1,59	(MELLO et al., 2014) <sup>2</sup>
	1,30	1,32	(PACIULLO et al., 2014) <sup>3</sup>
	1,5	1,4	(LIMA et al., 2019)
Ganho de peso dia (g/dia)	338	355	(PACIULLO et al., 2011b) <sup>1,I</sup>
	Não significativo (média 522)		(MELLO et al., 2014) <sup>2,II</sup>
	533	475	(LIMA et al., 2019) <sup>III</sup>
	560	230	(SILVA et al., 2021b) <sup>IV</sup>
Ganho de peso área (kg/ha <sup>-1</sup> )	85	89	(PACIULLO et al., 2011b) <sup>1,I</sup>
	Não significativo (média 27)		(MELLO et al., 2014) <sup>2,II</sup>
	110	96	(LIMA et al., 2019) <sup>III</sup>
	347	50	(SILVA et al., 2021b) <sup>IV</sup>

<sup>1</sup>Média entre os anos experimentais na estação seca; <sup>2</sup>Média entre ciclos de avaliação; <sup>3</sup>Média entre anos de avaliação; <sup>I,III</sup> Novilhas leiteiras Holandês x Gir; <sup>II,IV</sup> Novilhos mestiços Holandês x Zebu.

O componente arbóreo, normalmente, necessita de intervalo de tempo relativamente elevado para atingir a maturidade, portanto, os resultados de desempenho animal podem ser diferentes dependendo do estágio de desenvolvimento das árvores (SILVA et al., 2021b).

Paciullo et al. (2009) ao avaliar características do pasto e desempenho de novilhas em SSP e pastagem de capim-braquiária em monocultivo relataram que a taxa de lotação não variou com o sistema de recria (1,6 novilha ha<sup>-1</sup> na época seca, e 2,2 novilhas ha<sup>-1</sup> na época chuvosa, correspondentes a 0,9 e 1,3 UA ha<sup>-1</sup>, respectivamente, considerando-se a média dos dois sistemas), demonstrando diferença não significativa na capacidade de suporte dos sistemas. Paciullo et al. (2014) também relataram que a taxa de lotação não variou para nenhuma interação do sistema, mas foram influenciadas pelo ano (médias 1,16, 1,32, 1,46 AU ha<sup>-1</sup> para o primeiro, segundo e terceiro ano, respectivamente).

Costa et al. (2016) demonstraram que, nos três primeiros anos de estabelecimento do SSP, não foi observada diferença significativa para a produtividade animal entre os SSP de sabiá e gliricídia, e o capim-braquiária em monocultivo. Os resultados observados indicaram que o ganho de peso diário (GPD) de novilhos mestiço Holandês × Zebu, não diferiu entre os tratamentos, com valores máximos de 0,3 kg<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para época seca e, 1,1 kg<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para a época chuvosa. Assim como o ganho de peso por área (GPA) não variou entre os tratamentos (média 30 kg de peso corporal ha<sup>-1</sup> 28 d<sup>-1</sup>).

Santos et al. (2019) também relataram que o GPD não diferiu entre os tratamentos (monocultivo e SSPs), médias variando de 0,19 a 0,84 kg<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Já o GPA foi de 39 kg de peso corporal ha<sup>-1</sup> 28 d<sup>-1</sup> (ou 508 kg de peso corporal ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) para o capim-braquiária em monocultivo e 31,5 kg de peso corporal ha<sup>-1</sup> 28 d<sup>-1</sup> (ou 411 kg de peso corporal ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) para os SSPs. Ainda, para Joele et al. (2013), animais terminados em SSPs, apresentam maior peso de carcaça quente, com menor comprimento de carcaça e maior percentual traseiro, quando comparados com animais de sistema tradicional.

Para vacas leiteiras, Paciullo et al. (2014) relataram uma produção de leite maior (10,4 ± 0,06 kg/vaca por dia) no SSP do em relação ao monocultivo (9,5 ± 0,06 kg/vaca por dia) durante o primeiro ano, mas não diferiu significativamente nos dois anos subsequentes.

Vale ressaltar que os animais passam uma parte do tempo à sombra durante a estação quente, concentrando o retorno de esterco e urina nessas áreas (DUBEUX JR. et al., 2014). Portanto, em sistemas de pastejo contendo várias espécies, como os SSPs, a preferência dos animais durante o pastejo, bem como a digestão da dieta, determinarão a composição química dos excrementos (LIMA et al., 2016). No entanto, estes mesmos autores descreveram uma taxa de decomposição do esterco maior nas amostras originárias de bovinos que pastejaram o capim, seguida por pastagens de sabiá e gliricídia. Estes resultados devem estar relacionados, provavelmente, à maior concentração de taninos condensados e lignina nessas leguminosas arbóreas, quando comparados ao capim braquiária.

Outro aspecto que merece destaque é que a produção animal é vista como um fator-chave das mudanças globais no uso da terra, com impactos resultantes sobre mudanças climáticas e biodiversidade. As principais consequências incluem a produção de metano por ruminantes, amônia e óxido nitroso por todas as formas de produção animal (MORENO et al., 2014). A introdução de árvores e arbustos é um método atraente para mitigar as emissões de amônia e armazenar carbono como compensação para a produção de metano e óxido nitroso (HRISTOV et al., 2013).

Nair (2012) demonstraram que o *pool* de C é significativamente maior nos SSPs, quando comparados aos monocultivos de gramíneas. Os compostos secundários (taninos, saponinas, etc.) presentes na maioria da forragem oriunda de leguminosas tropicais podem reduzir a disponibilidade de nutrientes para os microrganismos do rúmen, pela dinâmica da fermentação e inibição ou estimulação de populações microbianas específicas (metanogênicas) e, conseqüentemente, reduzindo a emissão de CH<sub>4</sub> para o meio ambiente (CARDONA et al.,



2014), além da possibilidade de redução de infestação por parasitas gastrointestinais (MUIR, 2011).

### 3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. **Perfil da Pecuária no Brasil**. Disponível em: <<http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>>. Acesso em: 28 ago. 2021.

ABRAF. **Anuário estatístico. ano base 2012**. Brasília, DF: ABRAF, p. 13, 2013.

ABRAHAM, E. M. et al. Growth, dry matter production, phenotypic plasticity, and nutritive value of three natural populations of *Dactylis glomerata* L. under various shading treatments. **Agroforestry Systems**, v. 88, n. 2, p. 287–299, 2014.

ALONSO-AMARO, O.; LEZCANO-FLEIRES, J. C.; SURIS-CAMPOS, M. Weeds-beneficial entomofauna ecological relation in silvopastoral systems of western Cuba. **Pastos y Forrajes**, v. 42, n. 1, p. 46–53, 2019.

ALONSO, J. Silvopastoral systems and their contribution to the environment. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 45, n. 2, p. 107–115, 2011.

AMÉNDOLA, L. et al. Social behaviour of cattle in tropical silvopastoral and monoculture systems. **Animal**, p. 863–867, 2016.

APOLINÁRIO, V. X. O. et al. Arboreal legume litter nutrient contribution to a tropical silvopasture. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 6, p. 2478–2484, 2016.

APOLINÁRIO, V. X. O. et al. Tree legumes provide marketable wood and add nitrogen in warm-climate silvopasture systems. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 5, p. 1915–1921, 2015.

ARAÚJO, R. P. et al. Sistema silvipastoril como alternativa de uso da terra. **PUBVET**, v. 5, p. 1245, 2011a.

ARAÚJO, R. P. et al. Dendrometry characteristics of *Eucalyptus urophylla* in silvopastoral system under different planting spacings with *Brachiaria decumbens*. **Revista brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 1, p. 39–44, 2011b.

ARAÚJO, R. P. et al. Production and chemical composition of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk in silvopastoral system under different spacing with *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 90–98, 2013.

AZAR, G. S. et al. Biomassa e atividade microbiana do solo sob pastagem em sistemas de monocultura e silvipastoril. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 2727–2736, 2013.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2011.

BARRO, R. S. et al. Forage yield and nitrogen nutrition dynamics of warm-season native forage genotypes under two shading levels and in full sunlight. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1589–1597, 2012.

BERNARDI, C. M. M. et al. Florestas plantadas de eucalipto em sistemas silvipastoris e o impacto da entrada do componente animal. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 125–132, 2014.

BOSI, C. et al. Produtividade e características biométricas do capim-braquiária em sistema silvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 1, p. 449–456, 2014.

BRASIL. **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. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/download.pdf>>.

Acesso em: 20 out. 2021.

BUSSONI, A. et al. Integrated beef and wood production in Uruguay: potential and limitations. **Agroforestry Systems**, v. 89, n. 6, p. 1107–1118, 2015.

CALLE, Z. et al. A Strategy for Scaling-Up Intensive Silvopastoral Systems in Colombia. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 32, n. 7, p. 677–693, 2013.

CARDOSO, E. D. et al. Desempenho fisiológico e superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas a tratamento químico e envelhecimento artificial. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 21–37, 2014.

CARVALHO, F. C. et al. Manejo *in situ* do sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) para produção simultânea de madeira e forragem, em um sistema silvipastoril. *Agrossilvicultura*, v. 1, n. 2, p. 121-129, 2004.

CARVALHO, P. E. R. **Sabiá - Mimosa caesalpinifolia**: Circular Técnica, 135. Colombo, Paraná: EMBRAPA, v. 10, 2007.

CARVALHO, D. D. C et al. Molecular, morphophysiological and pathogenic characterization of eucalypt *Pestalotiopsis grandis-urophylla* isolates, a new species. **Tropical Plant Pathology**, v. 44, n. 2, p. 132-139, 2019.

CARVALHO, P. et al. Forage and animal production on palisadegrass pastures growing in monoculture or as a component of integrated crop–livestock–forestry systems. **Grass and Forage Science**, v. 74, n. 4, p. 650-660, 2019.

CASTRO, C. R. T. et al. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 19–25, 2010.

COELHO, J. S. et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária em sistema silvipastoril com diferentes arranjos espaciais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p. 1487–1500, 2014.

CONTE, O. et al. Densidade, agregação e frações de carbono de um argissolo sob pastagem natural submetida a níveis de ofertas de forragem por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 579–587, 2011.

COSTA, S. B. M. et al. Livestock performance in warm-climate silvopastures using tree legumes. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 5, p. 2026–2035, 2016.

COSTA, S. B. M. et al. Proportion and digestibility of tree legumes in diets of grazing cattle in a tropical silvopastoral system. **Livestock Science**, 2021.

CUARTAS-CARDONA, C. A. et al. Contribution of intensive silvopastoral systems to animal performance and to adaptation and mitigation of climate change. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 27, n. 2, p. 76–94, 2014.

CUBILLOS, A. M. et al. European Journal of Soil Biology Effect of the conversion of conventional pasture to intensive silvopastoral systems on edaphic bacterial and ammonia oxidizer communities in Colombia. **European Journal of Soil Biology**, v. 72, n. 40, p. 42–50, 2016.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de**

recuperação. Belém, Pará: Embrapa Amazônia Oriental, 2011.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das Pastagens no Brasil**. Belém, Pará: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

DUBEUX JR., J. C. B. et al. Stocking method, animal behavior, and soil nutrient redistribution: How are they linked? **Crop Science**, v. 54, n. 5, p. 2341–2350, 2014.

DUBEUX JR., J. C. B. et al. Tree legumes: An underexploited resource in warm-climate silvopastures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 8, p. 689–703, 2017.

EMBRAPA. **ILPF em números**. [Sinop, MT: Embrapa, 2016]. Disponível em: <<http://www.redeilpf.org.br/arquivos/2016-cpamt-ilpf-em-numeros.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2021.

FERREIRA, D. H. A. A. D. et al. Crescimento e Produção de Eucalipto na Região do Médio Paraíba do Sul, RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 131315, 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **Eucalypts for planting**: FAO forestry and forest products studies. Rome, Italy: FAO, 1981.

FRANKE, I. L.; FURTADO, S. C. **Sistemas silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade**. Rio Branco - AC: Embrapa Acre, 2001.

FROTA, M. L. DA et al. Enteric methane in grazing beef cattle under full sun, and in a silvipastoral system in the Amazon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 11, p. 1099–1091, 2017.

GARCIA, A. R. et al. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1409–1414, 2011.

GIRALDO, C. et al. The adoption of silvipastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. **Insect Conservation and Diversity**, v. 4, p. 115–122, 2011.

GIUSTINA, C. D. et al. Growth of different fruit tree species in silvipastoral systems during the establishment phase. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 1040–1049, 2017.

GOEL, G.; MAKKAR, H. P. S. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins, a status review. **Tropical Animal Health and Production**, v. 44, p. 729–739, 2012.

GOMES, F. J. et al. Shading effects on marandu palisadegrass in a silvipastoral system: Plant morphological and physiological responses. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 5, p. 2332–2340, 2019.

GÓMEZ, S.; GUENNI, O.; BRAVO DE GUENNI, L. 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**, v. 68, n. 3, p. 395–407, 2013.

GONÇALVES, F. G.; LELIS, R. C. C. Caracterização tecnológica da madeira de *Acacia mangium* willd em plantio consorciado com eucalipto. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 3, p. 286–295, 2012.

HERRERA, A. M. et al. Decomposition of senescent leaves of signalgrass (*Urochloa decumbens* Stapf. R. D. Webster) and arboreal legumes in silvipastoral systems. **Agroforest Systems**, v. 1, 2020.

HERRERA, A. M. et al. Potential of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. and *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. in silvipastoral systems intercropped with signalgrass [*Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster]. **Agroforestry Systems**, 2021.

HRISTOV, A. N. et al. **Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions**. Rome, Italy: FAO, 2013.

IBGE. **Censo agropecuário 2017**. Disponível em: <[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html)>. Acesso em: 28 ago. 2021.

IBGE. **Produção Agropecuária 2020**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>>. Acesso em: 27 ago. 2021.

JOELE, M. R. S. P. et al. Sistemas silvipastoril e tradicional na Amazônia Oriental - produção e qualidade da carcaça e carne de búfalos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2457–2464, 2013.

KARVATTE JR, N. et al. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. **International Journal of Biometeorology**, p. 1933–1941, 2016.

LACERDA, M. R. B. et al. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 163–170, 2006.

LANA, R. M. Q. et al. Productivity and nutritive value of brachiaria forage intercropping with eucalyptus in a Silvopastoral system in the Brazilian Cerrado biome. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 5, p. 654–659, 2016.

LIMA, H. N. B. et al. Decomposition of cattle dung on grazed signalgrass (*Brachiaria decumbens* Stapf) pastures in monoculture or intercropped with tree legumes. **African Journal of Range and Forage Science**, v. 33, n. 2, p. 119–126, 2016.

LIMA, H. N. B. et al. Soil attributes of a silvopastoral system in Pernambuco Forest Zone. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 6, n. 1, p. 15–25, 2018.

LIMA, H. N. B. et al. Herbage responses of signalgrass under full sun or shade in a silvopasture system using tree legumes. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 3, p. 1839–1848, 2020.

LIMA, I. C. A. R. et al. Avaliação de sabiazeiro (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) quanto a acúleos e preferência por bovinos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 3, n. 3, p. 289–294, 2008.

LIMA, M. A. et al. Productivity and nutritive value of *Brachiaria decumbens* and performance of dairy heifers in a long-term silvopastoral system. **Grass and Forage Science**, v. 74, n. 1, p. 160–170, 2019.

LIMA, M. A. et al. Seasonal changes in carbon and nitrogen metabolism of *Brachiaria decumbens* in a long-term silvopastoral system. **Grass and Forage Science**, p. 1–12, 2021.

LIMA, P. R. et al. Espécies lenhosas nativas com potencial de uso em sistema silvipastoril em Mato Grosso do Sul. **Revista Agroambiental**, v. 5, n. 2, p. 67–78, 2013.

LOPES, C. M. et al. Plant morphology and herbage accumulation of signal grass with or without fertilization, under different light regimes. **Ciência Rural**, v. 47, n. 2, p. 1–7, 2017.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa - São Paulo: Plantarum, 2002.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. UFLA ed. Lavras - Minas Gerais: UFLA, 2010.

MARTUSCELLO, J. A. et al. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de

- sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1183–1190, 2009.
- MEA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: Synthesis**. Washington - DC: Island Press, 2005.
- MELLO, A. C. L. et al. Pasture characteristics and animal performance in a silvopastoral system with *Brachiaria decumbens*, *Gliricidia sepium* and *Mimosa caesalpinifolia*. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 2, n. 1, p. 85–87, 2014.
- MORENO, G. et al. Multifunctionality and dynamics of silvopastoral systems. **Options Méditerranéennes. Series A: Mediterranean Seminars**, n. 109, p. 421–436, 2014.
- MUIR, J. P. The multi-faceted role of condensed tannins in the goat ecosystem. **Small Ruminant Research**, v. 98, n. 1–3, p. 115–120, 2011.
- MURGUEITIO, E. et al. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1654–1663, 2011.
- MURGUEITIO, E. et al. The intensive silvopastoral systems in Latin America sustainable alternative to face climatic change in animal husbandry. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 49, n. 4, p. 541–554, 2015.
- NAIR, P. K. R. Agroforestry Systems and Environmental Quality: Introduction. **Journal of Environmental Quality**, v. 40, n. 3, p. 784–790, 2011.
- NAIR P.K.R. Carbon sequestration studies in agroforestry systems: a reality-check. **Agroforestry Systems**, v. 86, p. 243–253, 2012.
- NICODEMO, M. L. F. et al. Frequências de cortes em nove leguminosas forrageiras tropicais herbáceas cultivadas ao sol e sob plantação florestal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 3, p. 809–818, 2015.
- NICODEMO, M. L. F.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Bark stripping by cattle in silvopastoral systems. **Agroforestry Systems**, v. 93, n. 1, p. 305–315, 2019.
- OLIVARES-PÉREZ, J. et al. Uses of non-leguminous trees in silvopastoral systems in the south of the state of Mexico. **Ecosistemas y Recursos Agropecuarios**, v. 3, n. 8, p. 193–202, 2016.
- OLIVEIRA, J. T. C. et al. Methodologies in the evaluation of forage mass in tree legumes. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 13, n. 1, 2018.
- PACIULLO, D. S. C. et al. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1528–1535, 2009.
- PACIULLO, D. S. C. et al. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1176–1183, 2011a.
- PACIULLO, D. S. C. et al. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v. 141, n. 2–3, p. 166–172, 2011b.
- PACIULLO, D. S. C. et al. Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass-legume pastures shaded by tropical trees. **Animal**, v. 8, n. 8, p. 1264–1271, 2014.
- PACIULLO, D. S. C. et al. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, v. 72, n. 3, p. 590–600, 2017.
- PATIL, V. A.; NITAVE, S. A. A review on *Eucalyptus globulus*: A divine medicinal

- herb. **World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences**, v. 3, n. 6, p. 559-67, 2014.
- PEREIRA, A. C. M. et al. Avaliação do componente arbóreo e forrageiro de sistemas silvipastoris na mesorregião dos “Campos Das Vertentes” de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 5, n. 1, p. 66–77, 2015.
- PEREIRA, D. N. et al. Diagnóstico e recuperação de áreas de pastagens degradadas. **Revista Agrogeoambiental**, v. 1, n. 1, p. 49–53, 2013.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. et al. Yield of maize grown in the alley cropping systems in the Campos Gerais, PR. **Scientia Agraria**, v. 16, n. 1, p. 27–32, 2015.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. et al. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 70, p. 67–76, 2012.
- RAJ, A.; JHARIYA, M. K.; BARGALI, S. S. Bund based agroforestry using eucalyptus species: a review. **Current Agriculture Research Journal**, v. 4, n. 2, p. 148, 2016.
- SAMPAIO, E. V. S. B. et al. **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial**. Recife, Pernambuco: Associação de plantas do nordeste, 2005.
- SANTOS, A. D. et al. Pasture structure and production of supplemented cattle in deferred signalgrass pasture. **Ciencia Animal Brasileira**, v. 21, p. e-43578, 2020.
- SANTOS, A. M. G. et al. Animal performance in grass monoculture or silvopastures using tree legumes. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 2, p. 615–626, 2019.
- SEIFFERT, N. F. **Gramíneas forrageiras do gênero Brachiaria**. Campo Grande, MS: Embrapa-CNPQC, 1980.
- SILVA, A. B. et al. Estoque de serrapilheira e fertilidade do solo em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* após a implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 502–511, 2013.
- SILVA, A. R.; SCHWARTZ, G. Survival and initial growth of forest species in an integrated agriculture-livestock-forest system in the eastern Amazon. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 45–63, 2019.
- SILVA, I. A. G. et al. Tree legume enhances livestock performance in a silvopasture system. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 1, p. 358–369, 2021a.
- SILVA, I. A. G. et al. Tree Canopy Management Affects Dynamics of Herbaceous Vegetation and Soil Moisture in Silvopasture Systems Using Arboreal Legumes. **Agronomy**, v. 11, n. 8, p. 1509, 2021b.
- SILVA, J. A. R. et al. Conforto térmico de búfalas em sistema silvipastoril na Amazônia Oriental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1364–1371, 2011.
- SOARES, A. B.; BERNARDON, A.; AIOLF, R. B. Forage yield, rate of CO<sub>2</sub> assimilation, and quality of temperate annual forage species grown under artificial shading conditions. **Ciência Rural**, v. 46, p. 1064–1069, 2016.
- SOUZA, W. et al. Microclimate in silvipastoral systems with eucalyptus in rank with different heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 685–694, 2010.
- XAVIER, D. F. et al. Nitrogen cycling in a *Brachiaria* based silvipastoral system in the Atlantic forest region of Minas Gerais, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 99, p. 45–62, 2014.

## **CAPÍTULO II**

**Crescimento inicial de *Eucalyptus* spp. e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e respostas produtivas de *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco**

---

**Crescimento inicial de *Eucalyptus* spp. e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e respostas produtivas de *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco**

**Resumo**

Os sistemas silvipastoris (SSPs) combinam, simultaneamente, componentes arbóreos, herbáceos e animais, visando, dentre outros aspectos, diversificação da produção, melhorias da produtividade e da qualidade do solo, ao longo do tempo. Este estudo avaliou a taxa de sobrevivência e dendrometria de mudas de *Eucalyptus* spp. (eucalipto) e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (sabiá), bem como respostas produtivas de *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster (capim-braquiária), em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco, Brasil. Foram avaliados cinco tratamentos, distribuídos em blocos ao acaso, com três repetições, sendo: 1 - monocultivo de capim-braquiária; 2 - capim-braquiária + eucalipto (SSP - eucalipto); 3 - capim-braquiária + sabiá (SSP - sabiá); 4 - monocultivo de eucalipto e, 5 - monocultivo de sabiá. As árvores foram avaliadas com intervalos de quatro meses, entre agosto/2018 e março/2020, enquanto as variáveis relativas ao capim-braquiária, a cada 28 dias, ao longo de um ano de pastejo experimental (fevereiro/2019 a janeiro 2020). A sabiá apresentou os maiores índices de sobrevivência (89,0% e 90,6%, respectivamente para o SSP e monocultivo) ( $P = 0,0159$ ). Houve interação ( $P = 0,0004$ ) tratamento  $\times$  ciclo de avaliação para altura das espécies arbóreas, com maiores valores observados no monocultivo de sabiá, alcançando a altura de 284 cm. As diferenças observadas nas variáveis do capim-braquiária ocorreram em resposta aos ciclos de avaliação, tendo sido observadas maiores médias de altura do dossel, massa de forragem total e massa de forragem verde no início das avaliações e, as menores, no último ciclo de avaliação (71 e 21,3 cm; 10.342 e 218 kg MS ha<sup>-1</sup>; 2.985 e 152 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente para os ciclos de fevereiro/2019 e janeiro/2020). As maiores proporções de frações verdes (lâmina foliar e colmo) ocorreram nos meses de setembro e outubro/2019, coincidentemente com o final do período chuvoso. O acúmulo e a taxa de acúmulo de forragem variaram ( $P < 0,0001$ ) de forma estacional, com picos em fevereiro, março e maio. No Agreste de Pernambuco, independente do sistema de cultivo adotado, o crescimento inicial da sabiá é eficiente. O monocultivo de gramínea e SSP de sabiá ou eucalipto, não interfere na produtividade e composição morfológica do capim-braquiária.

**Palavras-chave:** dendrometria, eucalipto, produtividade, sabiá, sistemas integrados.



**Initial growth of *Eucalyptus* spp. and *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. and productive responses of *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster in monoculture and silvopastoral systems, in the Agreste region of Pernambuco**

**Abstract**

The silvopastoral systems (SSPs) combine, simultaneously, arboreal, herbaceous and animal components, aiming, among other aspects, to diversify production, improve productivity and soil quality over time. This study evaluated the survival rate and dendrometry of *Eucalyptus* spp. (eucalyptus) and *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (sabiá), as well as productive responses of *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster (signalgrass), in monoculture and in silvopastoral systems, in the Agreste region of Pernambuco, Brasil. Five treatments were evaluated, distributed in randomized blocks, with three replications, as follows: 1 - signalgrass monoculture; 2 - signalgrass + eucalyptus (SSP - eucalyptus); 3 - signalgrass + sabiá (SSP - sabiá); 4 – eucalyptus monoculture and 5 – sabiá monoculture. The trees were evaluated at four-month intervals, between august/2018 and march/2020, while the variables related to signalgrass, Every 28 days, throughout a year of experimental grazing (February/2019 to January 2020). Sabiá had the highest survival rates (89.0% and 90.6%, respectively for SSP and monoculture) ( $P = 0.0159$ ). There was interaction ( $P = 0.0004$ ) treatment  $\times$  evaluation cycle for tree species height, with higher values observed in sabiá monoculture, reaching a height of 284 cm. The differences observed in the signalgrass variables occurred in response to the evaluation cycles, with the highest averages of canopy height, total forage mass and green forage mass at the beginning of the evaluations and the smallest averages in the last evaluation cycle (71 and 21.3 cm; 10.342 and 218 kg DM ha<sup>-1</sup>; 2.985 and 152 kg DM ha<sup>-1</sup>, respectively for the February/2019 and January/2020 cycles). The highest proportions of green fractions (leaf blade and stem) occurred in September and October/2019, coinciding with the end of the rainy season. Forage accumulation and rate of forage accumulation varied ( $P < 0.0001$ ) seasonally, with peaks in february, March and May. In the Agreste region of Pernambuco, regardless of the cultivation system adopted, the initial growth of the sabiá is efficient. The monoculture of grass and SSP of sabiá or eucalyptus does not interfere in the productivity and morphological composition of signalgrass.

**Keywords:** dendrometry, eucalyptus, productivity, sabiá, integrated systems.

## 1. INTRODUÇÃO

Na produção pecuária de ruminantes, nas diversas regiões brasileiras, predominam sistemas extensivos de produção, baseados na utilização de pastagens, as quais vem crescendo o processo de degradação, em decorrência do manejo inadequado, ocasionando fortes impactos nos ecossistemas envolvidos. De acordo o último Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2019), dos 70% das pastagens cultivadas no Brasil, aproximadamente 7% delas estão plantadas em más condições, ou encontram-se em algum grau de degradação (DIAS FILHO, 2017). A degradação avançada implica em redução progressiva da massa forrageira e, conseqüentemente, no desempenho dos animais (PACIULLO et al., 2014). No entanto, muitos têm sido os esforços científicos para intensificação sustentável dos sistemas pecuários, com intuito de estabelecer sistemas produtivos capazes de manter ou melhorar o meio ambiente (DUBEUX JR. et al., 2017).

A adoção de sistemas integrados de exploração, tais como a integração pecuária-floresta ou, simplesmente, o sistema silvipastoril (SSP), pode ser uma das alternativas visando tornar esses sistemas mais sustentáveis e rentáveis para os produtores. Os SSPs consistem da presença de árvores, pasto e animais simultaneamente no mesmo ambiente (COSTA et al., 2016; SILVA et al., 2020; SILVA et al., 2021), buscando diferentes benefícios.

Dentre os serviços providos pelos SSPs, incluem aumento da fertilidade do solo (LIMA et al., 2018), conforto térmico e melhor desempenho animal (COSTA et al., 2016; PACIULLO et al., 2014), fixação biológica de nitrogênio, quando utilizadas leguminosas (APOLINÁRIO et al., 2015), elevação do sequestro de carbono (HOOSBEEK; REMME; RUSCH, 2018), conservação da biodiversidade (MURGUEITIO et al., 2011), além da redução das emissões de gases de efeito estufa (FROTA et al., 2017). Ademais, a multifuncionalidade dos SSPs permite o fornecimento de outros serviços ecossistêmicos, como produção de madeira, combustível, alimento humano, medicamentos naturais, recursos ornamentais, polinização, controle de pragas e doenças, entre outros (DUBEUX JR. et al., 2017).

Para a implantação de um SSP, o crescimento inicial das árvores é uma fase crítica, pois os danos causados pelos animais neste período podem comprometer o sucesso do sistema (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2012). Uma das alternativas de espécie arbórea para compor o SSP é o *Eucalyptus* spp., pois apresenta elevada variedade de espécies com alta plasticidade fenotípica, produção e adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, que a tornou a cultura silvícola mais pesquisada no mundo, com níveis crescentes de sua exploração (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010).

Outra excelente alternativa de componente arbóreo seria a utilização de leguminosas, pois além dos benefícios já mencionados anteriormente, pode contribuir com a ciclagem de nutrientes e melhoria da qualidade da dieta dos animais, em virtude de sua capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico, por meio da associação com bactérias do gênero *Rhizobium* spp. Nesse contexto, destaca-se a utilização da *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (sabiá), a qual vem demonstrando potencial quando associada com pastos de clima tropical (APOLINÁRIO et al., 2016; COSTA et al., 2016; SANTOS et al., 2019; HERRERA et al., 2020; SILVA et al., 2021). Além disso, tem potencial para ser utilizada como forrageira devido ao alto teor proteico (SANTOS et al., 2019; HERRERA et al., 2021), bem como apresentar elevado potencial para exploração de madeira, onde as estacas produzidas são de grande valor no mercado (APOLINÁRIO et al., 2015).

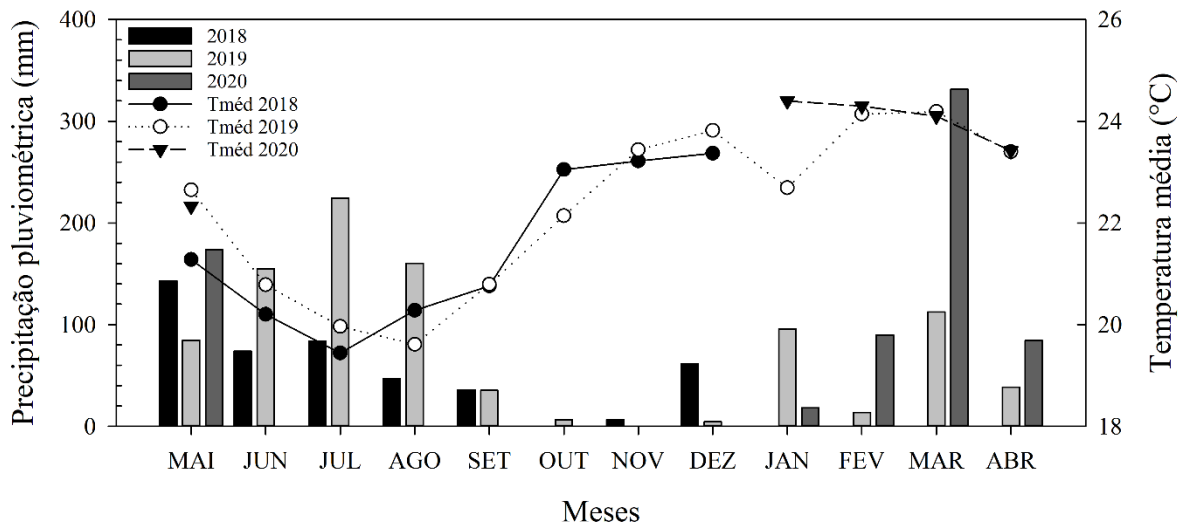
No entanto, é importante mencionar que para o sucesso da implantação, a espécie herbácea necessita apresentar considerável tolerância à sombra, alta produtividade e persistência. Há diversos registros de sucesso da espécie *Urochloa decumbens* em estudos com SSPs, demonstrando sua adaptação às condições de sombreamento moderado (PACIULLO et al., 2014; COSTA et al., 2016; LIMA et al., 2019; SILVA et al., 2021).

Com base no exposto, hipotetizou-se que espécies de eucalipto, sabiá e capim-braquiária em SSPs podem manter seu crescimento e produtividade quando comparada a sistemas em monocultivo. Para isso, avaliou a taxa de sobrevivência e dendrometria de mudas de eucalipto e sabiá na fase inicial de crescimento, bem como respostas produtivas do capim-braquiária, em monocultivo e em SSPs, no Agreste de Pernambuco.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Descrição do local**

A pesquisa foi conduzida na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizada no município de Garanhuns, Pernambuco, Brasil, no período de maio/2018 a abril/2020. Pela classificação de Köppen-Geiger, o clima é o tropical quente subúmido seco, referentes ao As', BShs' e Cs'a. A temperatura média anual oscila entre 20,1 e 22,0 °C, com precipitação anual histórica (média de 53 anos) de 866 mm (BARBOSA et al., 2016). A distribuição mensal das chuvas e as temperaturas médias durante o período experimental são descritos na Figura 1. A precipitação acumulada durante todo período experimental foi de 2.080 mm.

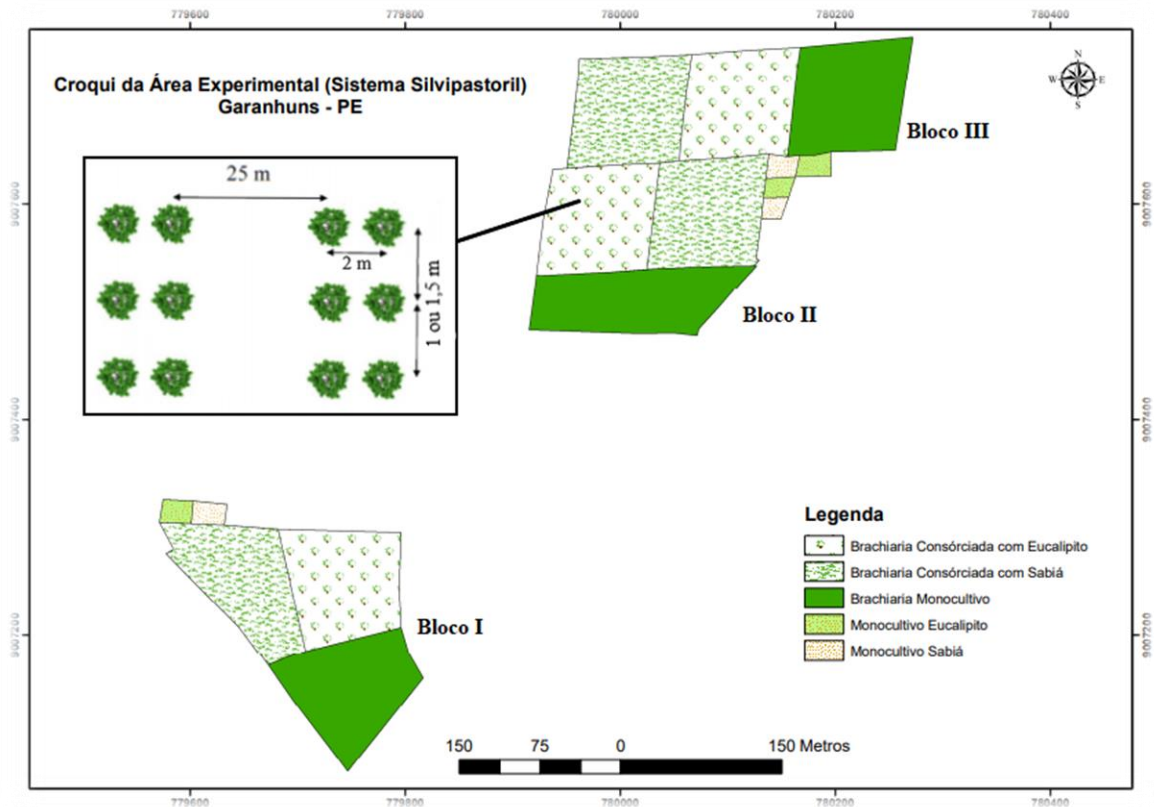


**Figura 1.** Precipitações pluviométricas e temperaturas médias mensais registradas durante o período experimental (maio/2018 a abril/2020).

## 2.2 Estabelecimento, delineamento experimental e tratamento

O experimento foi estabelecido em áreas da fazenda já implantadas com pastos de capim-braquiária. Os tratamentos foram constituídos por monocultivo de capim-braquiária, capim-braquiária + eucalipto (clone AEC 1528) (SSP - eucalipto), capim-braquiária + sabiá (SSP - sabiá), além de monocultivos de eucalipto e sabiá, seguindo o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições.

Nos SSPs, as mudas das espécies arbóreas foram provenientes de viveiros credenciados, das cidades de Igarassú – PE (sabiá) e Maceió – AL (eucalipto). Foram transplantadas para covas de 15 × 15 cm, no sentido leste-oeste, em filas duplas espaçadas de 25,0 × 2,0 × 1,0 m (sabiá) e 25,0 × 2,0 × 1,5 m (eucalipto) em outubro e novembro de 2017, sendo realizados alguns replantios em maio e junho de 2018, consistindo em piquetes de 1,0 ha cada. Os monocultivos de eucalipto e sabiá consistiram em áreas de 30 × 20 m, seguindo os mesmos espaçamentos adotados nas filas duplas. As populações de eucalipto e sabiá foram de 400 e 600 árvores ha<sup>-1</sup>, nos SSPs e, de 3.333 e 5.000 árvores ha<sup>-1</sup>, nos monocultivos, respectivamente. Assim, a área experimental total apresentou cerca de 9,36 ha (Figura 2).



**Figura 2.** Croqui e detalhamento das parcelas experimentais.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Amarelo, classe textural franco-argiloarenoso (SANTOS et al., 2018). Análise de solo de amostras coletadas na área experimental de 0 a 20 cm, foram analisadas pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise do solo da área experimental, Garanhuns-PE.

pH	P	Ca	Mg	Na	K	Al	H	S	CTC	V	m
(H <sub>2</sub> O)	(mg/dm <sup>3</sup> )									(%)	
					(cmolc/dm <sup>3</sup> )						
5,3	2,0	0,35	0,53	0,06	0,19	0,95	4,95	1,15	7,05	16	46,5

pH em água; P = fósforo; Ca = cálcio; Mg = magnésio; Na = sódio; K = potássio; Al: alumínio; H = hidrogênio; S = soma de bases; CTC = capacidade de troca catiônica; V = saturação de bases; m = saturação por alumínio.

Realizou-se a correção do solo 60 dias antes do plantio (agosto/2017), utilizando calcário dolomítico [54,3% de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e 45,7% de carbonato de magnésio (MgCO<sub>3</sub>), PRNT= 90%] em área total, na ordem de 2,5 t ha<sup>-1</sup>. No momento do plantio foi realizada a adubação para as culturas de eucalipto e sabiá, respectivamente, o equivalente a 55

e 30 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> [cloreto de potássio - KCL (60% K)], 18,33 e 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> [superfosfato simples - SFS (18% P)], e 18,33 kg N ha<sup>-1</sup> [sulfato de amônio - (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (21% N e 24% S)], apenas para o eucalipto, conforme o manual de recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação, com base nas recomendações para a cultura do eucalipto e leucena (implantação da leguminosa sabiá).

### **2.3 Taxa de sobrevivência e dendrometria das espécies arbóreas**

A taxa de sobrevivência das mudas de eucalipto e sabiá foi calculada pela diferença entre a quantidade de mudas implantadas e remanescentes na área experimental, levando em consideração a entrada (primeiro ciclo de avaliação) e saída (último ciclo de avaliação) dos animais em pastejo.

Para avaliação das variáveis dendrométricas das espécies arbóreas, foram realizadas seis avaliações, com intervalo de quatro meses, exceto para a última avaliação, a qual foi realizada com três meses de intervalo, realizadas no período de agosto/2018 a março/2020, que corresponderam à fase de estabelecimento. Para as variáveis dendrométricas foram selecionadas 18 plantas nos SSPs e nove plantas nos monocultivos para as avaliações. A altura de planta foi considerada como o comprimento a partir do nível do solo até a base da copa (com auxílio de trena) e o diâmetro da base, medido a 0,25 m acima do nível do solo (com auxílio de fita métrica). O diâmetro à altura do peito (DAP) (1,30 m acima do nível do solo, com auxílio de fita métrica) foi avaliado somente aos 29 meses após plantio (última avaliação), por ter sido a idade em que a maioria das plantas apresentou altura que possibilitassem tais mensurações.

### **2.4 Manejo e respostas do capim-braquiária**

Foram utilizados bezerros machos mestiços Holandês × Zebu com, aproximadamente, 170 ± 15 kg de peso corporal (PC), os quais foram distribuídos nos nove piquetes a serem pastejados, sob lotação contínua e taxa de lotação variável (MOTT; LUCAS, 1952). A taxa de lotação foi ajustada, a cada 28 dias, em função da relação entre a massa de forragem e o peso corporal dos animais (SOLLENBERGER et al., 2005), buscando-se a manutenção de uma oferta de forragem de 3 kg de MS de forragem verde por kg de PC. Água e mistura mineral foram disponibilizadas *ad libitum* em todos os piquetes. Os animais permaneceram na área experimental de março/2019 a janeiro/2020.

A massa de forragem total do capim-braquiária foi estimada a cada 28 dias (ciclos de avaliação), durante os 12 meses de avaliação (fevereiro/2019 a janeiro/2020), utilizando a técnica de dupla amostragem (HAYDOCK; SHAW, 1975). Como medida direta, o capim-braquiária foi colhido ao nível do solo usando seis quadrados de 0,25 m<sup>2</sup> por piquete. Também foram realizadas medidas visuais, com escala de notas variando de 1 a 3, onde 1 representou a menor massa de forragem e 3, a maior. Além das amostras colhidas e suas respectivas medidas visuais, 50 medidas indiretas de altura foram realizadas aleatoriamente em cada piquete, por meio de régua graduada. A média dessas medidas indiretas foi aplicada às equações de regressão para estimar a massa de forragem total (PEDREIRA, 2002), utilizando 54 pontos por piquete, por ciclo de avaliação. As amostras de forragem colhidas, por tratamento, foram separadas em material verde (lâmina foliar e colmo) e material senescente e, em seguida, secas em estufa de circulação forçada de ar, a 55 °C, até peso constante.

Foram estimadas as proporções morfológicas de lâmina foliar, colmo e material senescente, expressas em porcentagem da massa seca total. A relação folha:colmo foi obtida a partir da divisão do valor do peso seco da fração lâmina pelo peso seco da fração colmo. Ademais, também foi estimada a densidade da forragem total, a partir da divisão da massa de forragem total pela altura média do dossel (kg de MS ha<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>).

O acúmulo de forragem foi realizado através da utilização por meio de seis gaiolas de exclusão (1 m<sup>2</sup>: 1 × 1 m) por piquete. O critério adotado para a escolha dos pontos onde as gaiolas foram alocadas foi a condição média das 50 medidas tomadas no piquete. As gaiolas eram realocadas a cada 14 dias, de forma a minimizar o problema de diferenças estruturais, quando comparadas às áreas excluídas das áreas pastejadas. As diferenças entre os valores estimados no final e no início dos 14 dias, representaram o crescimento da forragem (SOLLENBERGER e CHERNEY, 1995) e, quando dividido pelo período de crescimento, resultaram na taxa de acúmulo. O acúmulo líquido total foi obtido pelo somatório dos acúmulos de cada ciclo de avaliação, por tratamento.

## 2.5 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelos procedimentos PROC GLM (taxa de sobrevivência, DAP e acúmulo total de forragem) e PROC MIXED do SAS (Software SAS University Edition). Quando os dados não apresentavam distribuição normal, estes foram transformados para log (x) ou raiz quadrada ( $\sqrt{x}$ ). Foram considerados

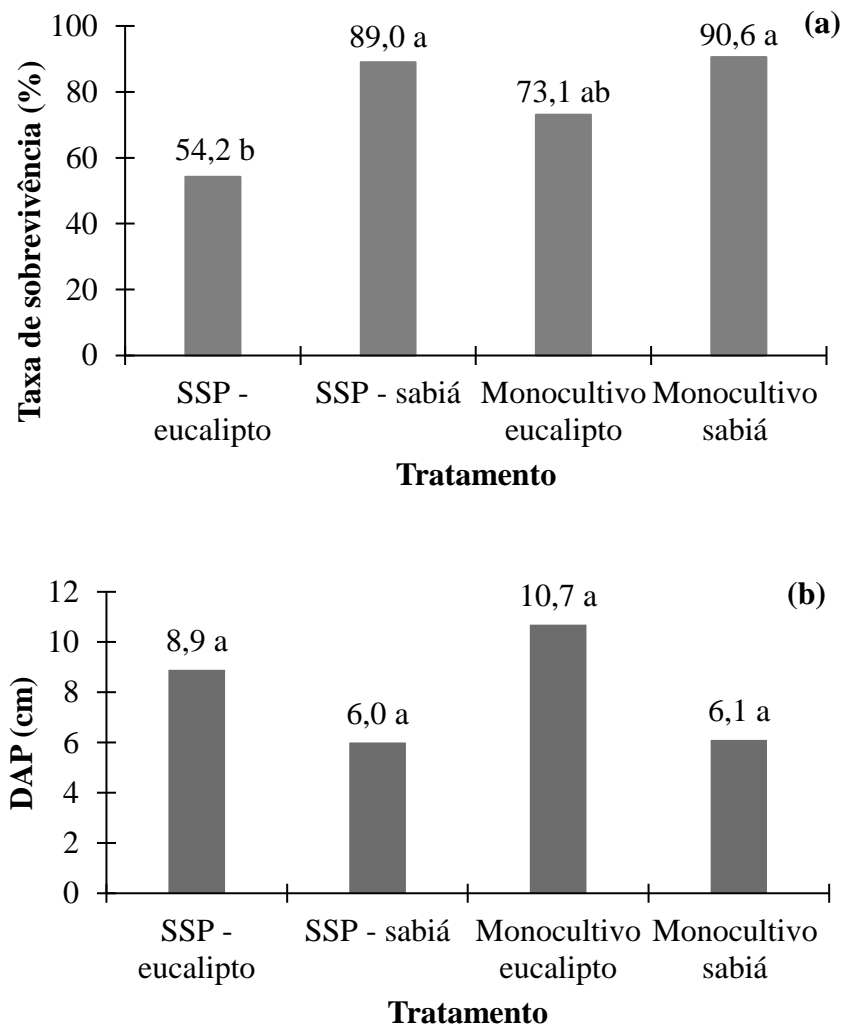
efeitos fixos o tratamento, o ciclo de avaliação e a interação entre eles. Os blocos foram considerados efeitos aleatórios. Os ciclos de avaliação foram considerados como medidas repetidas no tempo. As médias foram comparadas pelo PDIFP do SAS, ajustado por Tukey, e as diferenças estatísticas foram consideradas significativas quando  $P \leq 0,05$ .

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Taxa de sobrevivência e variáveis dendrométricas**

Foi observado efeito ( $P = 0,0159$ ) de tratamento para as taxas de sobrevivência do eucalipto e sabiá, com os maiores valores obtidos pelas árvores da espécie sabiá (89,0 e 90,6% para SSP e monocultivo, respectivamente), em relação ao SSP - eucalipto (54,2%), com o eucalipto em monocultivo permanecendo em posição intermediária (Figura 3a). A sabiá é uma espécie nativa do nordeste brasileiro (LORENZI, 2002), de rápido crescimento, rebrota vigorosa e resistente à seca (CARVALHO et al., 2004), o que explica sua adaptação a região de estudo. Entretanto, esperava-se maior taxa de sobrevivência do eucalipto após o replantio, pois foi observada incidência significativa de precipitação na região (Figura 1), fator que favorece o estabelecimento das plantas. Sob outra perspectiva, pode ter havido grande competição entre as mudas de eucalipto e do capim-braquiária, visto que o capim-braquiária se encontrava em grande altura no momento da implantação. Santos et al. (2015) avaliando aspectos fisiológicos de eucalipto em estágios iniciais de desenvolvimento, consorciado com espécies do gênero *Urochloa*, concluíram que *U. decumbens* foi a espécie que apresentou maior capacidade competitiva entre as braquiárias, promovendo efeito negativo no crescimento inicial do eucalipto.





**Figura 3.** Taxa de sobrevivência (%) (a) e diâmetro a altura do peito (DAP) (cm) (b) de *Eucalyptus* spp. (eucalipto) e *M. caesalpinifolia* Benth. (sabiá) em monocultivo e em sistema silvipastoril, no Agreste de Pernambuco. Letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). EPM = 0,21 e 0,88, respectivamente.

Para DAP, não houve efeito significativo ( $P = 0,1603$ ) de tratamento (Figura 3b). As árvores de eucalipto e sabiá em monocultivo e SSP apresentaram média de 7,94 cm após 29 meses de estabelecimento. Embora as espécies em questão sejam diferentes, a sabiá é uma leguminosa de hábito arbustivo-arbóreo com muitas ramificações, fator que poderia ter influenciado a diminuição do DAP. Apolinário et al. (2015) atribuíram o menor desenvolvimento do DAP das espécies estudadas, inversamente relacionado ao aumento do número de fustes. Neste mesmo estudo, estes pesquisadores relataram um DAP médio para sabiá de 5,4 cm após três anos de estabelecimento. Enquanto Porfírio-da-Silva et al. (2012) relataram médias de DAP de 15,71 cm para eucalipto em SSP após três anos de plantio.

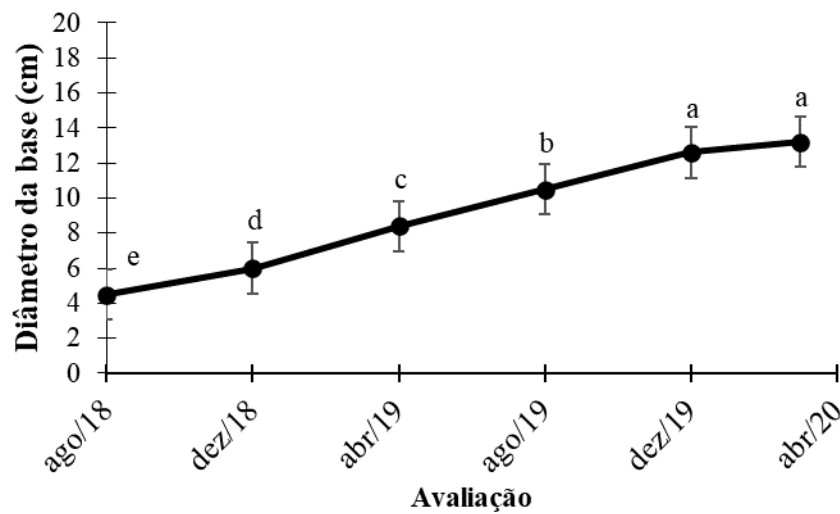
Houve interação ( $P = 0,0004$ ) tratamento  $\times$  período de avaliação para a variável altura das espécies arbóreas (Tabela 2). Mesmo apresentando resposta crescente ao longo das avaliações, a partir de abril/2019, as plantas do SSP - eucalipto apresentaram as menores alturas (122,2 cm) quando comparado ao monocultivo de sabiá, em resposta aos danos ocasionados pelos animais em pastejo. Ao avaliar os danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para SSPs, Porfírio-da-Silva et al. (2012) enfatizaram que características como DAP, altura, além daquelas intrínsecas à própria espécie (qualidade nutricional ou funcional), podem determinar a incidência e a intensidade de danos que serão causados pelos animais. Assim, o hábito de crescimento da sabiá com ramificações dicotômicas e acúleos nos ramos, podem ter contribuído para que as alturas das plantas do SSP - sabiá, fossem menos prejudicadas pela ação dos animais.

**Tabela 2.** Interação tratamento  $\times$  período de avaliação para altura (cm) de *Eucalyptus* spp. (eucalipto) e *M. caesalpinifolia* Benth. (sabiá) em monocultivo e em sistema silvipastoril, no Agreste de Pernambuco.

Avaliação	Tratamento			
	SSP - eucalipto	SSP - sabiá	Monocultivo eucalipto	Monocultivo sabiá
Agosto/2018	96,1 Ad	123,4 Ac	101,8 Ad	124,2 Ad
Dezembro/2018	127,1 Abc	132,9 Ac	119,1 Ac	142,1 Ad
Abril/2019	122,2 Bc	150,7 ABc	137,4 ABc	176,7 Ac
Agosto/2019	137,6 Cbc	195,3 ABb	165,2 BCb	233,3 Ab
Dezembro/2019	164,3 Bb	245,7 Aa	206,9 ABa	285,4 Aa
Março/2020	191,8 Ba	244,8 ABa	239,3 ABa	284,0 Aab
EPM	0,04			

Letras distintas, maiúscula para tratamento (linha) e minúsculas para avaliação (coluna), diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Houve efeito ( $P < 0,0001$ ) de período de avaliação para o diâmetro da base das espécies em estudo (Figura 4). O diâmetro basal aumentou gradativamente com o passar dos ciclos de avaliação, apresentando tendência de estabilidade entre as avaliações de dezembro/2019 e março/2020, quando não apresentou diferença significativa entre as médias (9,2 cm). Vale salientar que o intervalo entre essas duas avaliações foi 30 dias menor que as anteriores, o que pode ter influenciado esse resultado.



**Figura 4.** Diâmetro da base (cm) em função do período de avaliação de *Eucalyptus* spp. (eucalipto) e *M. caesalpinifolia* Benth. (sabiá) em monocultivo e em sistema silvipastoril, no Agreste de Pernambuco. Letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). EPM = 0,10.

Herrera et al. (2021) também relataram maior diâmetro basal (7,6 cm) na última avaliação (sete anos após o estabelecimento) para sabiá em SSP com capim-braquiária, em Itambé-PE. Essa média foi inferior à desta pesquisa (12,9 cm), atribuída ao fato do eucalipto e sabiá ainda não terem sofrido nenhum desbaste ou colheita de madeira. Ainda é importante ressaltar que os valores do diâmetro basal do eucalipto encontrados neste trabalho, são semelhantes com outros estudos conduzidos com a mesma espécie, distintas em idades, sítios e solos (ARAÚJO et al., 2011; PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2012).

### 3.2 Respostas do capim-braquiária

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) tratamento  $\times$  ciclo de avaliação para as variáveis respostas do capim-braquiária, tampouco diferença significativa entre tratamento (Tabela 3).

Foi observado efeito do ciclo de avaliação ( $P < 0,0001$ ) para altura do dossel (Figura 5a), massa de forragem total (MFT) (Figura 5b), massa de forragem verde (MFV) (Figura 5c), densidade de forragem total (Figura 5d), proporções morfológicas (Figura 6), acúmulo de forragem (Figura 7) e taxa de acúmulo de forragem (Figura 8) do capim-braquiária, com redução gradativa com o passar dos ciclos de avaliação.

**Tabela 3.** Altura do dossel, massa de forragem total, massa de forragem verde, densidade de forragem total, proporções morfológicas, acúmulo de forragem, taxa de acúmulo de forragem e acúmulo de forragem total de *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco.

Variável	Tratamento				
	Monocultivo braquiária	SSP - eucalipto	SSP - sabiá	Média	EPM
Altura do dossel (cm)	41,0	39,7	39,1	39,9	0,02
Massa de forragem total (kg MS ha <sup>-1</sup> )	5565	5102	4812	5160	0,02
Massa de forragem verde (kg MS ha <sup>-1</sup> )	1600	1447	1407	1485	103,7
Densidade de forragem (kg MS ha <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> )	129,4	119,2	116,2	121,6	7,09
Lâmina foliar (%)	13,7	13,6	14,4	13,9	0,03
Colmo (%)	14,1	14,9	15,2	14,7	1,36
Material senescente (%)	72,2	71,5	70,4	71,4	1,85
Relação folha:colmo	1,1	1,0	1,0	1,0	0,04
Acúmulo de forragem (kg MS ha <sup>-1</sup> )	585	447	470	501	0,06
Taxa de acúmulo (kg MS ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	42	32	34	36	0,06
Acúmulo de forragem total (kg MS ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	14.032	10.726	11.283	12.014	0,35

EPM: erro padrão da média. Médias não diferem pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

A falta de diferença ( $P = 0,2077$ ) para altura do dossel do capim-braquiária entre tratamentos, pode ser justificado pelo baixo sombreamento causado pelas árvores nas áreas consorciadas, visto que as mesmas ainda se encontravam jovens e na fase de estabelecimento, permitindo a penetração da radiação solar no dossel. Martuscello et al. (2009) observaram aumento na altura de plantas do gênero *Urochloa* com aumento do sombreamento e relataram que plantas sombreadas tendem a aumentar sua área foliar específica, tornando-se maiores, porém menos pesadas. O comportamento decrescente com o avanço dos ciclos, iniciando com

média de 71,0 cm (Fevereiro/2019) e finalizando com média de 21,3 cm (Janeiro/2020) (Figura 5a), se devem as condições de diferimento que os piquetes se encontravam antes do início dos pastejo, enquanto a redução da altura ocorreu em virtude do consumo da forragem e o pisoteio animal. Além disso, coincidiram com a queda das precipitações pluviométricas ao longo dos ciclos de avaliação.

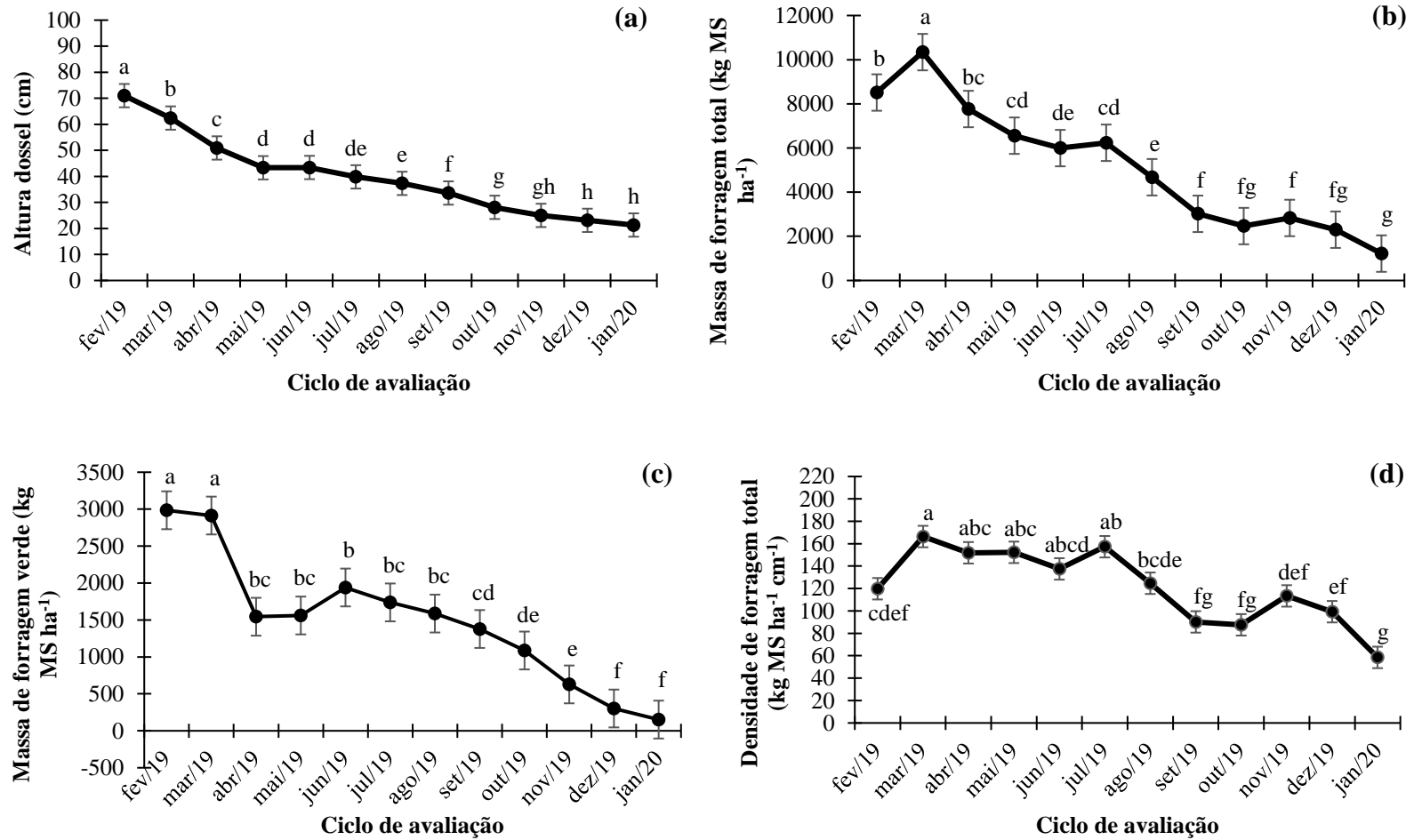
O reduzido intervalo de tempo de implantação das árvores nos SSPs (menos de dois anos) foi insuficiente para que ocorresse diferença ( $P = 0,1998$ ) para massa de forragem total (MFT) do capim-braquiária entre tratamentos (Tabela 3). O valor médio foi de 5.160 kg MS ha<sup>-1</sup>, com variação entre 1.218 kg MS ha<sup>-1</sup> e 10.342 kg MS ha<sup>-1</sup> para ciclo de avaliação (Figura 5b). Resultados semelhantes foram obtidos por Araújo et al. (2013), ao avaliar a MFT do capim-braquiária em SSP sob diferentes espaçamentos (3x2, 6x4 e 10x4 m) com *E. urophylla*. Eles também atribuíram estes efeitos à fase inicial de crescimento das árvores que, possivelmente, ainda não teriam afetado a penetração da radiação incidente no dossel forrageiro. Em contrapartida, Santos et al. (2019) encontraram MFT para o monocultivo do capim-braquiária de 5.057 kg de MS ha<sup>-1</sup>, maior do que nos tratamentos com SSP de leguminosas arbóreas sabiá e glicíndia (média 3.292 kg de MS ha<sup>-1</sup>), na Zona da Mata de Pernambuco. Ainda, neste trabalho, as árvores já se encontravam com quatro anos de estabelecidas e com média de 1,5 m de altura, demonstrando provável competição entre as espécies por água e nutrientes do solo.

Os maiores valores de MFT foram observados nos primeiros ciclos, devido ao acúmulo de material em decorrência de um longo período sem utilização do pasto, principalmente de material senescente. A redução do material foi observada à medida que a forragem foi sendo consumida pelos animais, coincidindo também com os períodos de baixa precipitação pluvial (outubro/2019 a janeiro/2020) (Figura 1). Avaliando SSPs de capim-braquiária consorciado com as leguminosas arbóreas sabiá e glicíndia, Costa et al. (2016) relataram que os menores valores de MFT nos SSPs (24 meses de avaliações) ocorreram no período seco ou durante as transições entre os períodos secos e chuvosos, provavelmente devido ao menor espaçamento entre as fileiras duplas (15 m) das árvores, havendo competição de árvores pela umidade do solo com o capim-braquiária.

A massa de forragem verde (MFV) apresentou comportamento similar a MFT para os ciclos de avaliação. Porém, em junho/2019 obteve aumento significativo para 1.940 kg MS ha<sup>-1</sup> (Figura 5c). Esse fato pode ser atribuído as maiores chuvas neste mês. O aumento da MFV no início da época chuvosa e a redução nos meses de baixa precipitação, geralmente designam flutuação da massa ao longo do ano, caracterizando forte estacionalidade na produção forrageira

(PACIULLO et al., 2009). Assim, a partir do oitavo ciclo de avaliação (setembro/2019), não foi possível ajustar a lotação para a oferta de forragem verde pretendida ( $3\text{kg MSV kg PC}^{-1}$ ), então só os animais testadores permaneceram nos piquetes.

Para densidade de forragem total também não foram observadas diferenças ( $P = 0,4571$ ) entre tratamento (média geral de  $121,6\text{ kg MS ha}^{-1}$ ), porém, entre ciclo de avaliação, os maiores valores ( $P < 0,05$ ) ocorreram nas mesmas avaliações em que foram observados as maiores altura do dossel e massa de forragem, com picos de março a julho/2019 (Figura 5d). Silva et al. (2021) obtiveram maior densidade do capim-braquiária em monocultivo e SSP com sabiá, quando comparados com SSP com gliricídia (*Gliricidia sepium*). Estes pesquisadores atribuíram à menor densidade ao estiolamento das plantas de braquiária em consórcio com filas duplas de gliricídia. Já Lima et al. (2019) relataram que pastos de capim-braquiária em monocultivo apresentaram valores superiores ao SSP com eucalipto e leguminosas, no verão, mas no outono não houve diferença entre os sistemas. Isso se deu ao fato de a MFT ter sido menor no SSP, visto que a altura do dossel na época da colheita era a mesma para os dois sistemas.

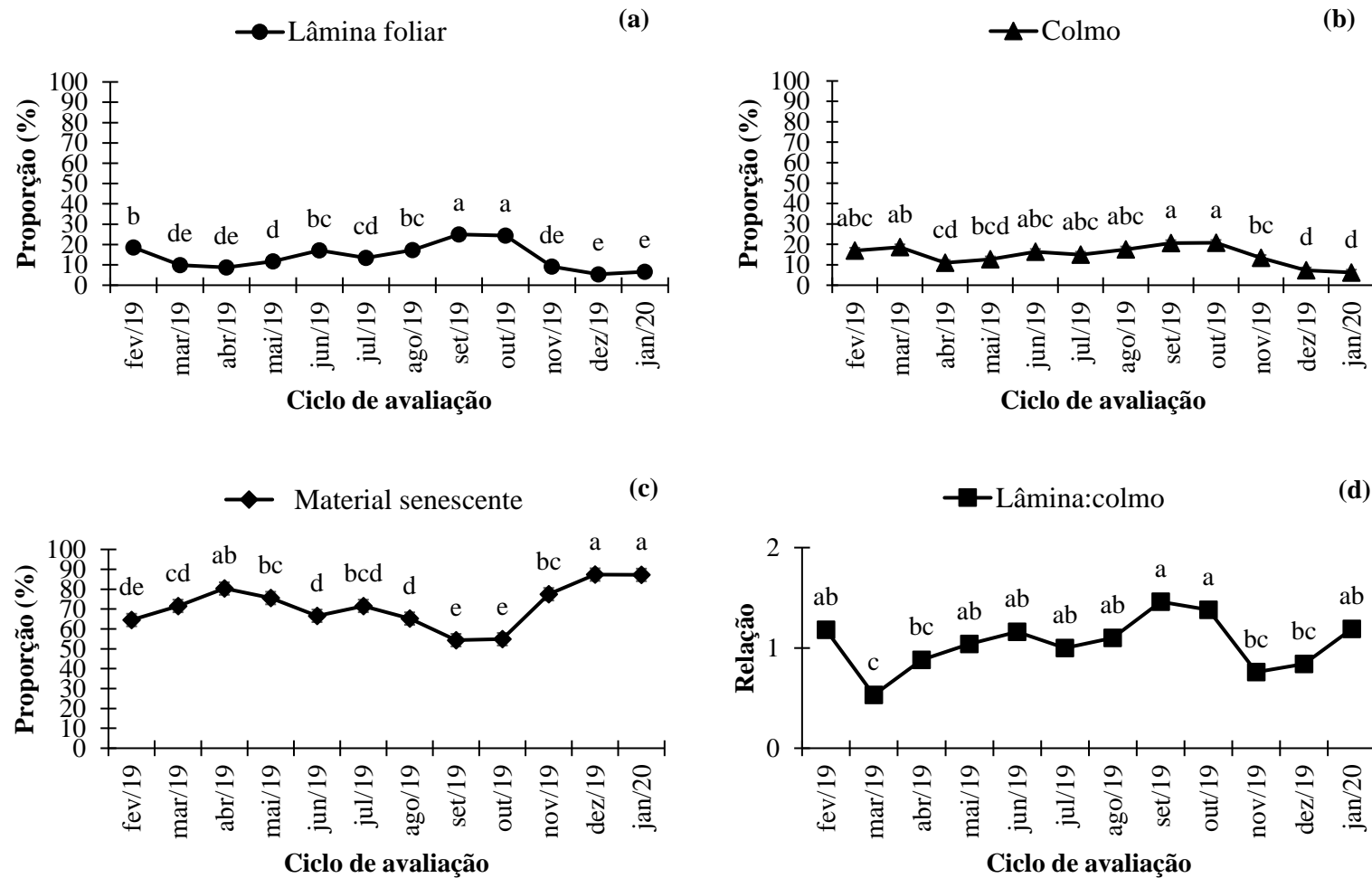


**Figura 5.** Altura do dossel (cm) (a), massa de forragem total (kg MS ha<sup>-1</sup>) (b), massa de forragem verde (kg MS ha<sup>-1</sup>) (c) e densidade de forragem total (kg de MS ha<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>) (d) de *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco. Letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). EPM = 0,02, 0,03, 0,03 e 8,00, respectivamente.

As proporções de lâmina foliar, colmo e material senescente, bem como a relação lâmina:colmo não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos, com médias gerais de 13,9%, 14,7%, 71,4% e 1,0, respectivamente (Tabela 3). Essa falta de significância para a relação lâmina:colmo pode estar relacionada a baixa alteração na radiação incidente no dossel forrageiro até o momento com a introdução das árvores. Já a alta proporção de material senescente comparada às proporções verdes, durante todos os ciclos de avaliação, foram em decorrência do longo período de diferimento a qual o pasto se encontrava antes da entrada dos animais, atrelado com sucessivos meses de seca. Por outro lado, Lopes et al. (2017) afirmaram que, plantas cultivadas à sombra, tendem a permanecer mais jovens fisiologicamente, reduzindo a senescência e a massa seca do material senescente, fato não observado nesta pesquisa.

Foi observada redução acentuada ( $P < 0,0001$ ) na proporção lâmina foliar entre os meses de fevereiro (18,56%) e abril (8,69%), conseqüentemente reduzindo também a relação lâmina:colmo (1,18 para 0,88) (Figuras 6a e 6d, respectivamente). Essa redução da proporção da lâmina foliar refere-se à preferência e o maior consumo desse componente, devido conter menos lignina e lhe conferir melhor qualidade. Os maiores valores das proporções verdes (lâmina foliar e colmo) foram observados nos meses de setembro e outubro/2019, coincidindo com o final do período chuvoso. Já as maiores proporções do material senescente (média 87%) foram verificadas nos meses mais secos do ano, a partir de novembro/2019.

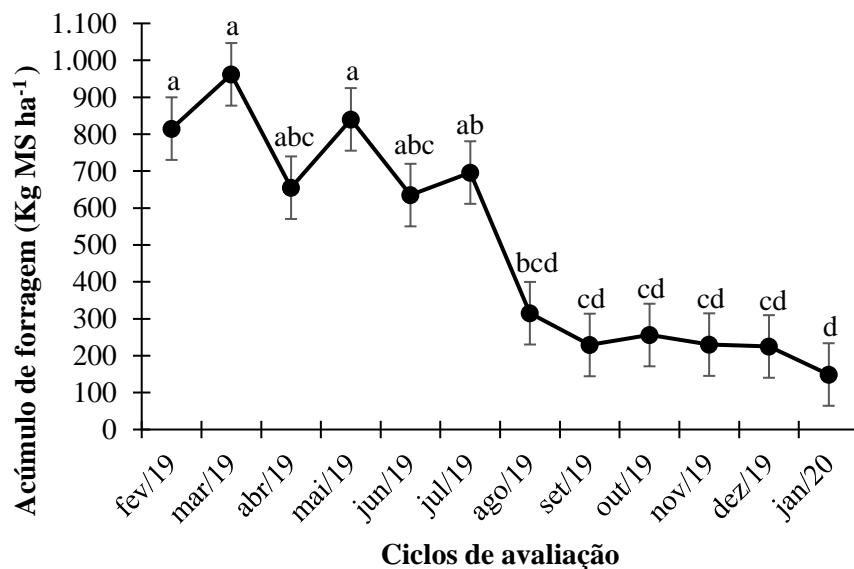




**Figura 6.** Proporções (%) de lâmina foliar (a), colmo (b), material senescente (c) e relação lâmina:colmo (d) de *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco. Letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). EPM = 0,04, 1,53, 0,02 e 0,05, respectivamente.

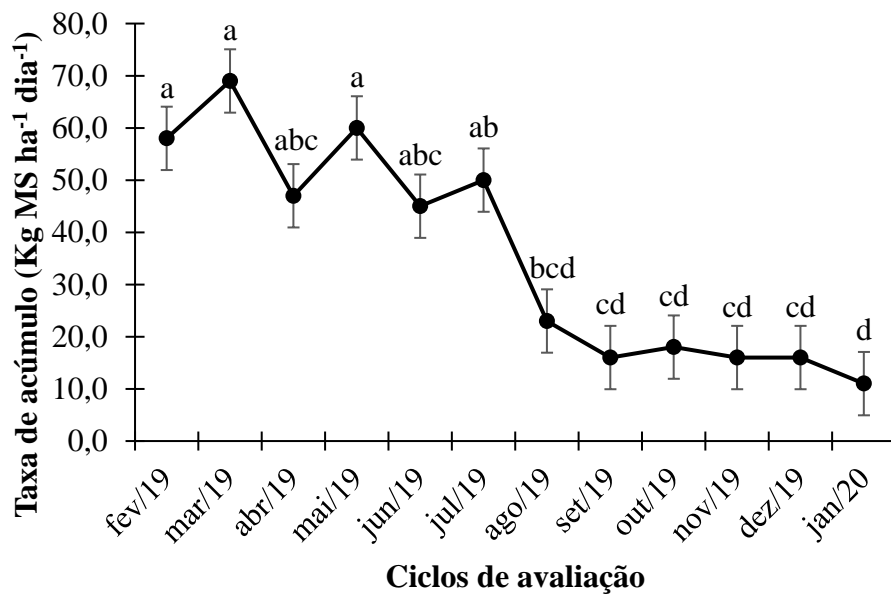
Santos et al. (2019) também não observaram diferenças significativas na proporção da massa de forragem verde do capim-braquiária entre os tratamentos monocultivo e SSPs, mas observaram diferenças entre os ciclos, com proporções mínimas de 46% e máximas de 71%, este último coincidindo também com a estação chuvosa do ano, sendo valores maiores aos obtidos na presente pesquisa. No mesmo sentido, Silva et al. (2021) constataram redução na fração verde da forragem, com menor proporção de lâminas foliares e maiores de colmo, durante a estação seca.

Não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) para acúmulo e taxa de acúmulo de forragem do capim-braquiária entre tratamento, tendo sido observadas médias gerais de 501 kg MS ha<sup>-1</sup> e 36 kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 3). Já entre ciclo de avaliação foi observada variação ( $P < 0,0001$ ), com picos em fevereiro, março e maio (Figuras 7 e 8), coincidindo exatamente com o período das águas. Foi observada redução em ambas as variáveis nos últimos ciclos de avaliação, provavelmente devido ao final da estação chuvosa, associada à competição por água e nutrientes com as espécies arbóreas. Apesar do capim-braquiária apresentar plasticidade fenotípica que demonstram estratégia de tolerância à sombra, tais mecanismos têm sido incapazes de compensar a redução da radiação e manter a produtividade do pasto em condições de intenso sombreamento (GUENNI et al., 2008).



**Figura 7.** Acúmulo de forragem (kg MS ha<sup>-1</sup>) de *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco. Letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). EPM: 0,08.

Araújo et al. (2013) relataram resposta semelhante entre a taxa de acúmulo do capim-braquiária em SSP com eucalipto sob diferentes espaçamentos e na ausência de árvores, apresentando média de 43 kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Este resultado é superior ao estudo em questão, média de 36 kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Isso pode ser atribuído a baixa resposta do capim-braquiária em virtude das condições climáticas desfavoráveis da região, como baixa luminosidade e temperatura. Ademais, durante o período de pastejo, a área não foi fertilizada. Todos estes fatores influenciam negativamente o crescimento de gramíneas. Lopes et al. (2017), estudando o acúmulo de forragem do capim-braquiária com ou sem fertilização, sob diferentes regimes de luz, relataram que sob sombra moderada, a fertilização foi importante para aumentar a população de perfilhos ao longo dos ciclos de crescimento.



**Figura 8.** Taxa de acúmulo de forragem (kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) de *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco. Letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). EPM: 0,08.

A fase inicial de estabelecimento das espécies arbóreas é insuficiente para concluir sobre a persistência dos pastos de capim-braquiária nesta pesquisa. As comparações das taxas de acúmulo de forragem em SSP observadas por Paciullo et al. (2008), demonstraram valores para pleno sol e sombra moderada e intensa, respectivamente, de 38, 32 e 41 kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

Mesmo não havendo efeito de tratamento ( $P = 0,2294$ ) para a variável acúmulo de forragem total (média geral de 12.014 kg MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), valor médio deste estudo foi superior

aos relatados por Lopes et al. (2017), que demonstraram o máximo acúmulo de forragem total de 7.402 kg MS ha<sup>-1</sup>, sob pleno sol e com fertilização, em seis ciclos de 28 a 36 dias. Segundo Chaparro et al. (1996), o menor acúmulo de folhas disponíveis para pastejo, pode levar a desfolhamento mais frequente pelos animais, reduzindo a área foliar residual para a fotossíntese, acarretando menores taxas fotossintéticas do dossel e acúmulo de reservas de carboidratos e, comprometendo o desempenho e a produtividade animal.

#### 4. CONCLUSÕES

O crescimento inicial de sabiá, independente do sistema de cultivo (monocultivo ou SSPs), é superior ao de eucalipto, no Agreste meridional de Pernambuco.

A produtividade e a composição morfológica do capim-braquiária não apresentam efeito do sistema de cultivo, monocultivo ou sistema silvipastoril, na fase inicial de crescimento das espécies arbóreas.

São necessários mais estudos para avaliar o momento ideal para a entrada dos animais nos SSPs com o eucalipto, a fim de minimizar seus impactos sobre o crescimento inicial das árvores.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APOLINÁRIO, V. X. O. et al. Arboreal legume litter nutrient contribution to a tropical silvopasture. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 6, p. 2478–2484, 2016.
- APOLINÁRIO, V. X. O. et al. Tree legumes provide marketable wood and add nitrogen in warm-climate silvopasture systems. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 5, p. 1915–1921, 2015.
- ARAUJO, R. P. et al. Dendrometry characteristics of *Eucalyptus urophylla* in silvipastoral system under different planting spacings with *Brachiaria decumbens*. **Revista brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 1, p. 39–44, 2011.
- ARAUJO, R. P. et al. Production and chemical composition of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk in silvipastoral system under different spacing with *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 90–98, 2013.
- BARBOSA, V. V. et al. Análise da variabilidade climática do município de Garanhuns, Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 09, n. 02, p. 353–367, 2016.
- CARVALHO, F. C. et al. Manejo in situ do sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) para produção simultânea de madeira e forragem, em um sistema silvipastoril. **Agrossilvicultura**, v. 1, n. 2, p. 121–129, 2004.
- CHAPARRO, C. J.; SOLLENBERGER, L. E.; QUESENBERRY, K. H. Light interception, reserve status, and persistence of clipped Mott elephantgrass swards. **Crop Science**, v. 36, n. 3, p. 649–655, 1996.

- COSTA, S. B. M. et al. Livestock performance in warm-climate silvopastures using tree legumes. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 5, p. 2026–2035, 2016.
- DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: o que é e como evitar**. 1.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 19 p.
- DUBEUX JR., J. C. B. et al. Tree legumes: An underexploited resource in warm-climate silvopastures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 8, p. 689–703, 2017.
- FROTA, M. L. et al. Enteric methane in grazing beef cattle under full sun, and in a silvipastoral system in the Amazon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 11, p. 1099–1091, 2017.
- GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity and nitrogen supply. **Tropical Grasslands**, v. 42, n. 2, p. 75–87, 2008.
- HAYDOCK, K. P.; SHAW, N. H. H. The Comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v. 15, p. 663–670, 1975.
- HERRERA, A. M. et al. Potential of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. and *Mimosa caesalpinifolia* Benth. in silvipastoral systems intercropped with signalgrass [*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster]. **Agroforestry Systems**, 2021.
- HOOSBEEK, M. R.; REMME, R. P.; RUSCH, G. M. Trees enhance soil carbon sequestration and nutrient cycling in a silvipastoral system in south-western Nicaragua. **Agroforestry Systems**, v. 92, n. 2, p. 263–273, 2018.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2017**. 2019. Disponível em: <[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html)>. Acesso em: 31 dez. 2021.
- LIMA, H. N. B. et al. Soil attributes of a silvipastoral system in Pernambuco Forest Zone. **Tropical Grasslands-Forrajões Tropicais**, v. 6, n. 1, p. 15–25, 2018.
- LIMA, M. A. et al. Productivity and nutritive value of *Brachiaria decumbens* and performance of dairy heifers in a long-term silvipastoral system. **Grass and Forage Science**, v. 74, n. 1, p. 160–170, 2019.
- LOPES, C. M. et al. Plant morphology and herbage accumulation of signal grass with or without fertilization, under different light regimes. **Ciência Rural**, v. 47, n. 2, p. 1–7, 2017.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa - São Paulo: Plantarum, 2002.
- MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. UFLA ed. Lavras - Minas Gerais: UFLA, 2010.
- MARTUSCELLO, J. A. et al. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1183–1190, 2009.
- MOTT, G. O.; LUCAS, H. I. **The desing, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures**. Proceedings of the sixth international Grassland congress. **Anais...** Pennsylvania State College, Pennsylvania: 1952
- MURGUEITIO, E. et al. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1654–1663, 2011.
- PACIULLO, D. S. C. et al. Crescimento do pasto de capim-braquiária influenciado pelo nível de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 317-

323, 2008.

PACIULLO, D. S. C. et al. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1528–1535, 2009.

PACIULLO, D. S. C. et al. Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass-legume pastures shaded by tropical trees. **Animal**, v. 8, n. 8, p. 1264–1271, 2014.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. et al. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 70, p. 67–76, 2012.

PEDREIRA, C. G. S. Avanços metodológicos na avaliação das pastagens. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39., 2002, Recife, PE. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD-ROM.

SANTOS, A. F.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JR, A. Doenças do eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle. **Embrapa Florestas-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2001.

SANTOS, A. M. G. et al. Animal performance in grass monoculture or silvopastures using tree legumes. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 2, p. 615–626, 2019.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, M. V. et al. Physiological aspects of acacia and eucalyptus in competition with *Brachiaria*. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 3, p. 210–214, 2015.

SILVA, F. S. et al. Herbage accumulation, nutritive value and beef cattle production on marandu palisadegrass pastures in integrated systems. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 5, p. 1891–1902, 2020.

SILVA, I. A. G. et al. Tree legume enhances livestock performance in a silvopasture system. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 1, p. 358–369, 2021.

SOLLENBERGER, L. E. et al. Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Science**, v. 45, n. 3, p. 896–900, 2005.

SOLLENBERGER, L. E.; CHERNEY, D. J. Evaluating forage production and quality. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. (Eds.). **The Science of Grassland Agriculture**. 2. ed. Ames, IA.: Iowa State Univ. Press, 1995. p. 97–110.

### **CAPÍTULO III**

**Valor nutritivo de *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., e desempenho de bezerros em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco**

---

**Valor nutritivo de *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., e desempenho de bezerros em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco**

**Resumo**

Os sistemas silvipastoris (SSPs) têm sido propostos visando elevar a produtividade e buscando a sustentabilidade de sistemas de produção animal nas regiões tropicais. Este estudo avaliou o valor nutritivo de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster) e sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), e desempenho de bezerros mestiços em pastos de monocultivo da gramínea e em sistemas silvipastoris (SSPs), no Agreste de Pernambuco. Foram avaliados quatro tratamentos, os quais foram casualizados em blocos com três repetições, sendo: 1 - monocultivo de capim-braquiária; 2 - capim-braquiária + *Eucalyptus* spp. (eucalipto) (SSP - eucalipto); 3 - capim-braquiária + sabiá (SSP - sabiá); e 4 - monocultivo de sabiá. Bezerros mestiços Holandês × Zebu ( $170 \pm 15$  kg PC) foram manejados sob lotação contínua com taxa de lotação variável, e pesados a cada 28 dias. As variáveis resposta avaliadas foram os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do capim-braquiária e das folhas e ramos finos de sabiá; oferta de forragem (OF), taxa de lotação (TL), ganho médio diário (GMD) e ganho por área (GPA), ao longo de onze ciclos de avaliação (março/2019 a janeiro/2020). Não houve interação ( $P > 0,05$ ) tratamento × ciclo de avaliação para as variáveis estudadas. Maiores teores de MS do capim-braquiária ( $P < 0,0001$ ) foram observados em março/2019 ( $456 \text{ g kg}^{-1}$ ) e janeiro/2020 ( $507 \text{ g kg}^{-1}$ ). Os valores médios de FDN, obtiveram menor variação sazonal ( $P = 0,0015$ ), variação entre  $717$  e  $775 \text{ g kg}^{-1}$  MS, ao longo do ciclo de avaliação. A DIVMS do capim-braquiária foi de  $436 \text{ g kg}^{-1}$  MS em abril/2019, a  $547 \text{ g kg}^{-1}$  MS em agosto/2019 ( $P = 0,0028$ ). Para as folhas e ramos finos de sabiá, nas avaliações de novembro/2019 e janeiro/2020, respectivamente, foram observados os maiores teores de MS ( $385$  e  $416 \text{ g kg}^{-1}$ ) e coeficientes de DIVMS ( $311$  e  $381 \text{ g kg}^{-1}$  MS) ( $P < 0,05$ ), e menor PB ( $110$  e  $82 \text{ g kg}^{-1}$  MS) e FDN ( $568$  e  $500 \text{ g kg}^{-1}$  MS). A OF e TL diminuiram ( $P < 0,0001$ ) ao longo do ciclo de avaliação. O GMD e GPA não diferiram entre tratamentos ( $P > 0,05$ ) (média  $0,38 \text{ kg animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$  e  $17,89 \text{ kg ha}^{-1} \text{ 28 d}^{-1}$ , respectivamente), com perda de peso ( $P < 0,0001$ ) no período de baixa disponibilidade hídrica. Sistemas silvipastoris, na fase de crescimento inicial das árvores, não afetam o valor nutritivo do capim-braquiária, nem no desempenho de bezerros mestiços Holandês × Zebu.



**Palavras-chave:** leguminosa arbórea, pastejo, ruminantes, sistemas integrados.

**Nutritive value of *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster and *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., and performance of cattle in monoculture and silvopastoral systems, in the Agreste region of Pernambuco**

**Abstract**

Silvopastoral systems (SSPs) have been proposed to increase productivity and seek the sustainability of animal production systems in tropical regions. This study evaluated the nutritive value of signalgrass (*Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster) and sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), and performance of crossbred calves in grass monoculture pastures and in silvopastoral systems (SSPs), in the Agreste region of Pernambuco. Four treatments were evaluated, which were randomized in blocks with three replications, as follows: 1 - signalgrass monoculture; 2 - signalgrass + *Eucalyptus* spp. (eucalyptus) (SSP - eucalyptus); 3 - signalgrass + sabiá (SSP - sabiá); and 4 - sabiá monoculture. Holstein × Zebu crossbred calves ( $170 \pm 15$  kg BW) were managed under continuous stocking with variable stocking rate and weighed every 28 days. The response variables evaluated were the dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and in vitro dry matter digestibility coefficient (IVDMD) of signalgrass and leaves and fine twigs of sabiá; herbage allowance (HA), stocking rate (SR), average daily gain (ADG) and gain per area (GPA), over eleven evaluation cycles (March/2019 to January/2020). There was no interaction ( $P > 0.05$ ) treatment × evaluation cycle for the studied variables. Higher DM contents of signalgrass ( $P < 0.0001$ ) were observed in March/2019 ( $456 \text{ g kg}^{-1}$ ) and January/2020 ( $507 \text{ g kg}^{-1}$ ). The average values of NDF had less seasonal variation ( $P = 0.0015$ ), variation between  $717$  and  $775 \text{ g kg}^{-1}$  DM, throughout the evaluation cycle. While the IVDMD coefficient for signalgrass was  $436 \text{ g kg}^{-1}$  DM in April/2019, to  $547 \text{ g kg}^{-1}$  DM in August/2019 ( $P = 0.0028$ ). For leaves and fine branches of sabiá, in the November/2019 and January/2020 evaluations, respectively, the highest DM contents ( $385$  and  $416 \text{ g kg}^{-1}$ ) and IVDMD coefficients ( $311$  and  $381 \text{ g kg}^{-1}$  DM) ( $P < 0.05$ ), and lower CP ( $110$  and  $82 \text{ g kg}^{-1}$  DM) and NDF ( $568$  and  $500 \text{ g kg}^{-1}$  DM). The HA and SR decreased ( $P < 0.0001$ ) throughout the assessment cycle. ADG and GPA did not differ between treatments ( $P > 0.05$ ) (mean  $0.38 \text{ kg animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$  and  $17.89 \text{ kg ha}^{-1} \text{ 28 d}^{-1}$ , respectively), with weight loss ( $P < 0.0001$ ) in the period of low water availability. Silvopastoral systems, in the

initial growth phase of trees, do not affect the nutritive value of signalgrass, nor on the performance of crossbred Holstein × Zebu calves.

**Keywords:** arboreal legumes, grazing, ruminants, integrated systems.

## 1. INTRODUÇÃO

Nas regiões tropicais brasileiras, a produção de bovinos de corte decorre, predominantemente, do pastoreio de gramíneas exclusivas, sem nenhuma ou baixos níveis de suplementação, e forte sazonalidade na produção de forragem e, conseqüentemente, afetam na produção animal. Assim, o manejo das pastagens deve incluir a adoção de sistemas mais equilibrados entre os fatores solo × planta × animal × ambiente, os quais favoreçam a recuperação e persistência das plantas e maior produtividade pecuária (AZUARA-MORALES et al., 2020; SILVA et al., 2021a).

A integração pecuária-floresta, também conhecida como sistema silvipastoril (SSP), é um tipo de sistema integrado em que se combinam plantas lenhosas, plantas herbáceas e animais domésticos em uma mesma área (BOSI et al., 2014; HERRERA et al., 2020). A associação de gramíneas e leguminosas proporciona complementaridade em benefício tanto para pecuária, quanto para a função ecossistêmica (MUIR; PITMAN; FOSTER, 2011). Em SSPs, a absorção de nutrientes pela forragem em função da maior ciclagem, pode resultar em maior quantidade de biomassa produzida (SILVA et al., 2021a), bem como melhor valor nutritivo do pasto (HERRERA et al., 2021; LIMA et al., 2019a). Os SSPs também são capazes de fornecer sombra aos animais (PACIULLO et al., 2014; SANTOS et al., 2019), aumentando o conforto térmico dos mesmos, além de aumentam a diversificação de produtos, aumentando o potencial econômico dos mesmos (APOLINÁRIO et al., 2015; HERRERA et al., 2021; SILVA et al., 2021a). Além disso, os benefícios dos SSPs ainda incluem serviços de provisionamento, regulação, suporte e culturais (DUBEUX JR. et al., 2017), tornando esses sistemas ambientalmente responsáveis.

Quando o componente arbóreo do SSP são leguminosas, adiciona-se benefícios complementares, em função da fixação biológica de nitrogênio (FBN) (XAVIER et al., 2014), podendo fornecer uma fonte extra de proteína para os animais em pastejo (COSTA et al., 2016; SILVA et al., 2021a).

Dentre espécies com potencial de uso em SSPs, tem-se destacado a sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), por sua elevada amplitude de adaptação às diversas condições do

nordeste do Brasil, sendo capaz de fornecer não apenas forragem, além de ser potencialmente produtora de madeira (SANTOS et al., 2019; LIMA et al., 2020; COSTA et al., 2021; HERRERA et al., 2021; SILVA et al., 2021b). Entretanto, alguns sistemas integram especificamente espécies arbóreas não-leguminosa, que não fornecem necessariamente forragem, mas que podem ser colhidas em intervalos mais curtos para comercialização da madeira (DUBEUX JR. et al., 2017), sendo o *Eucalyptus* spp. uma das árvores mais comuns utilizadas em sistemas integrados de clima tropical (TONUCCI et al., 2011).

O manejo do pasto no SSP é mais complexo, quando comparado a um monocultivo, devido às interações entre seus componentes arbóreo, herbáceo, solo e animal, tornando como principal desafio para os agricultores a persistência do sistema a longo prazo (GOMES et al., 2018). Segundo Nascimento et al. (2019), o crescimento das copas das árvores reduz a luz que atinge o sub-bosque, o que leva a adaptações morfofisiológicas das plantas herbáceas, tais como aumentos da relação parte aérea/raiz, da área foliar específica e da taxa de alongamento foliar (PACIULLO et al., 2009). Entre as espécies de gramíneas tropicais que apresentam tolerância ao sombreamento, destacam-se algumas cultivares do gênero *Urochloa*, sendo a espécie *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster considerada uma das mais adaptadas para SSPs (BOSI et al., 2014; LIMA et al., 2019a, 2019b).

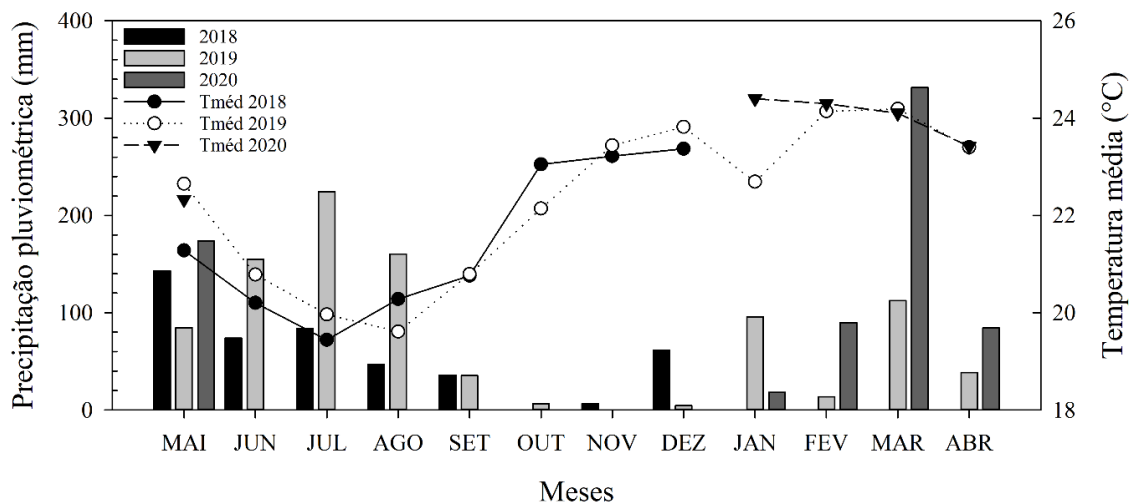
As condições edafoclimáticas onde a forrageira se desenvolve, estão intrinsecamente ligadas a composição química e a digestibilidade da forragem produzida (PACIULLO et al., 2014). Porém, o ajuste da carga animal à oferta de forragem será determinante para manter o ambiente com produtividade satisfatória, a fim que o animal expresse todo seu potencial sem comprometer a persistência do pasto (CONTE et al., 2011). Portanto, compreender as interações ecológicas entre os todos os componentes do sistema de produção é a chave para obter todos os benefícios dos SSPs (SILVA et al., 2021b).

Baseado nisto, foi testada a hipótese de que SSPs influenciam o valor nutritivo da forragem produzida e a produtividade animal. Para testar essa hipótese, dois SSPs (capim-braquiária com eucalipto ou sabiá) foram comparados entre si e com pastos de capim-braquiária em monocultivo, avaliando o valor nutritivo do capim-braquiária e da sabiá, e o desempenho de bezerros mestiços Holandês × Zebu, no Agreste de Pernambuco.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização do local**

A pesquisa foi conduzida na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizada no município de Garanhuns, Pernambuco, Brasil, no período de maio/2018 a abril/2020. Pela classificação de Köppen-Geiger, o clima é o tropical quente subúmido seco, referentes ao As', BShs' e Cs'a. A temperatura média anual oscila entre 20,1 e 22,0 °C, com precipitação anual histórica (média de 53 anos) de 866 mm (BARBOSA et al., 2016). A distribuição mensal das chuvas e as temperaturas médias durante o período experimental são descritos na Figura 1. A precipitação acumulada durante todo período experimental foi de 2.080 mm.



**Figura 1.** Precipitações pluviométricas e temperaturas médias mensais registradas durante o período experimental (maio/2018 a abril/2020).

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Amarelo, classe textural franco-argiloarenoso (SANTOS et al., 2018). Análises de solo de amostras coletadas na área experimental de 0 a 20 cm, foram analisadas pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), e incluíram: pH na água (1:2,5) 5,3; P (Mehlich-I) 2,0 mg/dm<sup>3</sup>; Na 0,06 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; K 0,19 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Ca 0,35 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Mg 0,53 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Al 0,95 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; H 4,95 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; soma de bases 1,15 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; CTC 7,05 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; V 16%; e m 46,5%.

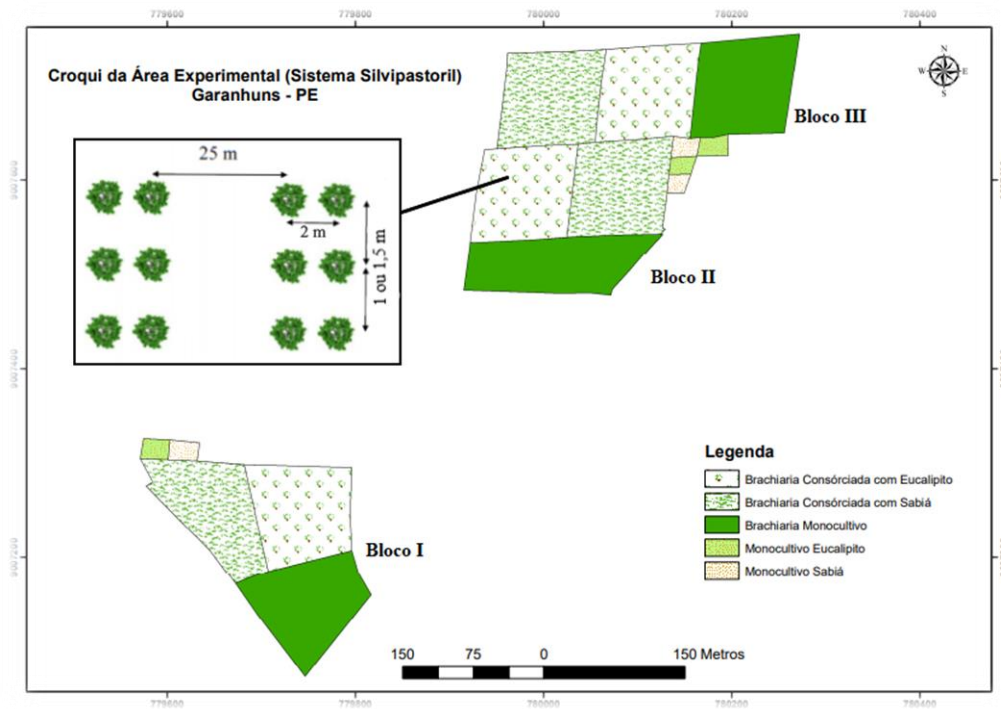
Realizou-se a correção do solo 60 dias antes do plantio (agosto/2017), utilizando calcário dolomítico [54,3% de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e 45,7% de carbonato de magnésio (MgCO<sub>3</sub>), PRNT= 90%] em área total, na ordem de 2,5 t ha<sup>-1</sup>. No momento do plantio foi realizada a adubação para as culturas de eucalipto e sabiá, respectivamente, o equivalente a 55

e 30 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> [cloreto de potássio - KCL (60% K)], 18,33 e 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> [superfosfato simples - SFS (18% P)], e 18,33 kg N ha<sup>-1</sup> [sulfato de amônio - (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (21% N e 24% S)], apenas para o eucalipto, conforme o manual de recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação, com base nas recomendações para a cultura do eucalipto e leucena (implantação da leguminosa sabiá).

## **2.2 Delineamento experimental e tratamento**

O experimento foi estabelecido em áreas da fazenda já implantadas com pastos de capim-braquiária. Os tratamentos foram constituídos por monocultivo de capim-braquiária, capim-braquiária + eucalipto (clone AEC 1528) (SSP - eucalipto), capim-braquiária + sabiá (SSP - sabiá), e monocultivo de sabiá, seguindo o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições.

Nos SSPs, as mudas das espécies arbóreas foram provenientes de viveiros credenciados, das cidades de Igarassú – PE (sabiá) e Maceió – AL (eucalipto). Foram transplantadas para covas de 15 x 15 cm, no sentido leste-oeste, em filas duplas espaçadas de 25,0 x 2,0 x 1,0 m (sabiá) e 25,0 x 2,0 x 1,5 m (eucalipto) em outubro/2017, sendo realizados alguns replantios em maio/2018, consistindo em piquetes de 1,0 ha cada. O monocultivo de sabiá consistiu em uma área de 30 x 20 m, seguindo os mesmos espaçamentos adotados nas filas duplas. As populações de eucalipto e sabiá nos SSPs foram de 400 e 600 árvores ha<sup>-1</sup>, respectivamente, e 5.000 árvores ha<sup>-1</sup> no monocultivo de sabiá. Assim, a área experimental total apresentou cerca de 9,36 ha (Figura 2).



**Figura 2.** Croqui e detalhamento das parcelas experimentais.

### 2.3 Respostas do capim-braquiária e da sabiá

Amostras de forragem verde (lâmina foliar e colmo) do capim-braquiária foram colhidas por tratamento, ao nível do solo usando seis quadrados de 0,25 m<sup>2</sup> por piquete, a cada 28 dias, enquanto amostras de folhas e ramos finos de sabiá foram coletadas de 10 plantas inteiras nos SSPs e cinco no monocultivo, a cada 56 dias, durante onze meses. Em seguida, as amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 55 °C, até peso constante. Após a secagem, foram moídas utilizando um moinho Willey Mill (Modelo 4; ThomasWiley Laboratory Mill, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ), passando por peneira de malha de 1 mm, para determinação dos teores de matéria seca (MS) (método 934,01; AOAC, 1990), proteína bruta (PB) (método 920,87; AOAC, 1990), fibra em detergente neutro (FDN), seguindo a metodologia de Van Soest et al. (1991) adaptada por Senger et al. (2008), além do coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), estimada seguindo metodologia de Tilley e Terry (1963), adaptada para o fermentador ruminal DAISY<sup>II</sup> (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY), conforme descrito por Holden (1999).

## 2.4 Manejo e respostas dos animais

Os pastejos foram realizados de março/2019, quando as árvores dos SSPs apresentavam, em média, 130 cm de altura, a janeiro/2020. Foram utilizados bezerros mestiços Holandês × Zebu com peso corporal médio no início dos pastejos de, aproximadamente,  $170 \pm 15$  kg de peso corporal (PC), os quais foram distribuídos nas parcelas de braquiária solteira e nos SSPs, sob lotação contínua com taxa de lotação variável (MOTT; LUCAS, 1952), sendo utilizados dois animais testadores por piquete. Foram oferecidos aos animais água e mistura mineral *ad libitum* em cada piquete, além de vermifugação de acordo com o protocolo da fazenda experimental.

A taxa de lotação (TL) foi calculada com base no peso metabólico (peso corporal<sup>0,75</sup>) dos animais testadores e por meio da metodologia “put-and-take”. Uma unidade animal (UA) foi considerada um animal adulto pesando 450 kg de peso vivo. O ajuste da taxa de lotação foi realizado a cada 28 dias, adotando-se o método descrito por Sollenberger et al. (2005), tendo-se como meta a manutenção de uma oferta de forragem (OF) de 3 kg MS verde kg<sup>-1</sup> PC. Sempre que a oferta se encontrava acima desse valor, eram introduzidos animais de ajuste nos respectivos piquetes. Esses animais foram bovinos mestiços, de diversas categorias, pertencentes ao rebanho da fazenda.

Os animais testadores foram pesados a cada 28 dias, após jejum de 12 horas. O desempenho dos animais foi avaliado por meio da avaliação do ganho médio diário (GMD), estimado pela diferença de peso no início e no final de cada ciclo de avaliação (28 dias). O ganho de peso por área (GPA) foi estimado multiplicando o GMD pela taxa de lotação e pelo intervalo de 28 dias, e o ganho total ha<sup>-1</sup> (GPT) foi quantificado pela soma do ganho por área em cada ciclo.

## 2.5 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo procedimento PROC MIXED do SAS (software SAS University Edition). Quando os dados não apresentavam distribuição normal, estes foram transformados para log (x) ou raiz quadrada ( $\sqrt{x}$ ). Foram considerados efeitos fixos os tratamentos (monocultivo de braquiária, monocultivo de sabiá, e SSPs – eucalipto e SSP – sabiá), ciclos de avaliação e a interação entre eles. Os blocos foram considerados efeitos aleatórios. Os ciclos de avaliação foram considerados como medidas repetidas no tempo. As médias foram comparadas pelo PDIFF do SAS ajustado por Tukey, e

as diferenças estatísticas foram consideradas significativas quando  $P \leq 0,05$ . A OF e o GPD foram submetidos a análise de variância e regressão significativa à 5% de probabilidade do erro.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Respostas do capim-braquiária

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) tratamento  $\times$  ciclo de avaliação, como também não foi observado efeito de tratamento ( $P > 0,05$ ) para as variáveis respostas do capim-braquiária (Tabela 1). Os teores de MS, PB, FDN e DIVMS variaram ( $P < 0,05$ ) em função do ciclo de avaliação (Figura 3).

**Tabela 1.** Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster em monocultivo e em sistema silvipastoril, no Agreste de Pernambuco.

Variável	Tratamento			Média	EPM
	Monocultivo braquiária	SSP - eucalipto	SSP - sabiá		
MS (g/kg <sup>-1</sup> )	342	329	329	333	0,02
PB (g/kg <sup>-1</sup> MS)	55	56	59	57	3,30
FDN (g/kg <sup>-1</sup> MS)	746	735	721	734	0,10
DIVMS (g/kg <sup>-1</sup> MS)	482	494	495	490	0,24

EPM: erro padrão da média. Médias não diferem pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Os maiores teores de MS do capim-braquiária ( $P < 0,0001$ ) foram observados em março/2019 (456 g kg<sup>-1</sup>) e janeiro/2020 (507 g kg<sup>-1</sup>), e o menor teor em agosto/2019 (211 g kg<sup>-1</sup>) (Figura 3a), coincidentemente com os períodos de menor e maior precipitação pluviométrica, respectivamente. Provavelmente as variações sazonais (Figura 1) no presente estudo, podem ter influenciado na umidade do solo, o que consequentemente interferiram no teor de MS do capim-braquiária. No entanto, o pouco sombreamento pelas espécies arbóreas no tratamento SSP – eucalipto e SSP – sabiá, não foi um fator significativo no teor de MS da gramínea, em relação ao monocultivo (média geral 333 g kg<sup>-1</sup>). Lana et al. (2016) explicaram que na produção de gramíneas à sombra, geralmente possui MS inferior em comparação a sua produção em pleno sol, ao contrário dos períodos de menos chuva, em que a forragem tenha maior produção de MS

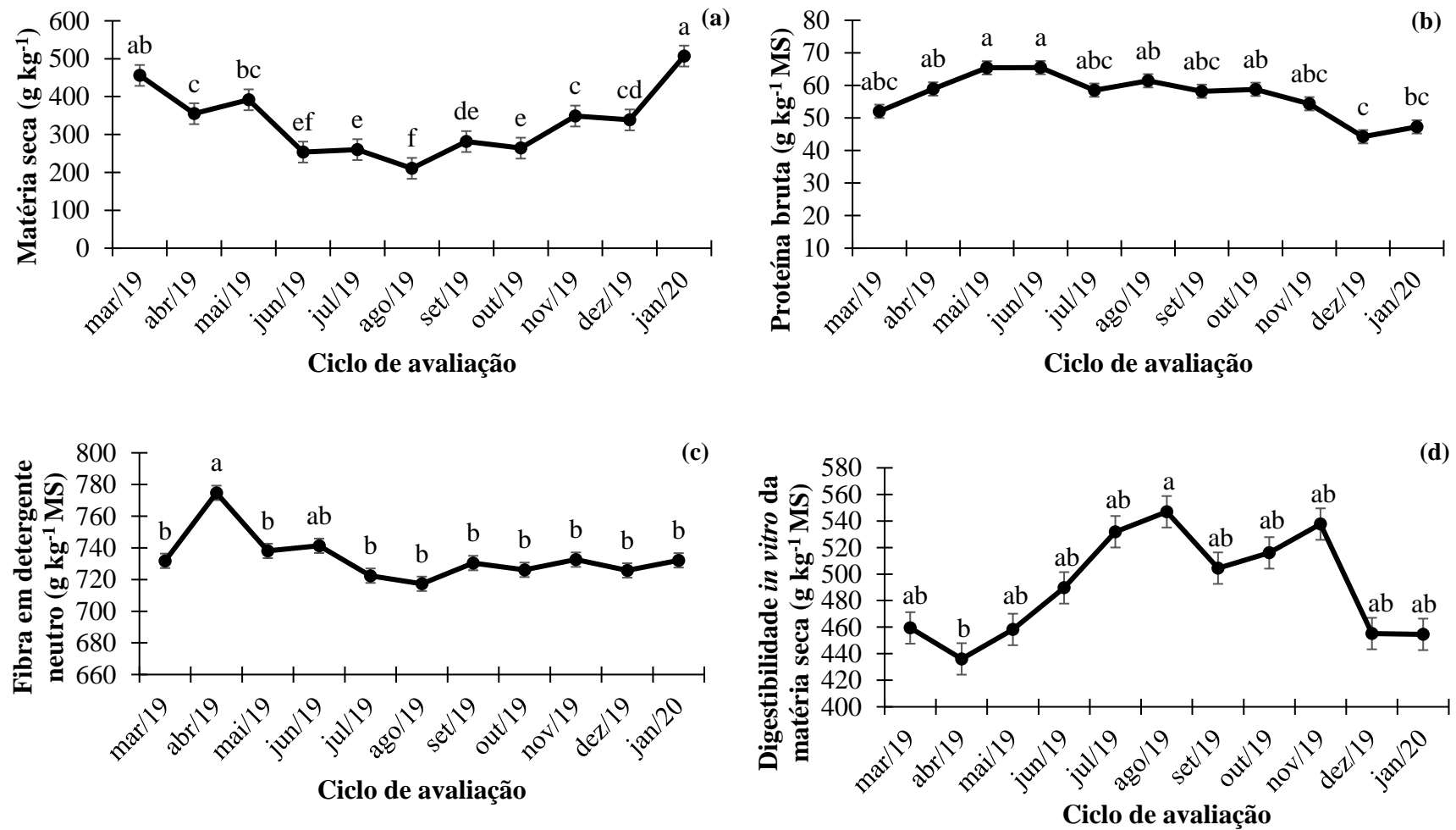


onde as árvores estão presentes, devido a variações sazonais da quantidade de água nos solos sob as árvores.

Os valores médios de PB do capim-braquiária variaram ( $P = 0,0004$ ) entre 52 e 47 g kg<sup>-1</sup> MS ao longo dos ciclos de avaliação, maiores médias observadas em maio e junho/2019 (65 g kg<sup>-1</sup> MS) (Figura 3b). O acúmulo de precipitação pluviométrica e as baixas temperaturas (mínima 18,42 °C) podem justificar o maior conteúdo de PB durante este período.

As baixas temperaturas podem fazer com que perfilhos remanescentes morram e, a partir daí, iniciar o aparecimento e crescimento de novos perfilhos, fundamentando maior concentração de PB (ARAÚJO et al., 2013), e conseqüentemente contribuir para melhor desempenho animal. Ainda, durante períodos secos, a quantidade de água na superfície do solo é baixa, o que dificulta a obtenção de nutrientes pelas raízes das plantas forrageiras (LANA et al., 2016).

Esperava-se aumento no teor da PB do capim-braquiária nos SSPs, principalmente no SSP – sabiá, pois, de acordo com Wilson (1996), em condições de sombreamento natural, há aumento da degradação da matéria orgânica e da reciclagem de nitrogênio no solo, conferindo maiores teores de PB ao pasto, especialmente quando o componente arbóreo é constituído por leguminosas fixadoras de nitrogênio. Folhas de leguminosas apresentam maior concentração de N, o que leva a maiores taxas de decomposição da serrapilheira, aumentando o N disponível para a absorção do capim (APOLINÁRIO et al., 2016).



**Figura 3.** Matéria seca (g kg<sup>-1</sup>) (a), proteína bruta (g kg<sup>-1</sup> MS) (b), fibra em detergente neutro (g kg<sup>-1</sup> MS) (c) e coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (g kg<sup>-1</sup> MS) (d) de *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco. Letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). EPM = 0,02, 3,67, 0,16 e 0,46.

Entre as variáveis estudadas, a FDN do capim-braquiária foi a que menos apresentou influência sazonal ao longo dos ciclos de avaliação ( $P = 0,0015$ ) (Figura 3c), com médias variando de 732 a 732 g kg<sup>-1</sup> MS. Em abril/2019 houve um pico da FDN de 775 g kg<sup>-1</sup> MS. Isso implica numa maior participação de colmos na forragem acumulada, devido os animais no início do pastejo (março/2019) terem preferido o componente foliar. Para Coelho et al. (2014), em geral, folhas são menos lignificadas, o que pode contribuir para diluição do teor de FDN, uma vez que os colmos concentram boa parte da fibra das plantas, aumentando o teor de parede celular.

As concentrações de FDN da maioria das espécies de gramíneas aumentam, diminuem, ou não são afetadas pela sombra nos SSPs (ARAUJO et al., 2013; PACIULLO et al., 2014, 2017; SILVA et al., 2020). Lima et al. (2019b) explicaram que o teor de FDN da forragem em SSPs não apresentam um padrão bem definido, a depender do nível de sombra. Elevados teores de FDN em condições de alta luminosidade, como ocorre em monocultivos, podem estar associados à maior proporção de tecido esclerenquimático, cujas células apresentam paredes mais espessas (DEINUM et al., 1996). Assim como também em condições de sombreamento, como ocorre em SSP, em resultado ao estiolamento da gramínea, que aumenta a participação de colmos, e conseqüentemente elevam a FDN.

A DIVMS do capim-braquiária, variou de 459 g kg<sup>-1</sup> MS a 455 g kg<sup>-1</sup> MS ( $P = 0,0028$ ) (Figura 3d). A DIVMS atingiu pico em agosto/2019 (547 g kg<sup>-1</sup> MS) após os períodos de disponibilidade hídrica, para, em seguida, decrescer, à medida que as chuvas diminuam. Para Lana et al. (2016), durante o período de seca, a forragem em geral tende a ser mais fibrosa e, conseqüentemente, menos digerível. Esse declínio também pode estar relacionado à redução de PB e principalmente pelo aumento da FDN, visto que, onde houve a maior concentração de fibra, ocorreu o menor coeficiente de digestibilidade (abril/2019).

Trabalhando com leguminosas arbóreas em SSPs em Itambé, Pernambuco, também em sistema de pastejo com lotação contínua, ciclo de avaliação a cada 28 dias e fração verde da forragem, Costa et al. (2016) relataram DIVMS média  $633 \pm 15$  g kg<sup>-1</sup> (variação de 559 a 712 g kg<sup>-1</sup>) para o pasto de capim-braquiária, superior ao estudo em questão, atribuída a melhores valores nutritivos da forragem.

### 3.2 Respostas da sabiá

Também não foram observadas interações ( $P > 0,05$ ) tratamento  $\times$  ciclo de avaliação, e efeito de tratamento para as variáveis MS, PB, FDN e coeficiente de DIVMS da sabiá, tendo sido observada diferença ( $P < 0,05$ ) apenas do ciclo de avaliação sobre as mesmas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de *Mimosa caesalpinifolia* Benth., em monocultivo e em sistema silvipastoril, no Agreste de Pernambuco.

Avaliação	MS (g kg <sup>-1</sup> )	PB	FDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	DIVMS
Março/2019	426,12 a	135,54 b	640,48 ab	262,48 bc
Maió/2019	360,04 ab	129,19 b	641,59 ab	289,69 bc
Julho/2019	297,53 b	141,17 b	649,84 ab	218,79 c
Setembro/2019	361,29 ab	161,70 a	663,59 a	224,02 c
Novembro/2019	384,77 a	110,09 c	567,71 bc	311,25 ab
Janeiro/2020	416,36 a	82,37 d	500,25 c	380,98 a
EPM	8,45	4,51	12,34	12,39

EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de letras distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Nos ciclos de novembro/2019 e janeiro/2020, onde ocorreram os menores registros de precipitação pluvial, coincidiram, respectivamente, os maiores teores de MS (385 e 416 g Kg<sup>-1</sup>) e coeficientes de DIVMS (311 e 381 g kg<sup>-1</sup> MS) ( $P < 0,05$ ), e os menores de PB (110 e 82 g kg<sup>-1</sup> MS) e FDN (568 e 500 g kg<sup>-1</sup> MS). Estes resultados podem estar relacionados com a perda de boa parte das folhas, por se tratar de uma espécie caducifólia, e redução da qualidade durante a estação seca (CASTRO FILHO et al., 2016).

Os valores de PB das folhas e ramos finos de sabiá são, normalmente, maiores do que referenciados em gramíneas, abordando, portanto, a relevância da utilização de leguminosas forrageiras como fonte de proteína extra para alimentação animal (SANTOS et al., 2017; HERRERA et al., 2021). Esses valores são superiores ao mínimo recomendado para ruminantes, em torno de 70 g kg<sup>-1</sup> de MS (VAN SOEST, 1994), fator importante para atender às exigências de manutenção dos microrganismos ruminais. No entanto, grande parte do teor

de PB presente nas leguminosas nativas é, muitas vezes, vinculada às frações fibrosas (SILVA et al., 2017), resultando em pouco aproveitamento pelos ruminantes.

Após setembro/2019, as folhas e ramos finos da sabiá apresentaram concentração de FDN menores, e DIVMS maiores, concomitante com a transição entre período das águas e período seco. Segundo Van Soest (1994), o teor de FDN tem grande influência sobre o consumo voluntário, e valores superiores a 550-600 g kg<sup>-1</sup> MS interferem negativamente no consumo e digestibilidade da forragem pelos animais. Outro fator que deve ser levado em consideração para a baixa digestibilidade das folhas e dos ramos finos de sabiá, é a presença de taninos condensados (TC) nesta espécie. Segundo Santos et al. (2017), a sabiá é uma das espécies forrageiras do semiárido brasileiro com maior conteúdo de TC (48,0 g kg<sup>-1</sup> MS). Pesquisas de Guimarães-Beelen et al. (2006) apontaram que a alta concentração de lignina e taninos condensados são o principal motivo da baixa digestibilidade de plantas forrageiras.

### 3.3 Respostas dos animais

Da mesma forma observada para as variáveis do valor nutritivo do capim-braquiária e da sabiá, não foram observados efeito de tratamento ( $P > 0,05$ ) para as variáveis oferta de forragem (OF), taxa de lotação (TL), ganho médio diário (GMD) e ganho de peso por área (GPA) (Tabela 3). Os efeitos só foram significativos ( $P < 0,05$ ) para ciclo de avaliação (Figuras 4 e 5).

**Tabela 3.** Oferta de forragem (OF), taxa de lotação (TL), ganho médio diário (GMD), ganho de peso por área (GPA), e ganho de peso total (GPT) de bezerros mestiços Holandês × Zebu em pastagens de *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster em monocultivo e em sistema silvipastoril, no Agreste de Pernambuco.

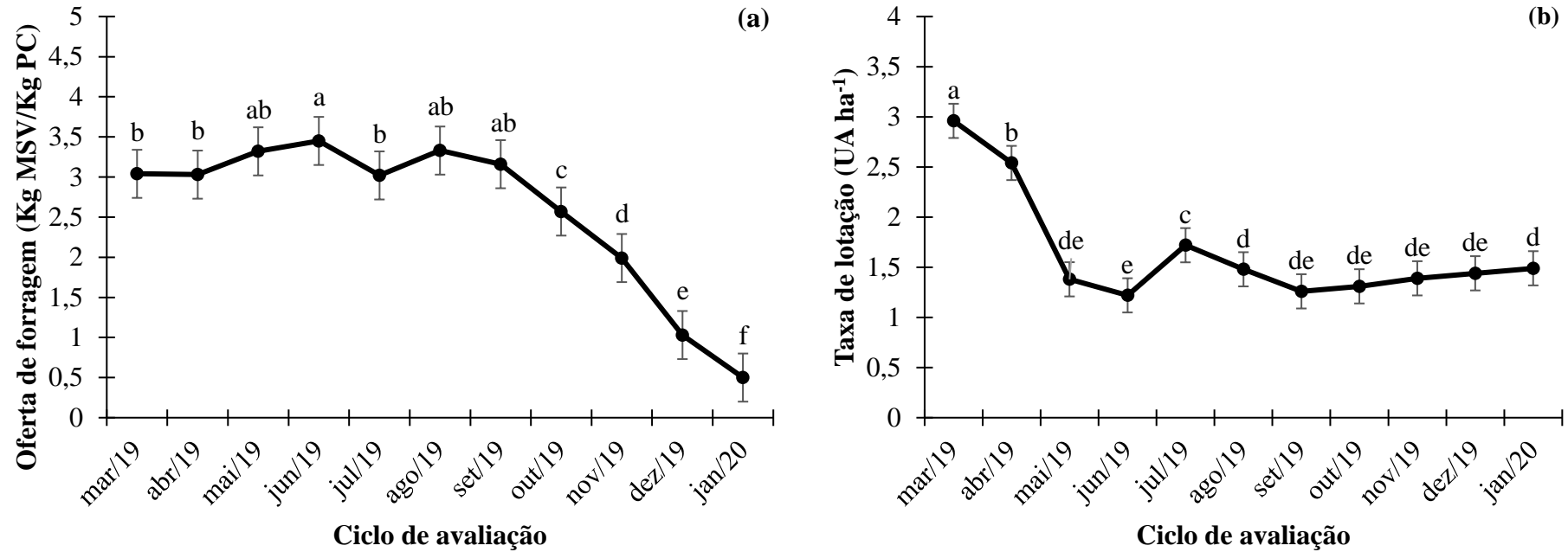
Variável	Tratamento			Média	EPM
	Monocultivo braquiária	SSP - eucalipto	SSP - sabiá		
OF (kg MSV/kg PC)	2,56	2,64	2,55	2,58	0,08
TL (UA ha <sup>-1</sup> )	1,69	1,62	1,65	1,65	0,03
GMD (kg animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0,379	0,408	0,362	0,383	0,04
GPA (kg ha <sup>-1</sup> 28 dias <sup>-1</sup> )	18,80	18,26	16,62	17,89	1,90
GPT (kg ha <sup>-1</sup> )	206,8	200,8	182,4	196,7	0,35

EPM: erro padrão da média. Médias não diferem pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

A oferta de forragem variou ( $P < 0,0001$ ) entre os ciclos de avaliação, de 3,45 kg MSV/kg PC (junho/2019) a 0,5 kg MSV/kg PC (janeiro/2020) (Figura 4a), mas não apresentou efeito de tratamento ( $P = 0,4807$ ) (média geral de 2,58 kg MSV/kg PC). A OF pretendida era de 3 kg MSV/kg PC, sendo esta atendida na maior parte do tempo durante o período experimental. As maiores OF ocorreram ao longo dos períodos de alta precipitação pluvial, que diminuiu significativamente ao decorrer dos períodos de baixa pluviosidade. Concomitante a isto, os animais testadores não foram removidos dos piquetes durante o déficit hídrico, o que contribuiu para que a OF fosse inferior ao objetivo proposto. Silva et al. (2021a) enfatizaram a importância de comparar OF semelhantes entre tratamentos em sistemas de pastejo, que é possível por meio do ajuste da lotação, com animais de reguladores (SOLLENBERGER et al., 2005).

A atual pesquisa foi realizada durante os três primeiros anos de estabelecimento dos SSPs, quando as árvores ainda estavam em fase de desenvolvimento. Para Costa et al. (2016), árvores totalmente desenvolvidas podem aumentar a competição por água, luz e nutrientes com os componentes herbáceos e reduzir a produtividade do capim-braquiária, afetando o desempenho animal. Isto ocorreu em SSP de braquiária e sabiá em Itambé, Pernambuco, com as árvores mais desenvolvidas (oito anos) apresentando maior grau de competição, sobretudo de água disponível no solo, nutrientes e luz solar, onde os animais apresentaram menores GMD e GPA, quando comparado ao SSP de braquiária e gliricídia e ao monocultivo de braquiária (SANTOS et al., 2019; SILVA et al., 2021a, b).

Vale salientar que os espaçamentos entre as filas duplas das espécies arbóreas foram de 15 m (SANTOS et al., 2019; SILVA et al., 2021a, b), 10 m a menos que na presente pesquisa, não sendo suficiente para minimizar o efeito negativo da competição entre as espécies. Assim, fica demonstrada a importância do arranjo das espécies arbóreas em consórcio nos SSPs, de maneira que torne a competição entre os diferentes componentes do sistema em níveis não prejudiciais a nenhum dos dois.



**Figura 4.** Oferta de forragem verde (kg MSV/kg PC) (a) e taxa de lotação de bezerros mestiços Holandês × Zebu (UA ha<sup>-1</sup>) (b) em pastagens de *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco. Letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). EPM = 0,10 e 0,06, respectivamente.

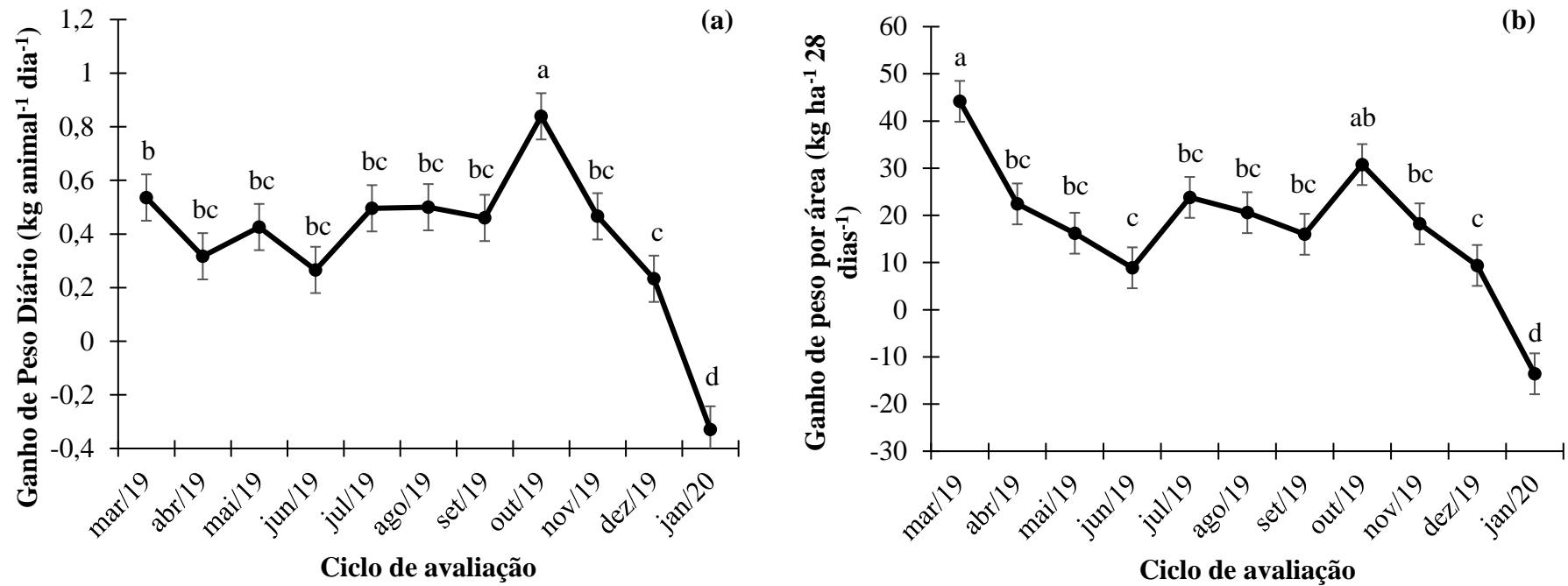
Embora as folhas da sabiá não tenham sido um componente avaliado como biomassa total da forragem, esperava-se que a deposição e decomposição de serrapilheira, bem como o microclima formado pelas filas duplas das espécies arbóreas, poderiam ter resultado em maior crescimento do capim-braquiária nos SSPs, principalmente com a espécie de sabiá. Azuara-Morales et al. (2020) atribuíram a maior massa de forragem aos possíveis efeitos benéficos que a leguminosa tem no solo e no microclima que ela cria, melhorando as condições de cultivo da gramínea.

A taxa de lotação reduziu ( $P < 0,0001$ ) ao longo dos ciclos de avaliação (Figura 4b), tendo apresentado o menor valor médio ( $1,22 \text{ UA ha}^{-1}$ ) em junho/2019, concomitante aos maiores valores de OF. Esse resultado pode ser atribuído a um pequeno intervalo de tempo (aproximadamente sete dias) que alguns animais foram diagnosticados com doença do carrapato (anaplasmosose), e obrigatoriamente foram substituídos por animais saudáveis, porém mais leves, até recuperação, o que dificultou o ajuste da TL.

Silva et al. (2021a) comparando SSPs de braquiária com sabiá ou gliricídia, em Itambé-PE, relataram menores TL ( $< 0,5 \text{ UA ha}^{-1}$ ) em todas as avaliações no SSP - sabiá, resultado da reduzida massa de forragem verde nesse tratamento, por conta da elevada competição entre a sabiá e a braquiária. O sombreamento menos intenso nos SSPs desta pesquisa, em função da fase inicial do crescimento das árvores, demonstrou que a produtividade do capim-braquiária não foi influenciada, similar aos estudos de Costa et al. (2016) que demonstraram uma taxa de lotação média de  $1,9 \pm 0,3 \text{ UA ha}^{-1}$  para todos os tratamentos, em um período de 24 meses, em três anos de estabelecimento.

O ganho médio diário (GMD) não diferiu entre tratamentos ( $P = 0,7005$ ) (média  $0,38 \text{ kg animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ), mas variou entre os ciclos de avaliação ( $P < 0,0001$ ), apresentando variação desde perda de peso ( $-0,33 \text{ kg animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ), em janeiro/2020, período de baixa disponibilidade hídrica, até  $0,84 \text{ kg animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ , em outubro/2019 (Figura 5a). Assim que os animais começaram a perder peso, estes foram retirados do pasto. Em outubro/2019 foi o período em que o capim-braquiária apresentou maiores proporções de frações verdes (lâmina foliar e colmo) e melhor relação lâmina:colmo (Capítulo 2), o que explica os maiores ganhos. Silva et al. (2020) trabalhando com sistemas em monocultivo e integrados, atribuíram maiores GMD à maior proporção de folhas e menor proporção de material senescente, menor FDN e FDA durante a estação chuvosa para todos os sistemas, corroborando com os achados desta pesquisa.

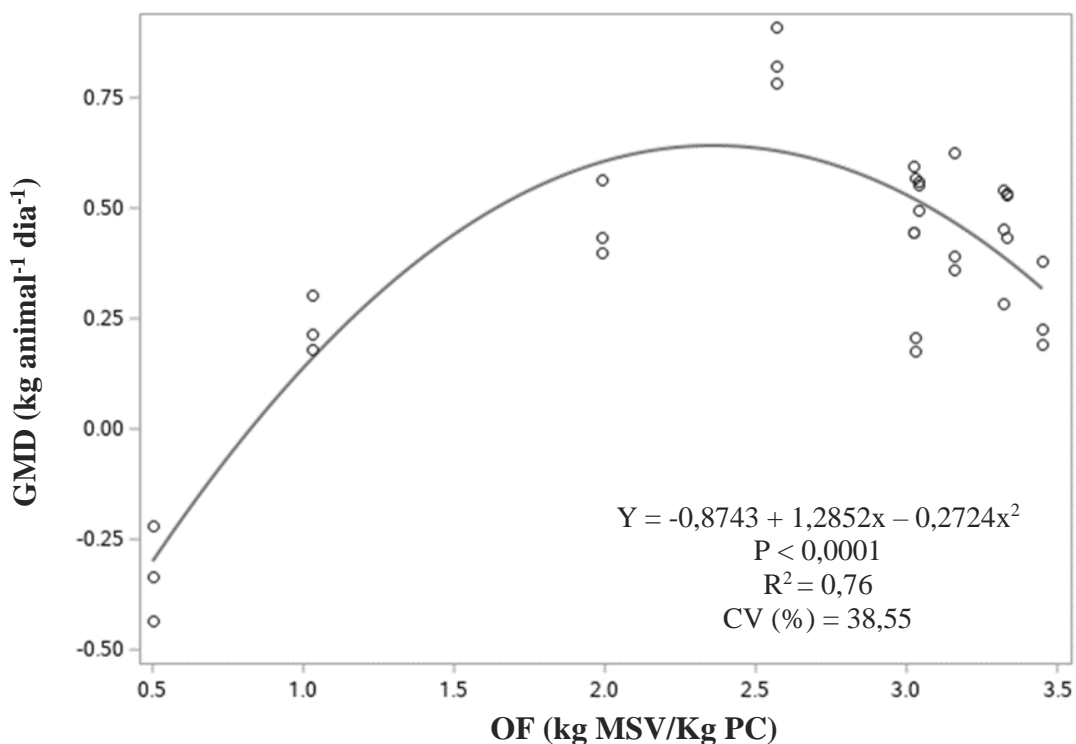




**Figura 5.** Ganho de peso diário (kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) (a) e ganho de peso por área (kg ha<sup>-1</sup> 28 dias<sup>-1</sup>) (b) de bezerros mestiços Holandês × Zebu em pastagens de *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco. Letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). EPM = 0,07 e 1,68, respectivamente.

Durante o período de avaliação, praticamente não foi observada herbivoria nas plantas de sabiá (altura média 182,1 cm). Como descrito anteriormente, a sabiá é conhecida por sua alta concentração de taninos condensados, o que não favoreceu o SSP - sabiá com aporte extra de proteína para ganho de peso. O mesmo foi relatado por Lima et al. (2020) em SSPs com leguminosas arbóreas sabiá e gliricídia na Zona da Mata de Pernambuco. Dessa forma, o capim-braquiária foi apontado como a fonte forrageira prevalecente.

Foi observado efeito quadrático ( $P < 0,0001$ ) do GPD em função da OF (Figura 6). Quando a OF de forragem era de 2,57 kg MSV/kg PC (oitavo ciclo), foi observado o maior GPD ( $0,839 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ). A partir do período em que a OF atingiu média inferior a 0,5 kg MSV/kg PC (último ciclo de avaliação), os animais começaram a perder peso. Bernardino et al. (2011) ao avaliar a produção forrageira e o desempenho de bovinos de corte pasteando sub-bosque de um sistema silvipastoril com eucalipto, adubado com fertilizante nitrogenado (0, 75 e 150  $\text{kg ha}^{-1}$  de N, na forma de ureia), e duas ofertas de forragem (10 e 15% PC) não verificaram influência nos ganhos médios individuais em função da variação na oferta de forragem.



**Figura 6.** Ganho de peso médio diário (GMD) de bezerros mestiços Holandês × Zebu em função da oferta de forragem (OF) média, em pastagens de *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster em monocultivo e em sistemas silvipastoris, no Agreste de Pernambuco. Regressão quadrática significativa à 5% de probabilidade do erro ( $P < 0,05$ ).  $R^2$  = coeficiente de determinação. CV = coeficiente de variação.

Para o ganho de peso total (GPT) (somatório dos GPA dos 11 ciclos de avaliação) também não foi observado efeito de tratamento ( $P = 0,7211$ ), obtendo média geral de  $196,7 \text{ kg ha}^{-1}$ . Mello et al. (2014) e Costa et al. (2016), relataram ganhos anuais de  $324$  e  $390 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente, nos diferentes sistemas de cultivo (monocultivo e SSPs), na Zona da Mata de Pernambuco, maiores do que este estudo em questão. Isso demonstrando o menor potencial produtivo do capim-braquiária no Agreste de Pernambuco, quando comparado com o desempenho da mesma espécie na Zona Costeira de Pernambuco. Os resultados da pesquisa de Dubeux Jr. et al. (1997) apresentaram um GPA anual de  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  em novilhas pastejando capim-braquiária em monocultivo, localizada na Zona da Mata de Pernambuco. Ainda para estes pesquisadores, na região é bastante comum que animais em pastejo percam peso sem suplementação durante a estação seca.

O ganho de peso por área (GPA) seguiu um padrão semelhante ao GMD, sem diferenças significativas entre os tratamentos ( $P = 0,7221$ ), média  $17,89 \text{ kg ha}^{-1} 28 \text{ d}^{-1}$ . Costa et al. (2016) avaliando SSPs de braquiária com sabiá ou gliricídia na fase inicial de crescimento das espécies arbóreas (3 anos), também não obtiveram diferenças no GPA entre os tratamentos, corroborando os resultados obtidos no presente trabalho que, na fase inicial de crescimento das árvores, estas ainda não são capazes de causar interferências significativas no ecossistema em estabelecimento, não sendo suficientes para promover diferenças significativas tanto nas respostas vegetais, como nas animais.

O GPA decresceu ( $P < 0,0001$ ) de  $44,17 \text{ kg ha}^{-1} 28 \text{ d}^{-1}$  (março/2019) até perda de peso por área ( $-13,59 \text{ kg ha}^{-1} 28 \text{ d}^{-1}$ ), em janeiro/2020 (Figura 5b), com leve elevação ( $30,76 \text{ kg ha}^{-1} 28 \text{ d}^{-1}$ ) no mês de outubro/2019. Mello et al. (2014) estudando o desempenho animal em monocultivo e SSPs com leguminosas arbóreas em Itambé-PE, relataram GPA variando entre os ciclos de  $7,27$  a  $63,82 \text{ kg ha}^{-1} 28 \text{ d}^{-1}$  durante um ano de avaliação, valores superiores aos obtidos no presente estudo, o que provavelmente está ligado ao maior potencial de crescimento do capim-braquiária na Zona da Mata, promovendo maiores OF, quando comparado ao agreste meridional do estado de Pernambuco. A longo prazo, acredita-se que ocorram benefícios das espécies arbóreas para a gramínea, por meio da ciclagem de nutrientes, sobretudo da leguminosa sabiá, em consequência da FBN e, para a pecuária, além de muitos outros serviços ambientais.

#### 4. CONCLUSÕES

Sistemas silvipastoris com filas duplas espaçadas de 25 m, na fase de crescimento inicial das árvores, não influenciam o valor nutritivo do capim-braquiária e da sabiá, nem o desempenho e produtividade animal, no Agreste de Pernambuco.

As condições edafoclimáticas da região de Garanhuns limitam o crescimento do capim-braquiária, de maneira que não é possível manter uma oferta de forragem de 3 kg MS verde kg PC<sup>-1</sup> ao longo do ano, independente do sistema de cultivo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Association of Official Analytical Chemists**. 15th. ed. Virginia: AOAC, 1990.
- APOLINÁRIO, V. X. O. et al. Arboreal legume litter nutrient contribution to a tropical silvopasture. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 6, p. 2478–2484, 2016.
- APOLINÁRIO, V. X. O. et al. Tree legumes provide marketable wood and add nitrogen in warm-climate silvopasture systems. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 5, p. 1915–1921, 2015.
- ARAÚJO, R. P. et al. Production and chemical composition of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk in silvipastoral system under different spacing with Eucalyptus urophylla S. T. Blake. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 90–98, 2013.
- AZUARA-MORALES, I. et al. Forage availability in a silvipastoral system having different densities of *Leucaena leucocephala* under Voisin grazing management. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 5, p. 1701–1711, 2020.
- BARBOSA, V. V. et al. Análise da variabilidade climática do município de Garanhuns, Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 09, n. 02, p. 353–367, 2016.
- BERNARDINO, F. S. et al. Produção de forragem e desempenho de novilhos de corte em um sistema silvipastoril: efeito de doses de nitrogênio e oferta de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1412-1419, 2011.
- BOSI, C. et al. Produtividade e características biométricas do capim-braquiária em sistema silvipastoril. n. 1, p. 449–456, 2014.
- CASTRO FILHO, E. S. et al. Dry matter yield and bromatological composition of gliricidia in different crop densities. **Ciência Rural**, v. 46, n. 6, p. 1038–1043, 2016.
- COELHO, J. S. et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária em sistema silvipastoril com diferentes arranjos espaciais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p. 1487–1500, 2014.
- CONTE, O. et al. Densidade, agregação e frações de carbono de um argissolo sob pastagem natural submetida a níveis de ofertas de forragem por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 579–587, 2011.
- COSTA, S. B. M. et al. Livestock performance in warm-climate silvopastures using tree legumes. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 5, p. 2026–2035, 2016.
- COSTA, S. B. M. et al. Proportion and digestibility of tree legumes in diets of grazing cattle in

a tropical silvopastoral system. **Livestock Science**, 2021.

DEINUM, B. et al. 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**, v. 44, p. 111–124, 1996.

DUBEUX JR., J. C. B. et al. Evaluation of *Brachiaria* pastures in the forest zone of Pernambuco State. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 4, p. 659–666, 1997.

DUBEUX JR., J. C. B. et al. Tree legumes: An underexploited resource in warm-climate silvopastures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 8, p. 689–703, 2017.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **World reference base for soil resources 2014: international soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps**. 106. ed. [s.l.] World Soil Resources Report, 2014.

GOMES, F. K. et al. Effects of grazing management in *brachiaria* grass-forage peanut pastures on canopy structure and forage intake. **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 9, p. 3837–3849, 2018.

GUIMARÃES-BEELLEN, P. M. G.; BERCHIALL, I. T. T.; BEELLEN, R. Influence of condensed tannins from Brazilian semi-arid legumes on ruminal degradability, microbial colonization and enzymatic activity. **Small Ruminant Research**, v. 61, p. 35–44, 2006.

HERRERA, A. M. et al. Decomposition of senescent leaves of signalgrass (*Urochloa decumbens* Stapf. R. Webster) and arboreal legumes in silvopastoral systems. **Agroforest Systems**, v. 1, 2020.

HERRERA, A. M. et al. Potential of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. and *Mimosa caesalpinifolia* Benth. in silvopastoral systems intercropped with signalgrass [*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster]. **Agroforestry Systems**, 2021.

HOLDEN, L. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 2, p. 1791–1794, 1999.

LANA, R. M. Q. et al. Productivity and nutritive value of *brachiaria* forage intercropping with eucalyptus in a Silvopastoral system in the Brazilian Cerrado biome. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 5, p. 654–659, 2016.

LIMA, H. N. B. et al. Herbage responses of signalgrass under full sun or shade in a silvopasture system using tree legumes. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 3, p. 1839–1848, 2020.

LIMA, M. A. et al. Productivity and nutritive value of *Brachiaria decumbens* and performance of dairy heifers in a long-term silvopastoral system. **Grass and Forage Science**, v. 74, n. 1, p. 160–170, 2019a.

LIMA, M. A. et al. Evaluation of a long-established silvopastoral *Brachiaria decumbens* system: Plant characteristics and feeding value for cattle. **Crop and Pasture Science**, v. 70, n. 9, p. 814–825, 2019b.

MELLO, A. C. L. et al. Pasture characteristics and animal performance in a silvopastoral system with *Brachiaria decumbens*, *Gliricidia sepium* and *Mimosa caesalpinifolia*. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 2, n. 1, p. 85–87, 2014.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. I. **The desing, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures**. Proceedings of the sixth international Grassland congress. **Anais...** Pennsylvania State College, Pennsylvania: 1952

MUIR, J. P.; PITMAN, W. D.; FOSTER, J. L. Sustainable, low-input, warm-season, grass-

- legume grassland mixtures: mission (nearly) impossible? **Grass Forage Science**, v. 66, p. 301–315, 2011.
- NASCIMENTO, H. B. L. et al. Physiological characteristics and forage accumulation of grazed Marandu palisade grass (*Brachiaria brizantha*) growing in monoculture and in silvopasture with Eucalyptus urograndis. **Crop & Pasture Science**, v. 70, p. 384–394, 2019.
- PACIULLO, D. S. C. et al. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1528–1535, 2009.
- PACIULLO, D. S. C. et al. Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass-legume pastures shaded by tropical trees. **Animal**, v. 8, n. 8, p. 1264–1271, 2014.
- PACIULLO, D. S. C. et al. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, v. 72, n. 3, p. 590–600, 2017.
- SANTOS, A. M. G. et al. Animal performance in grass monoculture or silvopastures using tree legumes. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 2, p. 615–626, 2019.
- SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- SANTOS, K. C. et al. Nutritional potential of forage species found in Brazilian Semiarid region. **Livestock Science**, v. 195, n. December 2016, p. 118–124, 2017.
- SENGER, C. C. et al. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, n. 1–2, p. 169–174, 2008.
- SILVA, I. A. G. et al. Tree legume enhances livestock performance in a silvopasture system. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 1, p. 358–369, 2021a.
- SILVA, I. A. G. et al. Tree canopy management affects dynamics of herbaceous vegetation and soil moisture in silvopasture systems using arboreal legumes. **Agronomy**, v. 11, n. 8, p. 1509, 2021b.
- SILVA, F. S. et al. Herbage accumulation, nutritive value and beef cattle production on marandu palisadegrass pastures in integrated systems. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 5, p. 1891–1902, 2020.
- SILVA, M. J. S. etc. Influence of the period of year on the chemical composition and digestibility of pasture and fodder selected by goats in Caatinga. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 3, p. 402–416, 2017.
- SOLLENBERGER, L. E. et al. Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Science**, v. 45, n. 3, p. 896–900, 2005.
- TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v. 18, n. 2, p. 104–111, 1963.
- TONUCCI, R. G. et al. Soil carbon storage in silvopasture and related land-use systems in the Brazilian Cerrado. **Journal of Environmental Quality**, v. 40, n. 3, p. 833–841, 2011.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nontarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583–3597, 1991.

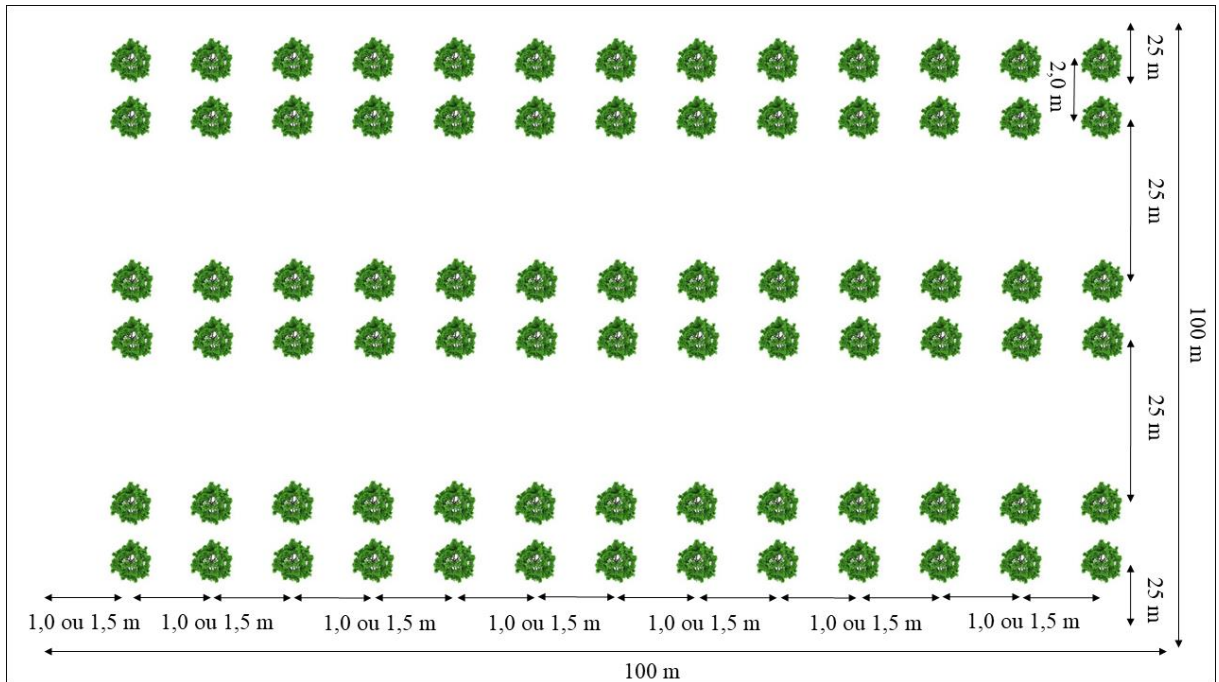
WILSON, J. R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 47, n. 7, p. 1075–1093, 1996.

XAVIER, D. F. et al. Nitrogen cycling in a Brachiaria based silvopastoral system in the Atlantic forest region of Minas Gerais , Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 99, p. 45–62, 2014.

**APÊNDICES**

---





**Figura 1.** Detalhamento da parcela de árvores consorciadas com *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster.



**Figura 2.** Parcela de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em monocultivo.





**Figura 3.** Parcela de *Eucalyptus* spp. em monocultivo.



**Figura 4.** Parcela de *Eucalyptus* spp. consorciado com *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster.





**Figura 5.** Parcela de *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster. em monocultivo no período chuvoso.



**Figura 6.** Parcela de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. consorciado com *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster durante o pastejo no período seco.