



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

**PEDRO MOUZINHO DE OLIVEIRA NETO**

**Fertilidade do solo, características produtivas e valor nutritivo de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster. e *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em monocultivo e sistema silvipastoril**

**RECIFE**

**2022**

**PEDRO MOUZINHO DE OLIVEIRA NETO**

**Fertilidade do solo, características produtivas e valor nutritivo de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster. e *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em monocultivo e sistema silvipastoril**

**Orientador (a):** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mércia Virginia Ferreira dos Santos

**Co-orientadores:** Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Alexandre Carneiro Leão de Mello e Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Evaristo Jorge Oliveira de Souza

**RECIFE**

**2022**



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

**Tese elaborada por:**

**Pedro Mouzinho de Oliveira Neto**

**Fertilidade do solo, características produtivas e valor nutritivo de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster. e *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em monocultivo e sistema silvipastoril**

**Aprovado em: 22/07/2022**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Profa. Dra. Mércia Virginia Ferreira dos Santos  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE  
(Orientadora)

---

Prof. Dr. Márcio Vieira da Cunha  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

---

Pesq. Dra. Maria da Conceição Silva  
Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA)

---

Prof. Dr. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

---

Prof. Dr. Valdson José da Silva  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais: Josenildo Leandro de Souza e Lúcia de Fátima Mouzinho de Souza, vocês são minha fortaleza, base e exemplo de seres humanos.

Aos meus avós paternos: Suzete Pinto de Souza e Joaquim Leandro de Souza.

Aos meus avós maternos (*in memoriam*): Luzia Gomes e Pedro Mouzinho de Oliveira.

Ao grande amigo (*in memoriam*): o Senhor João Melo Filho, pessoa esta que ao longo da minha vida acadêmica sempre me incentivou, acreditou em mim e me aconselhou a ir sempre em busca de todos os meus sonhos.

## AGRADECIMENTOS

Ao senhor Deus por me conceder o dom da vida, paz, saúde, conhecimento e força para poder ir em busca dos meus sonhos. Toda honra e glória a ti Senhor!

Aos meus pais Josenildo Leandro de Souza e minha mãe Lúcia de Fátima Mouzinho de Souza, por todo, carinho, apoio, compreensão e incentivo ao longo de toda minha vida. Às minhas irmãs Luzienni de Fátima e Luziete Helena, por todo carinho, amor e incentivo, ao longo da minha caminhada, vocês foram fundamentais em todo esse processo, pois nunca duvidaram da minha capacidade, acreditaram sempre e me fizeram forte em momentos de dificuldades. A Mayara Helena, por todo apoio ao longo desses anos.

A toda minha família, em especial a minha avó paterna Suzete Pinto de Souza, por todo carinho, diálogo e orações, sempre me dissestes que mesmo na distância se faria presente em minha vida através de Deus. Ao meu tio Josemar Leandro de Souza, por sempre todo carinho, diálogo e por me incentivar em diversas situações, sei que posso sempre contar com o senhor.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, por me conceder a honra de qualificação profissional. Ao Departamento de Zootecnia – DZ, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – PPGZ, por todo apoio acadêmico e científico.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), por proporcionar apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa científica.

À minha orientadora professora Mércia Virginia Ferreira dos Santos, pessoa esta que tenho enorme admiração, respeito e gratidão, pois és um exemplo de profissional. Ao longo desses anos, me fez evoluir bastante no meio acadêmico-profissional e pessoal, através de informações e conselhos, desta forma aprendi muito com a senhora. Aos professores que fazem parte do meu comitê de orientação: Alexandre Carneiro Leão de Mello, Evaristo Jorge Oliveira de Souza e Márcio Vieira da Cunha, por todo apoio e repasse de conhecimento ao longo da minha jornada científica.

Aos professores: Mario Lira (*in memorian*), Francisco Fernando de Carvalho, José Carlos Dubeux Júnior, Antônia Sherlânea, Marcelo Ferreira, Newton Stamford, Carolina Etiene, Mario Lira Junior e Thieres George Freire, por cada informação repassada, buscando sempre formar mais do que um aluno e sim um profissional de respeito e dignidade.

Aos profissionais da Fazenda Experimental da UFRPE, em Garanhuns: Paulo, Paulo Sérgio, Gilvan, Esmeraldo, Rodrigo, Luciano, José, Esmerado, Sebastião, Renato e Juscélio (professores da lida do campo), serei eternamente grato a todos vocês, por cada conselho, por todo incentivo e pela disponibilidade, pessoas estas que sempre estavam prontos a me ajudar. Aos responsáveis técnicos da Fazenda Experimental: Gilvan, Vanilson, José Luiz e Dr. Nivaldo, por todo apoio.

Aos amigos: Antônio, Fábio, Marina, Salmo, Caio, Lucas, Maikon, Pedro Henrique, Italvan, Williane, Dayane, Chislane, Lypson, Diana, Suellen, Aurielle, Diego, Jeska, Talita, Camila Lira e Elisvaldo, por todo apoio ao longo das disciplinas, execução das atividades de campo, análises laboratoriais e escrita da tese. Aos amigos tratadores e companheiros de diálogos: Edson, Esteliano, Rafaela, Sr. Pedro e Cícero, pessoas estas que contribuíram muito para o meu bem-estar emocional e profissional. Em especial, a Géssica Solanna, por todo apoio ao longo dessa jornada científica, pessoa esta que acreditou sempre em mim e no meu potencial, agradeço por todas as palavras e colaboração ao longo desses anos.

A Lídia Almeida, pessoa que tenho muita admiração e carinho, pois, sempre buscou me fortalecer. Agradeço por todo companheirismo, paciência e apoio.

Aos amigos que sempre me passaram confiança e buscavam estar sempre presente para me apoiar em momentos difíceis: João Paulo, Sérgio Filho, Jalison Barbosa, Carlos Eduardo, Neto Paiva, Rafael e Johan Miguel, por vocês tenho enorme carinho e admiração.

Eu sou grato!

**EPIÍGRAFE**

O Senhor é o meu pastor, nada me faltará. Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me mansamente a águas tranquilas. Refrigera a minha alma; guia-me pelas veredas da justiça, por amor do seu nome.

Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temeria mal algum, porque tu estás comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam. Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos, unges a minha cabeça com óleo, o meu cálice transborda.

Certamente que a bondade e a misericórdia me seguirão todos os dias da minha vida; e habitarei na casa do Senhor por longos dias.”

Sl. 23.1-6

## RESUMO

Os sistemas silvipastoris desempenham papel importante na produção pecuária. A inserção de espécies leguminosas em áreas de pastagens de gramíneas tem potencial de aumentar a eficiência na utilização dos recursos naturais, podendo contribuir na melhoria do valor nutritivo da forragem produzida, além de melhoria nas condições químicas e biológicas do solo. O presente estudo buscou avaliar altura, massa de forragem, valor nutritivo do capim-braquiária [*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster] e da sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), composição botânica do pasto, densidade de forragem e relação folha:colmo da gramínea, proporção de solo descoberto, fertilidade do solo e presença de compostos secundários da leguminosa, em diferentes sistemas de exploração, épocas e anos de avaliação. A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizada no município de Garanhuns-PE (8°58'52"S 36°27'47"W). Os tratamentos experimentais foram um sistema silvipastoril (SSP) de capim-braquiária com sabiá, além dos cultivos exclusivos de cada espécie, utilizando-se delineamento em blocos casualizados, com três repetições, ao longo dos anos de 2019 a 2021, em diferentes épocas (seca e chuvosa) de avaliação. A leguminosa foi cultivada em três fileiras duplas nas áreas de braquiária, espaçadas 2 m entre filas x 1 m entre plantas x 25 m entre fileiras, totalizando 600 plantas.ha<sup>-1</sup>. No cultivo exclusivo utilizou-se o mesmo espaçamento entre linhas e plantas, porém foi utilizado fileiras simples, totalizando assim 5.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. Os sistemas de cultivo não afetaram a altura e a massa de forragem da gramínea, as variáveis sofreram efeito de época e ano de avaliação, bem como da interação desses fatores. A altura do dossel, as massas de forragem de colmo (MFC), de material verde (MFMV), de material senescente (MFS) e massa de forragem total (MFT) de *U. decumbens* variaram entre as épocas e anos. A altura foi superior na época chuvosa em ambos os anos (49,7 cm e 50,4 cm). A maior MFC foi obtida na época chuvosa do primeiro ano de avaliação (1431 kg MS.ha<sup>-1</sup>). A MFMV foi superior na época chuvosa em ambos os anos de avaliação, por outro lado MFS foi superior no primeiro ano na época seca e na época seca do segundo ano, com 4702 e 5101 kg MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, tendo a MFT comportamento semelhante com MFS. A densidade de forragem foi superior na época chuvosa de 2019. A leguminosa desenvolveu-se mais em cultivo exclusivo (3,61 m), possuindo também maior massa de forragem nesse sistema (854 kg MS.ha<sup>-1</sup>), por outro lado, essa massa de forragem variou conforme ano e época. A composição botânica do pasto não foi afetada pelo sistema de cultivo, predominando a gramínea *U. decumbens* em todas as épocas e anos de avaliação. Os níveis de fertilidade do solo não sofreram influência do sistema de

cultivo, sendo alterado com o passar dos anos. A maior relação folha:colmo foi obtida no primeiro ano de avaliação, atingindo uma relação de 1,13. Foi observado efeito da interação ano e época para o teor de PB da gramínea, destacando-se a época chuvosa de 2019 ( $71,76 \text{ g.kg}^{-1}$ ) e a época seca de 2020 ( $73,87 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Não foi observado variação no teor de PB da forragem em relação aos sistemas de cultivo ( $P > 0,05$ ). Observou-se efeito isolado de época de avaliação para os teores de MS, EE e Celulose da gramínea, com maiores teores observados ao longo da época seca, sendo de  $393,78 \text{ g.kg}^{-1}$ ,  $20,72 \text{ g.kg}^{-1}$  e  $20,72 \text{ g.kg}^{-1}$ , respectivamente. Foi observado efeito da interação ano e época para os teores da fração MM e MO da gramínea, não diferindo entre anos na época chuvosa, variando a fração mineral de  $62,24 \text{ g.kg}^{-1}$  a  $66,64 \text{ g.kg}^{-1}$ , enquanto que a MO foi maior época seca do ano de 2019 ( $951,58 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Observou-se efeito da interação ano e época para os teores médios dos carboidratos totais, obtendo-se maiores teores na época chuvosa de 2020 ( $871,70 \text{ g.kg}^{-1}$ ) e na época seca no ano de 2019 ( $868,20 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Não foi observado efeito significativo para os teores de MS, MO, MM e Hemicelulose da leguminosa avaliada. O teor de PB da leguminosa diferiu entre a interação de anos e épocas, variando de  $162,30 \text{ g.kg}^{-1}$  na época chuvosa de 2019 a  $88,44 \text{ g.kg}^{-1}$  na época seca do mesmo ano. Em 2020, os resultados obtidos variaram de  $149,21 \text{ g.kg}^{-1}$  a  $140,24 \text{ g.kg}^{-1}$ , não diferindo entre as épocas. A FDN não sofreu influência dos sistemas de cultivo, sendo significativa a interação entre ano x época, sendo superior na época chuvosa de 2019 ( $605,48 \text{ g.kg}^{-1}$ ), em relação ao ano de 2020 e a época seca de 2019. A época seca de 2020 foi superior ao ano antecedente e a época chuvosa, possuindo  $536,12 \text{ g.kg}^{-1}$ . O teor de FDA diferiu na interação ano x época de avaliação, com menor teor encontrado na época seca de 2019. Foi percebido elevada concentração de taninos condensados na leguminosa na época seca em comparação com a época chuvosa. O valor nutritivo da gramínea e da leguminosa em avaliação não é afetado quando utiliza-se estas espécies em consórcio, por outro lado, varia ao longo dos anos e épocas de avaliação, bem como os taninos condensado da leguminosa.

**Palavras chave:** Consórcio, gramínea, leguminosa, monocultivo, massa de forragem, valor nutritivo.

## ABSTRACT

Silvopastoral systems play an important role in livestock production. The use of forage legumes in areas of pastures has the potential to increase the efficiency in the use of resources, contribute to a better nutritional value of the forage and increase production, in addition, it improves the environmental and biological conditions of the soil. The present study aimed to evaluate the height, forage mass, forage density and leaf: stem ratio, the nutritional value of signal grass [*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster] and sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.); botanical composition of the pasture, the proportion of uncovered soil, soil fertility and the presence of secondary components in the legume, in different evaluation systems, periods and years of evaluation. The research was carried out at the Experimental Farm of the Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), located in the municipality of Garanhuns-PE (8°58'52"S 36°27'47"W). The experimental treatments were a silvopastoral system (SSP) of signal grass with sabiá, in addition to monocropping systems of each species, using a randomized block design, with three replications. The experiment was carried out for two years (2019 to 2021), at different seasons (dry and rainy). The legume was grown in three double rows in the signal grass pastures, spaced 2m between double rows, 1m between plants and 25 m between each set of double rows, totaling 600 plants.ha<sup>-1</sup>. In the monocropping systems cultivation, the same spacing between rows and plants was used, however, single rows were used, totaling 5,000 plants.ha<sup>-1</sup>. The cropping systems did not affect the height and forage mass of the grass, the variables were affected by the season and year of evaluation, as well as the interaction of these factors. Canopy height, stem forage mass (SFM), green forage mass (GFM), senescent material (SM) and total forage mass (TFM) of signal grass varied between seasons and years. The height of the signal grass was higher in the rainy season in both years (49.7 cm and 50.4 cm). The greater SFM was obtained in the rainy season of the first year of evaluation (1431 kg DM.ha<sup>-1</sup>). GFM was greater in the rainy season in both years of evaluation, on the other hand, SM was greater in the first year in the rainy season and the dry season of the second year 4702 and 5101 kg DM.ha<sup>-1</sup>, respectively, with TFM having similar behavior. The forage density was superior in the rainy season of 2019. The legume tree developed more under monocropping cultivation (3.61 m), also having a greater forage mass in this system (854 kg DM.ha<sup>-1</sup>), on the other hand, this forage mass varied according to year and season. The botanical composition of the pasture was not affected by the cultivation system, predominating the signal grass in all seasons and years of evaluation. Soil fertility levels were not influenced by the cropping system, being changed over the years. The greatest leaf: stem ratio was obtained in

the first year of evaluation, reaching a ratio of 1.13. An interaction effect of the year and season was observed for the crude protein (CP) content of the grass, especially in the rainy season of 2019 (71.76 g.kg<sup>-1</sup>) and the dry season of 2020 (73.87 g.kg<sup>-1</sup>). No variation was observed in the crude protein content of the forage concerning cropping systems (P>0.05). An isolated effect of the evaluation period was observed for the contents of dry matter, ethereal extract (EE) and cellulose of the grass, with the greatest levels observed throughout the dry season 393.78 g.kg<sup>-1</sup>, 20.72 g.kg<sup>-1</sup> and 20.72 g.kg<sup>-1</sup>, respectively. An interaction effect of the year and season was observed for the contents of the mineral and organic matter fractions of the grass, not differing between years in the rainy season. The mineral fraction varied from 62.24 g.kg<sup>-1</sup> to 66.64 g.kg<sup>-1</sup>, while the organic matter was the greater in the dry season of 2019 (951.58 g.kg<sup>-1</sup>). An interaction effect between the year and season was observed for the average levels of total carbohydrates, with greater levels in the rainy season of 2020 (871.70 g.kg<sup>-1</sup>) and in the dry season in the year 2019 (868.20 g.kg<sup>-1</sup>). No significant effect was observed for the contents of dry matter, organic matter, mineral matter and hemicellulose of the legume evaluated. The crude protein content of the legume differed between the interaction of years and seasons, ranging from 162.30 g.kg<sup>-1</sup> in the rainy season of 2019 to 88.44 g.kg<sup>-1</sup> in the dry season of the same year. In 2020, the results obtained ranged from 149.21 g.kg<sup>-1</sup> to 140.24 g.kg<sup>-1</sup>, not differing between seasons. The NDF was not influenced by cropping systems, the interaction between year x season being significant, with greater NDF contents in the rainy season of 2019 (605.48 g.kg<sup>-1</sup>) compared to the year 2020 and the dry season of 2019. The dry season of 2020 was superior to the previous year and the rainy season, with an NDF of 536.12 g.kg<sup>-1</sup>. The ADF content differed in the interaction between year and season, with a lower content found in the dry season of 2019. A high concentration of condensed tannins was observed in the legume during the dry season compared to the rainy season. The nutritive value of the grass and the legume under evaluation was not affected when these species are used in the consortium, on the other hand, it varies over the years and evaluation periods, as well as the condensed tannins of the legume.

**Keywords:** Consortium, grass, legume, monocropping, forage mass, nutritional value.

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO 2 - Fertilidade do solo, altura, massa de forragem e composição botânica do pasto em diferentes sistemas de cultivo de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster e *Mimosa caesalpinifolia* Benth.**

Página:

Tabela 1. Análise do solo da área experimental, Garanhuns – PE. ....	29
Tabela 2. Altura, massa de forragem das frações: colmo (MFC), material verde (MFMV), material senescente (MFS), massa de forragem total (MFT) e densidade de forragem de <i>Urochloa decumbens</i> em diferentes épocas e anos de avaliação, Garanhuns-PE. ....	36
Tabela 3. Altura, massa de forragem total e massa de forragem acima de 1,5 m da leguminosa <i>Mimosa caesalpinifolia</i> , em diferentes anos e épocas de avaliação, Garanhuns-PE.....	43
Tabela 4. Massa de forragem até 1,5 m de <i>Mimosa caesalpinifolia</i> , em diferentes épocas, anos de avaliação e sistemas de cultivo, Garanhuns-PE.....	45
Tabela 5. Família, nome científico, nome vulgar e porte de espécies presentes na área experimental de <i>Urochloa decumbens</i> (monocultivo) e em consórcio com <i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth, Garanhuns-PE. ....	46
Tabela 6. Serrapilheira do pasto de <i>Urochloa decumbens decumbens</i> em diferentes épocas e anos de avaliação, Garanhuns-PE.....	50
Tabela 7. Avaliação dos teores Ca, Mg, K, Na, Al <sup>3+</sup> , T,SB e P no solo (0-20 cm) em pastos de <i>Urochloa decumbens</i> , em diferentes anos de avaliação, Garanhuns-PE. ....	51

### **CAPÍTULO 3 - Sistemas de cultivo e épocas do ano influenciam no valor nutritivo de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster e *Mimosa caesalpinifolia* Benth?**

Página:

Tabela 1. Análise do solo da área experimental, Garanhuns – PE.. ....	64
Tabela 2. Teor de Proteína bruta (PB), Matéria mineral (MN), Matéria orgânica (MO) e Carboidratos totais (CHOT) de <i>Urochloa decumbens</i> , Garanhuns-PE.. ....	73

Tabela 3. Extrato etéreo (EE) de *Mimosa caesalpinifolia* em diferentes sistemas de cultivo e anos de avaliação, Garanhuns-PE. ....75

Tabela 4. Teor de Proteína bruta (PB), Fibra em detergente neutro (FDN), Fibra em detergente ácido (FDA), Extrato etéreo (EE) e Carboidratos totais (CHOT) de *Mimosa caesalpinifolia* em diferentes épocas e anos de avaliação, Garanhuns-PE.....76

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### CAPÍTULO 1 – Revisão de Literatura

	Página
Figura 1. Distribuição geográfica do gênero <i>Urochloa</i> no mundo. (Adaptado de COOK et al. 2005; CARDOSO et al., 2020).....	11
Figura 2. Distribuição geográfica de <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth. no Brasil (Adaptado de Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCFlora 2012.2).....	14

### **CAPÍTULO 2 - Fertilidade do solo, massa de forragem e composição botânica do pasto de diferentes sistemas de cultivo de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.**

	Página
Figura 1. Localização geográfica da área experimental, situada no município de Garanhuns, estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. ....	29
Figura 2. Linha do tempo de atividades experimentais realizadas ao longo dos anos de 2017-2021. ....	30
Figura 3. Disposição de blocos, tratamentos da área experimental e distâncias entre plantas, filas e fileiras duplas da leguminosa, Garanhuns-PE (Google Earth Pro).....	31
Figura 4. Balanço Hídrico Sequencial de março de 2019 a junho de 2021, Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE, Garanhuns-PE.....	32
Figura 5. Distribuição dos pontos de amostragem (simples) do solo (0-20 cm) em relação às filas duplas da leguminosa <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> , em sistema silvipastoril, Garanhuns-PE. ....	35
Figura 6. Massa de forragem da lâmina foliar de <i>Urochloa decumbens</i> em diferentes em diferentes épocas de avaliação, Garanhuns-PE. ....	40
Figura 7. Massa de forragem total de <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> , em diferentes sistemas de cultivo, Garanhuns-PE.....	41
Figura 8. Altura (m) de <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth., em diferentes sistemas de cultivo, Garanhuns-PE. ....	42
Figura 9. Composição botânica do pasto de <i>Urochloa decumbens</i> ao longo de dois anos de avaliação, Garanhuns-PE.....	48

Figura 10. Composição botânica do pasto de *Urochloa decumbens* em diferentes sistemas de cultivo, em Garanhuns -PE..... 49

Figura 11. Porcentagem de solo descoberto, em diferentes anos de avaliação em pastos de *Urochloa decumbens*, Garanhuns-PE..... 50

### **CAPÍTULO 3 - Sistemas de cultivo e épocas do ano influenciam no valor nutritivo de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster e *Mimosa caesalpinifolia* Benth?**

Página

Figura 1. Disposição de blocos, tratamentos da área experimental e distâncias entre plantas, filas e fileiras duplas da leguminosa, Garanhuns-PE (Google Earth Pro)..... 66

Figura 2. Balanço Hídrico Sequencial de março de 2019 a julho de 2021, Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE, Garanhuns-PE..... 66

Figura 3. Relação folha:colmo de *Urochloa decumbens* sob pastejo em diferentes de anos de avaliação, Garanhuns-PE..... 70

Figura 4. Matéria seca (MS), Lignina (Lig), Hemicelulose (Hemi), Fibra em detergente ácido (FDA) e Celulose (Cel) de *Urochloa decumbens* sob pastejo em diferentes e anos de avaliação, Garanhuns-PE..... 71

Figura 5. Matéria seca (MS), extrato etéreo (EE) e celulose (CEL) de *Urochloa decumbens* sob pastejo em diferentes épocas de avaliação, Garanhuns-PE. .... 72

Figura 6. Teor de lignina (LIG) e celulose (CEL) de *Mimosa caesalpinifolia* em diferentes anos de avaliação Garanhuns-PE..... 75

Figura 7. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de *Mimosa caesalpinifolia* em diferentes épocas de avaliação, Garanhuns-PE. .... 78

Figura 8. Concentração de taninos condensados e fenóis totais de *Mimosa caesalpinifolia* em diferentes épocas de avaliação, Garanhuns-PE..... 79

Figura 9. Concentração de taninos condensados e fenóis totais de *Mimosa caesalpinifolia* em diferentes alturas de coleta, Garanhuns-PE ..... 79

## SUMÁRIO

Página

1. INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1: Revisão de Literatura.....	4
1. Revisão de Literatura.....	5
1.1 ECOSISTEMA DE PASTAGENS .....	5
1.2 SISTEMAS SILVIPASTORIS.....	7
1.3 <i>Urochloa decumbens</i> Stapf R. D. Webster.....	11
1.4 <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.....	13
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16
CAPÍTULO 2: Fertilidade do solo, altura, massa de forragem e composição botânica do pasto em diferentes sistemas de cultivo de <i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D. Webster e <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.....	22
Resumo .....	23
Abstract.....	25
1. INTRODUÇÃO.....	27
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.1 Localização e caracterização da área experimental.....	28
2.2 Atividades realizadas .....	30
2.3 Tratamentos experimentais.....	30
2.4 Método de pastejo.....	32
2.5 Variáveis mensuradas .....	32
2.5.1 Massa de forragem, altura de planta, densidade de forragem e presença de acúleos .....	32
2.5.2 Composição botânica do pasto, serrapilheira e solo descoberto.....	33
2.5.3 Avaliação da fertilidade do solo.....	34
2.6 Análises estatísticas .....	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
3.1 Altura e características produtivas de <i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D. Webster.....	36
3.2 Altura e características produtivas de <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.....	40
3.3 Composição botânica, serrapilheira e solo descoberto .....	45
3.4 Fertilidade do solo .....	51
4. CONCLUSÕES .....	52
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53

CAPÍTULO 3: Sistemas de cultivo e épocas do ano influenciam no valor nutritivo de <i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D. Webster e <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth?.....	57
Resumo .....	58
Abstract.....	60
1. INTRODUÇÃO.....	62
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	63
2.1 Localização e caracterização da área experimental:.....	63
2.2 Dileneamento e tratamentos experimentais .....	64
2.3 Método de pastejo.....	66
2.4 Coleta de amostras.....	66
2.5 Valor nutritivo .....	67
2.6 Compostos secundários .....	68
2.7 Análises estatísticas .....	68
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
3.1 Relação folha/colmo e valor nutritivo de <i>Urochloa decumbens</i> .....	69
3.2 Valor nutritivo de <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> .....	74
4. CONCLUSÕES .....	80
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	81

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção pecuária a pasto ocupam cerca de 26% da área total do planeta e 80% das terras agrícolas produtivas da superfície terrestre (CARDOSO et al., 2020). Além de extensas áreas de terra ocupadas, eles assumem elevada importância por se tratar de um sistema de exploração que tem como principal característica, um menor custo de produção da forragem. Por outro lado, a perda da capacidade produtiva das pastagens, resultado, sobretudo, do uso ineficiente dos recursos naturais e tomada de decisão inadequada no seu manejo, tem causado impacto direto na produtividade animal. Nesse contexto, o uso de tecnologias capazes de manter o vigor e persistência dos pastos, bem como restaurar sua capacidade produtiva é essencial para uma maior sustentabilidade e aumentar a eficiência da pecuária (SANTOS et al., 2018).

No cenário nacional, estima-se que a área de pastagens (cultivadas e nativas) é de, aproximadamente, 180 milhões de hectares, o que corresponde a 21,2% da área total do País e 75% das terras agrícolas (POLIDORO et al., 2020; MAP BIOMAS, 2021). Entretanto, deste total, cerca de 150 milhões de hectares são exploradas em monocultivo de gramíneas (ABIEC, 2019), a exemplo de espécies do gênero *Urochloa*, anteriormente denominado *Brachiaria*, que ocupa cerca de 90%, destacando-se principalmente o cultivo da *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster. (CORRÊA et al., 2020). Essa gramínea apresenta elevada adaptabilidade às diversas condições edafoclimáticas brasileiras, tolerância a solos ácidos e/ou com baixos teores de P, crescimento decumbente, alta produção de sementes viáveis e média tolerância ao sombreamento (APOLINÁRIO et al., 2015), de maneira que representa uma das principais espécies forrageiras utilizadas na produção animal a pasto no Brasil.

Em termos econômicos, a pecuária de corte representa 8,7% do produto interno bruto (PIB) brasileiro, com 20% de sua produção exportada, ocorrendo principalmente em sistemas de produção pastoril, estimando-se que cerca de 90% da atividade é realizada em áreas de pastos de gramíneas tropicais (ABDALLA FILHO et al., 2019). Isso torna o manejo das pastagens um ponto estratégico para o aumento dos índices da produção pecuária de corte no Brasil (OLIVEIRA et al., 2020).

Apesar de possuir recursos naturais significativos (como energia e água) para manter e aumentar a produção pecuária, além de tecnologias adaptadas aos nossos sistemas de produção (JANK et al., 2014), no Brasil existe cerca de 49,1 milhões de hectares de pastagens degradadas ou com algum grau de degradação (ABIEC, 2019), reduzindo a capacidade produtiva e persistência do pasto. Assim, a adoção de modelos de produção sustentáveis constitui um

importante passo para reverter o processo de degradação das pastagens e a decadência econômica dos sistemas de produção animal (PACIULLO et al., 2021).

Desta forma, se faz necessário a utilização de técnicas de produção que proporcionem o uso mais eficiente do solo. Os sistemas integrados merecem destaque nesse contexto como uma estratégia bastante promissora para atingir tais objetivos, pois possibilita combinar atividades de produção agrícola, pecuária e/ou silvicultura na mesma área, com potencial de aumentar o teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, a fertilidade do solo (GIL et al., 2015).

Dentre os sistemas integrados, os sistemas silvipastoris têm sido propostos como uma estratégia potencialmente sustentável para recuperação de pastagens degradadas, bem como para o estabelecimento de sistemas de produção mais competitivos (SARABIA-SALGADO et al., 2020). Estes sistemas se caracterizam pela exploração de espécies forrageiras herbáceas e árvores, cultivadas simultaneamente em um mesmo ambiente (COSTA et al., 2016) para consumo animal e produção de outros bens e serviços (APOLINÁRIO et al., 2015), promovendo, assim, maior eficiência na utilização dos recursos (solo, água, nutrientes, etc.), tanto espaciais quanto temporais (DUBEUX JÚNIOR et al., 2017a).

A integração de árvores em pastagens é considerada uma opção para superar esses problemas de degradação e aumentar a sustentabilidade dos sistemas pecuários (SILVA et al., 2020), sendo mais viáveis economicamente, pois podem diversificar os produtos e serviços do sistema, a exemplo da venda de madeira como fonte adicional de renda ao produtor (ESPERSCHUETZ et al., 2017). Além disso, pode proporcionar maior desempenho animal (PACIULLO et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2014). Quando a espécie integrada ao sistema se tratar de uma leguminosa, seja ela, herbácea ou arbórea, pode ocorrer o incremento da proteína bruta (PB) e a diminuição do teor de fibra na forragem (NEEL e BELESKY 2017; LIMA et al., 2019). As leguminosas arbóreas adicionam N ao sistema, o que contribui para o crescimento de gramíneas (DUBEUX JUNIOR et al., 2017a).

Dentre as diversas espécies arbustivas/arbóreas utilizadas como por exemplo a *Leucaena leucocephala* (Lam.) e a *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp, também pode-se citar a *Mimosa caesalpinifolia* Benth., leguminosa que pode ser utilizada eficientemente em sistemas silvipastoris (COSTA et al., 2016; HERRERA et al., 2021), tendo em vista que as leguminosas arbóreas apresentaram alta estabilidade em pastagens consorciadas devido ao maior tempo de vida dessas plantas, determinado pelo seu hábito de crescimento (BODEY et al., 2020). A integração de leguminosas em áreas de pastos também tem sido associada a melhores características físicas e químicas do solo, maior retenção de água no solo e redução

no escoamento superficial (ZOLIN et al., 2016). Uma vez estabelecidas, as leguminosas arbóreas costumam ser mais persistentes do que a maioria das leguminosas herbáceas (DUBEUX JÚNIOR et al., 2017a).

Apesar dos benefícios, a adoção de sistemas silvipastoris tem sido limitada pelo pouco conhecimento sobre o gerenciamento de seus componentes (LOPES et al., 2017), pois a densidade de plantio das espécies arbustivas/arbóreas, bem como o arranjo espacial pode influenciar negativamente na produtividade da gramínea explorada. Neste sentido, Santos et al. (2020) observaram que a massa de forragem total do monocultivo de Capim-braquiária foi de 5.057 kg MS.ha<sup>-1</sup>, maior do que os tratamentos silvipastoris, com média de 3.292 kg MS.ha<sup>-1</sup>.

Desta forma, se faz necessário, uma melhor compreensão das respostas produtivas de cada componente do sistema, ao longo do tempo, oferecendo oportunidades para propor medidas de intervenção e ajustes de gestão que garantam a estabilidade produtiva, econômica e sustentável do sistema (LIMA et al., 2018).

Diante do exposto, o presente estudo buscou avaliar as características produtivas e estruturais de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster. e da *Mimosa caesalpinifolia* Benth., assim como o valor nutritivo e a influência destas espécies na fertilidade do solo em diferentes sistemas de cultivo, épocas e anos de avaliação, no Agreste de Pernambuco.

## **CAPÍTULO 1**

---

### **Revisão de Literatura**

## 1. REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 ECOSSISTEMA DE PASTAGENS

As pastagens ocupam aproximadamente 3,5 bilhões de hectares em todo o globo terrestre, isso corresponde a 20% da superfície terrestre e 70% da área agrícola, desempenhando assim papel fundamental na prevenção da erosão dos solos, além de potencializar a criação de animais em todo o mundo (JING et al., 2013; JING et al., 2014; CARDOSO et al., 2020), sendo considerado a forma mais econômica e prática de produzir e oferecer alimentos para o rebanho bovino, quando comparados a outros sistemas de produção (DIAS-FILHO et al., 2015; ARAÚJO et al., 2017), como por exemplo a produção em confinamento. Porém, a capacidade de produção de pastagens está intrinsecamente relacionada às condições ambientais em que a espécie forrageira está submetida e práticas de manejo adotadas ao longo dos anos (COSTA et al., 2014).

No cenário nacional, onde os estabelecimentos agropecuários ocupam cerca 350 milhões de hectares, estima-se que há uma área de pastagem (cultivadas e nativas) de aproximadamente 180 milhões de hectares, essa área corresponde a 21,2% da área total do País (GITE-Embrapa, 2017; POLIDORO et al., 2020; MAP BIOMAS, 2021), sendo 37.012.508 localizadas na região NE do Brasil (IBGE, 2017).

Cerca de 150 milhões de hectares são exploradas em monocultivo de gramíneas (ABIEC, 2019), sendo aproximadamente 70,2% de pastagens cultivadas e aproximadamente 29,1% são de pastagens nativas (IBGE, 2017) e com taxa de lotação média em torno de 0,92 UA/ha (IBGE, 2019). Deste total, estima-se que cerca de 99 milhões de ha de pastagem cultivada é dominada por espécies do *Brachiaria*, atualmente denominado *Urochoa*, destacando-se principalmente o cultivo da espécie *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster. (CORRÊA et al., 2020).

O Brasil é considerado o detentor do maior rebanho bovino comercial do mundo, tendo ocorrido crescimento no efetivo de bovinos, que passou de cerca de 185 milhões de cabeças em 2002, 205 milhões de cabeças em 2006 para 215 milhões de cabeças em 2016 (IBGE, 2017; ABIEC, 2019), sendo o segundo maior produtor de carne do mundo (9,3 mil toneladas no equivalente em peso de carcaça). De acordo com dados da FAO/USDA (2018), é considerado o maior exportador de carne bovina mundial (ONU, 2017), tendo maior parte de seu rebanho (95%) criado a pasto, principalmente formado por espécies de gramíneas tropicais (RANGEL et al., 2016; ABDALLA FILHO et al., 2019).

Apesar da produção animal fundamentada no uso de pastagens representar uma das alternativas mais competitivas e rentáveis da pecuária brasileira, a sustentabilidade desse

sistema de produção tem sido ameaçada pela degradação das pastagens (TORRES et al., 2012), pois os solos foram utilizados sem reposição adequada de nutrientes, o que contribuiu em casos de degradação das pastagens (SANTOS et al., 2016). A degradação das pastagens tem enormes implicações econômicas (NESPER et al., 2015), devido ao alto investimento necessário para que se possa reestabelecer as condições necessárias de produtividade.

Entre as áreas de pastagens cultivadas no Brasil, estima-se que, aproximadamente, 80% encontra-se em algum nível de degradação, variando de moderado a forte, concentrando-se principalmente nas regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste (DIAS-FILHO, 2014), representando 49,1 milhões de hectares de pastagens degradadas ou em algum grau de regeneração (ABIEC, 2019), sendo considerado o principal fator responsável pela baixa capacidade de suporte dessas pastagens e um dos principais problemas da pecuária brasileira (KICHEL et al., 2011).

O processo de degradação ocorre quando a produtividade do pasto diminui, há o aumento de plantas invasoras sem interesse forrageiro e elevação das áreas de solo descoberto, diminuindo assim a capacidade de fornecer benefícios econômicos (DUBEUX JUNIOR et al., 2007). Esses elevados índices de degradação se dão especialmente pela falta de adubação de manutenção e superpastejo, principalmente em épocas de baixa precipitação pluviométrica, resultando assim, na diminuição da taxa de crescimento da gramínea, principalmente devido à deficiência de P e N no solo (BODEY et al., 2004).

No Brasil, a cada ano, cerca de oito milhões de hectares de pastagens degradadas exigem um investimento considerável para a renovação e /ou recuperação (JANK et al., 2014). A perda da capacidade produtiva das pastagens tem impacto direto na produtividade da pecuária e há um uso ineficiente dos recursos naturais. Nesse contexto, o uso de tecnologias capazes de restaurar a capacidade produtiva das pastagens é essencial para alcançar a sustentabilidade e aumentar a eficiência da pecuária (SANTOS et al., 2018).

Dentre as diversas técnicas existentes que visam a recuperação/restauração de pastagens degradadas, a adoção de sistemas silvipastoris associados a estratégias de recuperação de pastagens, é considerado uma alternativa bastante eficiente e promissora no que diz respeito à recuperação dessas áreas degradadas (DIAS-FILHO, 2011; LIMA et al., 2019), com capacidade de melhorar a sustentabilidade dos sistemas pecuários, pois esses sistemas de exploração proporcionam benefícios potenciais resultantes da interação entre os componentes (solo, planta, animal) presentes no ambiente de exploração (SILVA et al., 2020). O aumento da eficiência do uso da terra e a melhoria dos sistemas baseados em pastagens são uma prioridade na pecuária brasileira, atendendo à demanda por proteção ambiental, redução do desmatamento e abordando a intensificação sustentável (GOMES et al., 2019).

## 1.2 SISTEMAS SILVIPASTORIS

Os sistemas agroflorestais cobrem entre 200 e 357 milhões de ha na América Latina, incluindo 14 – 26 milhões de ha na América Central e 88 – 315 milhões de ha na América do Sul (PIZARRO et al., 2019). As áreas sob cultivo de sistemas integrados no Brasil corresponde a aproximadamente 17.431.533 ha (POLIDORO et al., 2020), deste total, 7% corresponde à Sistemas Silvopastoris, sistema este que é considerado um sistema agroflorestal (BOSI et al., 2022), corresponde a aproximadamente 1,2 milhões de hectares no Brasil (EMBRAPA, 2016; POLIDORO et al., 2020).

Esse sistema de exploração pecuária é considerado uma alternativa eficaz, pois associa os conceitos de produção e sustentabilidade à atividade pecuária (ARAÚJO et al., 2017), com capacidade de melhorar o desempenho animal em regiões tropicais (OLIVEIRA et al., 2014). Caracterizam-se por interações entre três componentes: árvores, pastagens e animais, o que apresenta dificuldades de manejo (LÓPEZ-DÍAZ, et al. 2009), pois buscam benefícios mútuos para cada componente (JOSÉ, et al. 2017). Os sistemas silvipastoris podem desempenhar papel importante na produção pecuária, especialmente em áreas tropicais, onde a demanda por alimentos de alta qualidade está aumentando e onde eventos extremos abióticos (mudanças na distribuição e intensidade das chuvas) prejudicam os sistemas de produção pecuária existentes (CUARTAS CARDONA et al., 2014).

A utilização de sistemas silvipastoris buscam efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, abrangendo a adequação ambiental, viabilidade econômica, como fonte adicional de renda (ESPERSCHUETZ et al., 2017; GOMES et al., 2019), através da comercialização de produtos provindos da madeira (LIRA JUNIOR et al., 2020), sendo este componente considerado um retorno econômico a longo prazo. Enquanto que a produção de pastagens para a produção animal um retorno econômico de curto prazo (LÓPEZ-DÍAZ, et al. 2009), aumentando assim a sustentabilidade do sistema de produção (JOSE; DOLLINGER, 2019).

Além de proporcionar o uso mais eficiente do solo (DUBEUX JÚNIOR et al., 2017b), esses sistemas quando comparados à cultivos exclusivos, possuem a capacidade evitar a degradação do solo em áreas de pastagens (LIRA JÚNIOR et al., 2020).

Alguns estudos afirmam que o consórcio gramínea e leguminosa pode reduzir os custos diretos com fertilizantes, aumentar o valor nutritivo e a diversificação da dieta dos animais, melhorar a disponibilidade de forragem pelo aporte de nitrogênio ao sistema por meio de sua fixação e transferência para a gramínea consorciada e aumentar também o período de utilização das pastagens (DIEHL et al., 2013).

Além do consórcio com leguminosas arbustivas/arbóreas, o sistema silvipastoril têm sido proposto como forma de intensificar os sistemas de produção animal (PACIULLO et al., 2017), visando maior sustentabilidade desses sistemas (LOPES et al., 2017). Esse sistema é uma técnica de exploração agropecuária na qual se integram árvores (arbustivas/arbóreas) com espécies de gramíneas forrageiras associados a exploração pecuária (LIRA JÚNIOR et al., 2020).

A introdução de leguminosas tende a melhorar a nutrição de ruminantes, devido à sua grande quantidade de proteína bruta e digestibilidade, o que melhora a digestibilidade da gramínea no rúmen (PEDREIRA et al., 2018). Porém, a competição entre árvores e gramíneas por recursos como luz, água e nutrientes é frequentemente relatada em sistemas silvipastoris (JOSÉ et al., 2017).

Quando comparado a um sistema sem árvores, o sistema silvipastoril proporciona redução da radiação solar e velocidade do vento e, como resultado, há redução da temperatura máxima em locais próximos às árvores e maior umidade no centro do espaçamento entre linhas (PEZZOPANE et al., 2015). Como consequência direta do sombreamento proporcionado pela inclusão de espécies arbustiva/arbórea no pasto, o componente florestal tende a melhorar o índice de conforto térmico animal e, conseqüentemente, o bem-estar animal (DOMICIANO et al., 2018), reduzindo de 20 a 27% a carga térmica radiante em áreas consorciadas de *Urochloa (sin. Brachiaria) decumbens* com espécies arbóreas nativas e exóticas (PEZZOPANE et al., 2019).

Além disso, a utilização desse sistema tem a capacidade de melhorar a qualidade da forragem e propiciar diversificação de renda para o produtor (PACIULLO et al., 2014). Esses sistemas podem ainda ofertar diversos benefícios, através de serviços ecossistêmicos, dentre eles pode-se citar o sequestro de C, flores para polinizadores, conservação da biodiversidade e redução de emissões de gases de efeito estufa (DUBEUX JÚNIOR et al., 2015).

A consorciação de leguminosas e gramíneas em condições tropicais pode resultar em melhorias, tanto para pasto como para produção animal, por seu efeito indireto sobre a biodiversidade do ecossistema de pastagens ou pelo efeito direto na dieta do animal (PINHEIRO et al., 2014), pois, estas espécies podem contribuir para manter e ampliar a fertilidade do solo através de N fixado simbioticamente, além de proporcionar uma maior cobertura da superfície através da deposição de serrapilheira (APOLINÁRIO et al., 2016).

As leguminosas arbóreas em sistemas silvipastoris têm potencial para melhorar a ciclagem de nutrientes em ecossistemas de pastagens, adicionando nitrogênio atmosférico, absorvendo nutrientes das camadas mais subsuperficiais do solo e reciclando para as camadas acessíveis, modificando o ambiente do solo sob a copa das árvores e a rizosfera, além disso

proporciona sombra mais uniforme em todo o pasto e melhora a distribuição espacial da excreta animal (DUBEUX JÚNIOR et al., 2017a), proporcionando maior aporte de matéria orgânica e outros nutrientes ao solo (CUBILLOS et al., 2016). Este fenômeno pode ser devido à deposição de nutrientes absorvidos do subsolo pela leguminosa e depositados na camada superficial do solo, após a decomposição da serrapilheira e das raízes (DIAS et al., 2007).

Os sistemas consorciados podem elevar a oferta de forragem como também o valor nutricional do material a ser consumido pelo animal (SOLORIO et al., 2016). Neste sentido, a utilização de leguminosas em pastagens torna-se uma prática que visa à melhoria da qualidade da forragem disponível no pasto, aumentando a possibilidade de atendimento das exigências nutricionais dos ruminantes (LIMA et al., 2008).

Porém, o arranjo espacial e a densidade de plantio das espécies em sistemas silvipastoris devem ser selecionados de modo que também possa manter a produtividade e a persistência da gramínea forrageira (NASCIMENTO et al., 2021) no sistema explorado, pois a competição por água e nutrientes pode levar à redução da produtividade da gramínea, afetando posteriormente a taxa de lotação (COSTA et al., 2016). A redução da intensidade luminosa para o componente herbáceo em sistemas silvipastoris pode afetar aspectos morfológicos e fisiológicos que são determinantes para a produtividade e qualidade das forrageiras (LIMA et al., 2020).

Santos et al. (2016), avaliando sistema silvipastoril (12 e 22 m entre linhas, totalizando 417 e 715 árvores.ha<sup>-1</sup>, respectivamente) no Cerrado brasileiro, relataram diminuição de 1,35% na massa de forragem para cada 1% de redução na radiação fotossinteticamente ativa, e sugeriram que o espaçamento entre linhas de eucalipto deveria ser maior que 22 m para reduzir o impacto negativo na produtividade da pastagem de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã.

Costa et al. (2016) relataram que a produção de forragem verde da gramínea foi maior quando consorciada do que quando explorada em monocultivo (2.2 vs 1.9 Mg.ha<sup>-1</sup>) ao longo das avaliações, podendo elevar assim a capacidade de suporte da área explorada. Por outro lado, dependendo da densidade de plantio das espécies arbustivas/arbóreas utilizada, pode haver maior competição por recursos (especialmente por luz e água) e limitação da produção de forragem e a produtividade geral do sistema, à medida que as árvores crescem (GOMES et al., 2019), pois a sombra proporcionada pela copa das árvores pode afetar negativamente as respostas fisiológicas das gramíneas C4 e diminuir o acúmulo de forragem, à medida que a espécie se desenvolve (ZHANG et al., 2018).

Além de desempenhar serviços ambientais como, por exemplo, a mitigação de gases do efeito estufa, através do sequestro de carbono (ADEWOPO et al., 2014), também tem sido associado a este sistema a melhoria das características físicas e químicas do solo, maior retenção de água no solo e redução no escoamento superficial (ZOLIN et al., 2016).

Outro fator benéfico atribuído à utilização de sistema silvipastoril é que, em ambientes consorciados com leguminosas, há aumentos nos estoques de C e N entre dois e quatro anos de análise e a 0 ou 4 m de distância das fileiras de, aproximadamente,  $6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  para C (40 cm de profundidade) e  $2 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  para N até 1 m de profundidade (LIRA JÚNIOR et al., 2020).

Loss et al. (2014) observaram maiores valores de diâmetro médio dos agregados (DMP) nas áreas de pastagem e silvipastoril em todas as profundidades, do que nas áreas de cultivos agrícolas. Os autores atribuíram os baixos valores de DMP na área de cultivos agrícolas ao revolvimento do solo e a falta de cobertura do solo, principalmente na época seca do ano, pela ação de pastejo e pelo déficit hídrico para rebrota. Dessa forma, no início do período chuvoso, o solo está menos protegido do impacto das gotas de chuva quando comparado às demais áreas.

Dubeux Júnior et al. (2014) realizaram coleta de solo na camada de 0-10 cm em pastagem de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* Stapf) em diferentes distâncias do caule das árvores à borda da copa das leguminosas (*Mimosa caesalpinifolia* Benth. e *Machaerium aculeatum* Raddi) e não-leguminosas (*Anacardium occidentale* L. e *Artocarpus integrifolia* L.), correspondendo a 0,6 m, 3,0 m, 6,0 m e a 9,0 m. Foi observado que sob a copa das árvores existe maior concentração de matéria orgânica, cátions trocáveis e P, em comparação com as demais distâncias avaliadas, desta forma, a copa das árvores proporciona efeito positivo na fertilidade do solo.

Apolinário et al. (2016) avaliaram sistema silvipastoril cultivado com *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp e *Mimosa caesalpinifolia* Benth., e observaram que as quantidades de N na serrapilheira foram maiores para a Gliricídia ( $105,3$  e  $108,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) do que para o Sabiá ( $87,3$  e  $98,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), ao longo dos dois períodos de avaliação (2013 e 2014). A maior concentração de N observada em março de 2013 é resultado do déficit hídrico, resultando na queda das folhas. Em média, a Gliricídia apresentou menor relação C/N (20:1) do que Sabiá (24:1), indicando provável taxa mais rápida de decomposição e liberação de nutrientes (APOLINÁRIO et al., 2015).

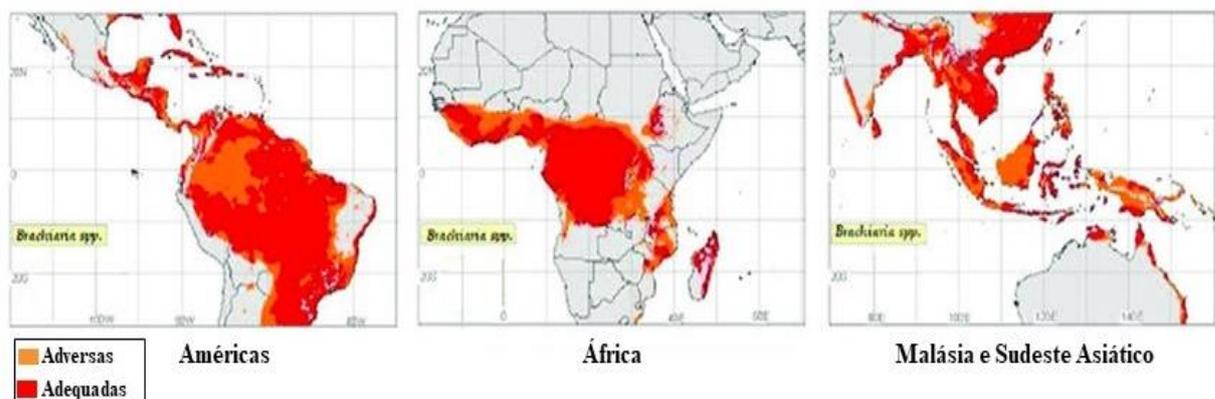
Araújo et al. (2013) avaliaram o efeito do espaçamento de plantio do Eucalipto em sistema silvipastoril sobre a produção e taxa de acúmulo de massa seca da *Urochloa decumbens*, utilizando quatro tratamentos (3 x 2, 6 x 4 e 10 x 4 m), mais o tratamento controle (ausência de árvores). Foi observado efeito na massa de forragem da *B. decumbens*, a qual que foi influenciada pelo espaçamento de plantio do Eucalipto. O somatório da massa de forragem total dos quatro cortes foi maior no tratamento controle e não se observou efeito de espaçamento, provavelmente devido a fase de crescimento em que essas árvores se

encontravam, pois não dificultava a passagem de radiação incidente no dossel forrageiro, visto que a radiação luminosa do ambiente sombreado é inferior ao ponto de compensação luminosa.

Bosi et al. (2014) avaliaram a produtividade do Capim-braquiária (*Urochloa decumbens*) sob pastejo, em sistema silvipastoril, ao longo de quatro distâncias dos renques: a dois e a seis metros do renque leste, e a dois e a seis metros do renque oeste, ao longo de diferentes ciclos de avaliação. Foi observado que a produtividade da forragem diferiu significativamente conforme as distâncias, apenas nos dois primeiros ciclos avaliativos. No ciclo 1, a posição 6 m apresentou 1.745 kg.ha<sup>-1</sup> de MS, sendo mais produtiva do que a posição 2 m, em decorrência do maior sombreamento nessa última (39%), em comparação à primeira (25%), fato este observado também no segundo ciclo de avaliação, tendo atingido 1.500 kg.ha<sup>-1</sup> MS, aproximadamente 740 kg.ha<sup>-1</sup> a mais do que na posição 2 m. Esses resultados são indicativos de que a produtividade da forragem foi afetada negativamente em sombreamentos maiores que 39%, ao longo dos 2 ciclos iniciais de avaliação.

### 1.3 *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster

As espécies do gênero *Brachiaria* (sin. *Urochloa*) são cultivadas mundialmente em regiões de climas tropicais e subtropicais (Figura 1) e são consideradas como principal fonte de forragem para ruminantes, devido a sua alta capacidade produtiva (MILLES et al., 1996; LIMA et al., 2012; JANK et al., 2014) em diversos ambientes de pastagens para exploração animal sob pastejo (PEDREIRA et al., 2017).



**Figura 1.** Distribuição geográfica do gênero *Urochloa* no mundo. (Adaptado de COOK et al. 2005; CARDOSO et al., 2020).

Este gênero abrange cerca de cem espécies catalogadas ao longo de todo o globo, várias das quais são usadas como pastagens cultivadas nos trópicos (MUTAI et al., 2016) e responsável pela maior parte dos 221 milhões de cabeças de bovinos que abastecem a demanda interna de carne e a exportação para diversos países (USDA, 2018).

A exemplo, têm-se a *Urochloa decumbens* (sin. *Brachiaria decumbens* Stapf RD Webster), que é uma gramínea de origem do continente Africano (MACHADO et al., 2020), sendo considerada a primeira espécie desse gênero a ser introduzida no Brasil, no Instituto de Pesquisa Agropecuária de Norte (IPEAN), termo que inspirou o nome do cultivar: *U. decumbens* cv. Ipean (SERRÃO; SIMÃO NETO, 1971), a qual teve seu plantio iniciado na década de 50 e seu auge foi atingido nas décadas de 70 e 80 (ZIMMER et al., 1988).

Esta espécie é considerada adaptada às condições edafoclimáticas de grande parte das áreas destinadas à exploração pecuária, viabilizando a pecuária em solos com níveis baixos de fertilidade, ácidos (BARROS et al., 2019) ou com baixo teor de P (APOLINÁRIO et al., 2015), sendo explorada na maioria dos sistemas de produção animal em monocultivo.

O potencial de acúmulo de forragem a torna uma excelente opção forrageira para sistemas de produção animal (MACHADO et al., 2020). Trata-se de uma gramínea perene, de hábito de crescimento decumbente, o que contribui para a diminuição das áreas de solo descoberto, produção de sementes viáveis e moderadamente tolerante à sombra (APOLINÁRIO et al., 2015), podendo produzir mais em níveis moderados de sombra do que em ambientes a pleno sol, em que estresses ambientais, como o déficit hídrico, podem ser maiores (PACIULLO et al., 2011).

Essas características fazem com que a *U. decumbens* seja considerada uma das gramíneas mais indicadas para utilização em sistema silvipastoril, principalmente quando estes são estabelecidos em regiões com relevo acidentados (GOBBI et al., 2009).

É uma gramínea versátil utilizada em diversas condições edafoclimáticas, é mais flexível que a maioria das forrageiras tropicais (PEDREIRA et al., 2017). Considerada uma das principais gramíneas forrageiras tropicais C4 introduzidas da África é responsável por aumentar a taxa média de lotação de 0,3 a 1 animal.ha<sup>-1</sup> nos últimos 40 anos no Brasil (VALLE et al., 2010). As pastagens brasileiras são predominantemente formadas por gramíneas do gênero *Brachiaria* (sin. *Urochloa*) e são caracterizadas por alta variabilidade espacial quanto à estrutura do dossel, cobertura do solo e relevo em todo território nacional (BRETAS et al., 2021).

A *U. decumbens* é moderadamente tolerante a condições de sombreamento natural (LIMA et al., 2019; LOPES et al., 2017), dentre as espécies de gramíneas tropicais da via fotossintética C<sub>4</sub> que apresentam tolerância média ao sombreamento, destacam-se algumas cultivares de *Brachiaria* e *Panicum*, sendo a *U. decumbens* considerada uma das mais adaptadas para Sistemas Silvopastoris, principalmente aquelas estabelecidas em regiões de topografia montanhosa (GOBBI et al., 2009). No entanto, a presença de árvores provoca alterações no microclima do sub- bosque, onde ocorre o cultivo de forrageiras (SANTOS et al.,

2016), à medida que as árvores crescem, elas reduzem progressivamente a radiação fotossinteticamente ativa para a área inferior, afetando assim a produtividade do pasto (ABRAHAM et al., 2014). Diante disso, afirma-se que na maioria das gramíneas tropicais, a diminuição do rendimento sob sombra é aproximadamente proporcional à quantidade de sombreamento, desde que a água e os nutrientes não sejam limitantes (PACIULLO et al., 2021).

Estudo realizado por Costa et al. (2016) em sistema silvipastoril em região subúmida do Nordeste brasileiro, composto por capim-braquiária e leguminosas arbóreas (2.500 plantas.ha<sup>-1</sup>), foi verificado que *U. decumbens* em monocultivo apresentou maior massa total de forragem em alguns meses do ano, em comparação com o sistema silvipastoril. A média de todas as 24 avaliações também indicou maior ( $p \leq 0,05$ ) massa total de forragem para monocultivo de Capim-braquiária (5091 kg MS.ha<sup>-1</sup>), em comparação com as áreas consorciadas (capim-braquiária + sabiá e capim-braquiária + glicíndia) (3964 kg MS.ha<sup>-1</sup>). Gómez et al. (2013) estudaram *U. decumbens* sob três níveis de sombreamento (70, 50 e 0%), na Venezuela, e constataram que a produtividade final da pastagem diminuiu 34% com o sombreamento de 50%, e 57% com 70% de sombreamento.

No entanto, a utilização de sistema silvipastoril tende a beneficiar o valor nutritivo da gramínea, sobretudo quando a espécie arbórea é uma leguminosa. Lima et al. (2018) avaliaram em áreas de Sistema Silvipastoril estruturado em faixas de 30 m de largura com a *Urochloa decumbens* Stapf. cv. Basilisc e alternado com fileiras de árvores de 10 m, onde o componente arbóreo era composto pelas espécies *Eucalyptus grandis*, além das leguminosas arbóreas *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana*. Foi observado que nos sistemas consorciados a proteína bruta (PB) variou de 109 e 128 g.kg<sup>-1</sup>, enquanto que nas áreas de monocultivo de *Urochloa decumbens* este teor de proteína variou de 87 e 96 g.kg<sup>-1</sup>, ao longo dos dois anos de avaliação, ocorrendo incremento proteico de 25% e 33% na concentração de PB no sistema silvipastoril.

#### **1.4 *Mimosa caesalpinifolia* Benth.**

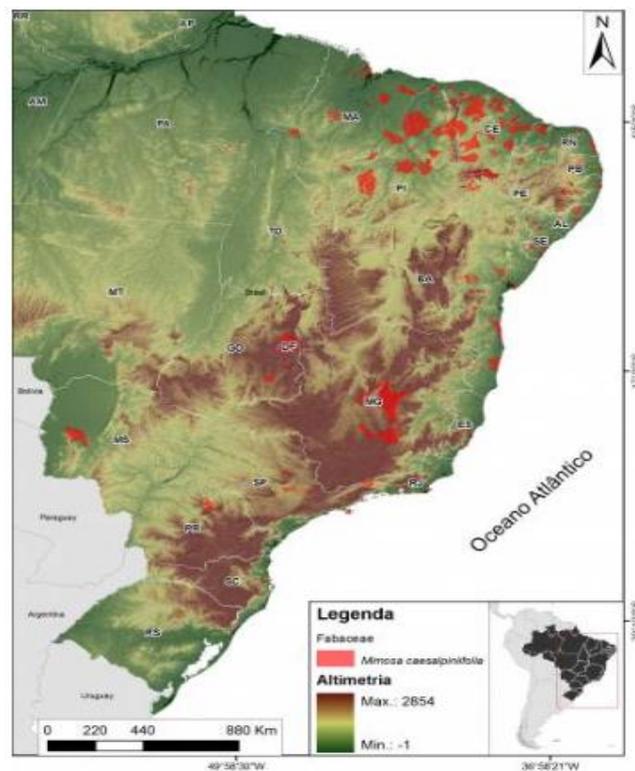
A espécie Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) pode ser utilizada eficientemente em sistema silvipastoril (APOLINÁRIO et al., 2016; COSTA et al., 2016), trata-se de uma planta da família Fabaceae (EMBRAPA, 2007), possui o potencial de produzir estacas de interesse comercial, podendo dobrar a renda anual (500 – 600 US\$ ha<sup>-1</sup>) da produção pecuária em áreas consorciadas com *Urochloa decumbens* Stapf. em regiões sub úmidas no nordeste do brasileiro (APOLINÁRIO et al., 2015).

As maiores árvores podem atingir até 10 m de altura e 30 cm de DAP (diâmetro à altura do peito, 1,30 m acima do solo), com uma copa larga, ramificada e que apresenta acúleos ao longo do seu caule e ramos, sua faixa natural se estende de 2°30'S a 15°20'S (PODADERA et al., 2015).

Trata-se de uma forrageira arbustivo/arbórea, com elevada produção de flores e sementes, que contribui na composição da dieta de bovinos, caprinos e ovinos, mas apresenta, grande diversidade morfológica a respeito da quantidade de acúleos, variando de totalmente ausente até muito acúleos (LIMA et al., 2008), fato este que dificulta a apreensão e, posteriormente, o consumo pelos animais.

É considerada uma espécie nativa e endêmica do Brasil, possui um sistema radicular bem desenvolvido, podendo atingir cerca de 6 m, adaptada às condições ambientais limitantes (CARVALHO et al., 2004), o que possibilita aproveitar a umidade do solo em camadas mais profundas.

Ocorre naturalmente nos Estados do Rio Grande do Norte, Maranhão, Pernambuco, Piauí, Paraíba, Sergipe e Ceará (Figura 2), principalmente na região da Caatinga (RIBASKI et al., 2003; CARVALHO, 2007; DUTRA e MORIM, 2012).



**Figura 2.** Distribuição geográfica de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. no Brasil. (Adaptado: Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCFlora 2012.2).

Trata-se de uma espécie que é capaz de fixar nitrogênio biologicamente por meio da simbiose entre as suas raízes e as bactérias do gênero *Rhizobium*, podendo fixar biologicamente até de 163 kg N.ha<sup>-1</sup> (APOLINÁRIO et al., 2015). Fernandes et al. (2006) afirmam que em

áreas de bosque de *Mimosa caesalpiniiifolia* esta espécie tem a capacidade de fixar N<sub>2</sub> atmosférico na ordem de 177 kg N.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, além disso, pode depositar cerca de 3,90 kg P.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, por meio da deposição de material vegetal ao longo do ano. Por outro lado, esta espécie possui em sua morfologia a presença de acúleos em seus ramos, bem como, consideráveis concentrações de compostos antinutricionais (ALVES et al., 2011; COSTA et al., 2016), tais como taninos condensados, estes fatores podem afetar a aceitabilidade dos animais no consumo voluntário desta espécie (CAMPOS et al., 2009).

Esta espécie apresenta elevado potencial para exploração, tais como: cerca viva, biocombustível, flora apícola, curtimento de couros, purificação de água, e tingimento de tecidos (DUBEUX JÚNIOR et al., 2017), estacas com elevado valor no mercado (LIMA et al., 2018), por possuir alta resistência físico-mecânica e ter elevado poder calorífico (DRUMOND et al., 1999), variando de 17,11 a 17,65 MJ.kg<sup>-1</sup> MS, variação essa condicionada pelo diâmetro de planta e/ou época de avaliação (APOLINÁRIO et al., 2015).

Esta leguminosa tem potencial para ser utilizada como forrageira, por apresentar elevado teor proteico, podendo atingir concentrações de proteína bruta em suas folhas que variam de 51 a 62 g.kg<sup>-1</sup> (SILVA et al., 2021) e chegando a atingir 247 g.kg<sup>-1</sup> de proteína bruta (APOLINÁRIO et al., 2015), podendo ser utilizada também como suplemento alimentar nos períodos de escassez, quando fenada (VIEIRA et al., 2005). Apresenta elevado teor de matéria seca (MS) e lignina, onde em sistemas consorciados foi obtido 427 g.kg<sup>-1</sup> (HERRERA et al., 2021) e 176 g.kg<sup>-1</sup> MS (HERRERA et al., 2020), respectivamente, sendo estes resultados influenciados pelo processo de caducifolia da espécie vegetal, quando as plantas perdem suas folhas durante a estação seca (CASTRO FILHO et al., 2016).

Resultados de diversos estudos têm indicado suas potencialidades para aumentar as propriedades químicas e físicas do solo, Fernandes et al. (2006) que demonstraram em áreas de floresta de sucessão secundária espontânea, ocorreu deposição anual de 149,81 kg N.ha<sup>-1</sup> e 3,00 kg P.ha<sup>-1</sup>, enquanto que o bosque de *Mimosa caesalpiniiifolia* foi superior devido à capacidade das leguminosas em fixar N<sub>2</sub>, depositando 177 kg N.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 3,90 kg P.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Além disso, estudos realizados por Lima et al. (2018) reportaram que atributos físicos do solo são melhorados com a presença de Sabiá em sistema silvipastoril com *U. decumbens*, em que a infiltração de 336 mm.h<sup>-1</sup> é 44% mais rápida do que no monocultivo da gramínea. Apolinário et al. (2016) em estudos realizados em áreas de sistemas silvipastoril na região sub úmida do Nordeste brasileiro, observaram deposição de serrapilheira de Sabiá e Gliricídia entre 0,4 a 2,7 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

## 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA FILHO, A. L. et al. Fiber fractions, mul-tielemental and isotopic composition of a tropical C4 grass grown under elevated atmospheric carbon dioxide. **Peer J**, v.7, p. 5932, 2019.

ABIEC Perfil da pecuária no Brasil. (2019) In: Beef Rep. <http://www.abiec.com.br/control/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>.

ALVES, A.R. et al. Consumo e digestibilidade do feno de sabiá por caprinos e ovinos suplementados com polietilenoglicol. **Revista Caatinga**, v.24, p.152-157, 2011.

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

APOLINÁRIO, V.X.O. et al. Tree Legumes Provide Marketable Wood and Add Nitrogen in Warm-Climature Silvopasture Systems. **Agronomy Journal**, v.107, p.1915-1921, 2015.

ARAÚJO, S. A. C. et al. Growing tropical forage legumes in full sun and silvopastoral systems. *Acta Scientiarum*. **Animal Sciences**, v.39, p.27-34, 2017.

BODDEY, R.M. et al. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.103, p.389-403, 2004.

BODDEY, R.M. et al. Forage legumes in grass pastures in tropical Brazil and likely impacts on greenhouse gas emissions: A review. **Grass and Forage Science**, v.75, p.357-371, 2020.

BRETAS, I.L. et al. Prediction of aboveground biomass and dry-matter content in brachiaria pastures by combining meteorological data and satellite imagery. **Grass and Forage Science**, v.76, p.340-352, 2021.

CAMPOS, G.M. et al. Growth performance of hair sheep at pasture, supplemented with tropical legume (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) rich in condensed tannins. In: T.G. Papachristou Z.M. Parissi H. Ben Salem P. Morand-Fehr, editors, Nutritional and foraging ecology of sheep and goats. CIHEAM/FAO/NAGREF, p.181-184, 2009.

CARDOSO, A.S. et al. Intensification: a key strategy to achieve great animal and environmental beef cattle production sustainability in *Brachiaria* grasslands. **Sustainability**, v.12, p.6656, 2020.

CARVALHO, P. E. R. Sabiá - *Mimosa caesalpiniiifolia* Colombo: EMBRAPA (Circular Técnica, 135), 2007.

CASTRO FILHO, E.S. et al. Dry matter yield and bromatological composition of gliricidia in different crop densities. **Ciência Rural**, v.46, p.1038-1043, 2016.

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

CNCFlora. *Mimosa caesalpiniiifolia* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Mimosa caesalpiniiifolia](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Mimosa-caesalpiniiifolia)>. Acesso em 30 maio 2022.

COOK, B.G.; PENGELLY, B.C.; BROWN, S.D.; DONNELLY, J.L.; EAGLES, D.A.; FRANCO, M.A.; HANSON, J.; MULLEN, B.F.; PARTRIDGE, I.J.; PETERS, M.; et al. Tropical Forages: An Interactive Selection Tool; [CD-ROM], CSIRO, DPI and F(Qld), CIAT and ILRI: Brisbane, Australia, 2005.

CORRÊA, C. T. R. et al. GISH-based comparative genomic analysis in *Urochloa P. Beauv.* **Molecular Biology Reports**, v.47, p.887-896, 2020.

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

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, p.76-94, 2014.

CUBILLOS, A.M. et al. 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, p.42-50, 2016.

DIAS, P.F. et al. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim *Survenola* crescido em consórcio. **Ciência Rural**, v.37, p.352-356, 2007.

DIAS-FILHO, M.B., 2011. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 2011.

DIAS-FILHO, M.B. Diagnóstico das Pastagens no Brasil. Embrapa Amazônia Oriental (Documentos, 402), p.38, 2014.

DOMICIANO, L.F, et al. Performance and behaviour of Nellore steers on integrated systems. **Animal Production Science**, v.58, p.920-929, 2016.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Soil characteristics under legume and non-legume tree canopies in signalgrass (*Brachiaria decumbens*) pastures. **African Journal of Range & Forage Science**, v.31, p.37-42, 2014.

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

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Sustainable intensification of livestock production on pasture. **Archivos Latinoamericanos Producción Animal**, v.25, p.97-111, 2017b.

DUTRA, V.F.; MORIM, M.P. *Mimosa* in Lista de Espécies da Flora do Brasil, Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB023084>>.

EMBRAPA, 2016. ILPF em números. (Accessed 11.10.2020). <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1064859/ilpf-em-numeros>.

ESPERSCHUETZ, J. et al. The potential of *L. scoparium*, *K. robusta* and *P. radiata* to mitigate N losses in silvopastoral systems. **Environmental Pollution**, v.225, p.12-19, 2017.

FERNANDES, M.M. et al. Aporte e decomposição de serrapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na flora Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, v.16, p.163-175, 2006.

GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop–livestock–forestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture Ecosystem and Environment**, v.199, p.394-406, 2015.

GITE (2017). Atribuição das Terras no Brasil. Campinas, SP: Grupo de Inteligência Territorial Estratégica (GITE/Embrapa). Available in [https://www.embrapa.br/gite/projetos/atribuicao/170602\\_WEB\\_EMBRAPA\\_ATRIBUICAO\\_DAS\\_TERRAS.pdf](https://www.embrapa.br/gite/projetos/atribuicao/170602_WEB_EMBRAPA_ATRIBUICAO_DAS_TERRAS.pdf)

GOBBI, K. F. et al. Morphological and structural characteristics and productivity of *Brachiaria* grass and forage peanut submitted to shading. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1645–1654, 2009.

GOMES, F. J., et al. Shading effects on Marandu palisadegrass in a silvopastoral system: Plant morphological and physiological responses. **Agronomy Journal**, v.111, p.1-9, 2019.

HEWINS, D.B. et al. Grazing and climate effects on soil organic carbon concentration and particle-size association in northern grasslands. **Scientific Reports**, v.8, p.1-9, 2018.

IBGE (2019). Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Available in [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro\\_2017\\_resultados\\_definitivos.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf).

IBGE/SIDRA. Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: [https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo\\_agropecuário/censoagropecuário-2017](https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo_agropecuário/censoagropecuário-2017).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -IBGE.Censo Agropecuário 2017.Disponível em: [https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/index.html](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html)<

JANK, L. et al. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop and Pasture Science**, v.65, p.1132-1137, 2014.

JING, Z. et al. Changes in plant community composition and soil properties under 3-decade grazing exclusion in semiarid grassland. **Ecological Engineering**, v.64, p.171-178, 2014.

JOSE, S.; WALTER, D.; MOHAN KUMAR, M. Ecological considerations in sustainable silvopasture design and management. **Agroforestry System**, v.93, p.317-331, 2017.

JOSE, S.; DOLLINGER, J. Silvopasture: A sustainable livestock production system. **Agroforestry Systems**, v.93, p.1-9, 2019.

KICHEL, A.N.; SOARES, C.O.; BUNGENSTAB, D.J. Recuperação de pastagens degradadas com uso de sistemas de integração e o potencial agropecuário no Mato Grosso do Sul. In: BUNGENSTAB, D. J. (Org.) Sistemas de integração lavoura-pecuária floresta: a produção sustentável. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte. p.1-12, 2011.

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, p.160-170, 2019.

LIMA, I.C.A.R.; LIRA, M.A.; MELLO, A.C.L. Avaliação de sabiazeiro (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) quanto a acúleos e preferência por bovinos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, p.289-294, 2008.

LIMA, I.C.R. et al. Avaliação de sabiazeiro (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) quanto a acúleos e preferência por bovinos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.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, p.160-170, 2019.

LIRA JÚNIOR, M.A. et al. Legume-based silvopastoral systems drive C and N soil stocks in a subhumid tropical environment. **Catena**, v.180, p.1-8, 2020.

LOPES, C. M. et al. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, p.225-233, 2017a.

LÓPEZ-DÍAZ, M.L. et al. Influence of pasture botanical composition and fertilization treatments on tree growth. **Forest Ecology and Management**, v.257, p.1363-1372, 2009.

MACHADO, V.D. et al. Grazing management strategies for *Urochloa decumbens* (Stapf) R. Webster in a silvopastoral system under rotational stocking. **Grass and Forage Science**, v.75, p.266-278, 2020.

MELO, L. A. et al. Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. produzidas em diferentes volumes de recipientes. **Ciência Florestal**, v.28, p.47-55, 2018.

MILES, J.W.; B.L. MAASS; C.B. VALLE. *Brachiaria*: Biology, Agronomy and Improvement. International Center of Tropical Agriculture, Cali, Colombia. CIAT/ EMPRAPA-CNPQC. 1996.

MUTAI, C.; NJUGUNA, J.; GHIMIRE, S. Brachiaria grasses (*Brachiaria* spp.) harbor a diverse bacterial community with multiple attributes beneficial to plant growth and development. **Microbiology Open**, v.6, p.1-11, 2017.

NASCIMENTO, H.L.B. et al. Herbage accumulation, canopy structure and tiller morphology of marandu palisadegrass growing in open pasture and in silvopasture. **Agroforestry Systems**, v. 95, p.339-352, 2021.

OLIVEIRA, C.C.D. et al. Performance of Nelore heifers, forage mass, and structural and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* grass in integrated production systems. **Tropical Animal Health and Production**, v.46, p.167–172, 2014.

OLIVEIRA, P.P.A. et al. Greenhouse gas balance and carbon footprint of pasture-based beef cattle production systems in the tropical region (Atlantic Forest biome). **Animal**, v.14, p.427-443, 2020.

PACIULLO, D.S.C.; PIRES, M.F.A.; MÜLLER, M.D. Opportunities and challenges of integrated systems in animal production: Emphasis on silvopastoral systems. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, v.25, p.25-35, 2017.

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, p.1176-1183, 2011.

PACIULLO, D. S. C. et al. Pasture and animal production in silvopastoral and open pasture systems managed with crossbred dairy heifers. **Livestock Science**, v.245, p.1-9, 2021.

PEDREIRA, C.G.S.; BRAGA, G.J.; PORTELA, J.N. Herbage accumulation, plant-part composition and nutritive value on grazed signal grass (*Brachiaria decumbens*) pastures in response to stubble height and rest period based on canopy light interception. **Crop Pasture Science**, v.68, p.62-73, 2017.

PEREIRA, T. P. et al. Caracterização e atividade biológica de taninos condensados de leguminosas forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53, p.1070-1077, 2018.

PEZZOPANE, J.R.M. et al. Microclimate and soil moisture in a silvopastoral system in southeastern Brazil. **Bragantia**, v.74, p.110-119, 2015.

PEZZOPANE, J.R.M. et al. Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. **Journal of Thermal Biology**, v.79, p.103-111, 2019.

PINHEIRO, A.A. et al. Produção e valor nutritivo da forragem, e desempenho de bovinos Nelore em pastagem de capim-Tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com estilosantes Campo Grande. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, p.2147-2158, 2014.

PIZARRO, D. et al. Assessment of silvopasture systems in the northern Peruvian Amazon. **Agroforestry Systems**, v.94, p.173-183, 2020.

PODADERA, D.S. et al. Influence of removal of a non-native tree species *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. on the regenerating plant communities in a tropical semideciduous forest under restoration in Brazil. **Environmental Management**, v.56, p.1148-1158, 2015.

POLIDORO, J.C. et al. The impact of plans, policies, practices and technologies based on the principles of conservation agriculture in the control of soil erosion in Brazil. **Authorea Preprints**, p.553-558, 2020.

- RIBASKI, J. et al. Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) Árvore de Múltiplo uso no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas 2003. 4 p. (Comunicado Técnico, 104).
- SANTOS, A. M. G. et al. Animal performance in grass monoculture or silvopastures using tree legumes. **Agroforestry Systems**, v.94, p.615-626, 2020.
- SANTOS, D.C. et al. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.233, p.6-24, 2016.
- SANTOS, D. C. et al. Implementation of silvopastoral systems in Brazil with *Eucalyptus urograndis* and *Brachiaria brizantha*: Productivity of forage and an exploratory test of the animal response. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.266, p.174-180, 2018.
- SARABIA-SALGADO, L. et al. increase in milk yield from cows through improvement of forage production using the N<sub>2</sub>-Fixing Legume *Leucaena leucocephala* in a Silvopastoral System. **Animals**, v.10, p.734-746, 2020.
- SILVA, F.S. et al. Herbage accumulation, nutritive value and beef cattle production on marandu palisadegrass pastures in integrated systems. **Agroforestry Systems**, v.94, p.1891-1902, 2020.
- SILVA, I.A.G. et al. Tree legume enhance livestock performance in silvopasture system. **Agronomy Journal**, v.113, p.358-369, 2021.
- SOLORIO, F. J. et al. The potential of silvopastoral systems for milk and meat organic production in the tropics. In K. Gopal Ramawat (Ed.), *Organic farming for sustainable agriculture: Sustainable development and biodiversity*, v.9, p.169-183, 2016. (1), New York, NY: Springer.
- USDA 2018- United States Department of Agriculture. Foreign Agriculture Service. Available in:<http://www.usdabrazil.org.br/pt-br/>.
- VALLE C.B. et al. (2010) Gênero *Brachiaria*. In: Plantas forrageiras. Eds. D.M. FONSECA, J.A. MARTUSCELO, p. 30–77. UFV: Viçosa, MG, Brazil
- ZHANG, D. et al. Agroforestry enables high efficiency of light capture, photosynthesis and dry matter production in a semi-arid climate. **European Journal of Agronomy**, v.94, p.1-11, 2018.
- ZIMMER, A. H., EUCUDES, V.P.B., MACEDO, M. C. M. Manejo de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 4. 1988, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1988. p.141-183.
- ZOLIN, C.A. et al. Soil and water losses under crop-forest integration and in soybean-corn succession. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p.1223-1230, 2016.

## CAPÍTULO 2

---

**Fertilidade do solo, altura, massa de forragem e composição botânica do pasto em diferentes sistemas de cultivo de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.**

**Fertilidade do solo, altura, massa de forragem e composição botânica do pasto em diferentes sistemas de cultivo de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster e *Mimosa caesalpinifolia* Benth.**

**Resumo**

Os sistemas silvipastoris são considerados uma alternativa eficaz no que diz respeito a exploração pecuária, visando ampliar a sustentabilidade dos sistemas produtivos. A introdução de leguminosas arbóreas em pastagens tropicais é uma alternativa que pode contribuir para manter e melhorar a fertilidade do solo. Objetivou-se avaliar a altura e massa de forragem da *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster e da *Mimosa caesalpinifolia* Benth., bem como a composição botânica, solo descoberto e fertilidade do solo de áreas sob pastejo de bovinos em diferentes sistemas de exploração, épocas e anos de avaliação (2019 a 2021). A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental da UFRPE (8°58'52"S 36°27'47"W), localizada em Garanhuns-PE, Pernambuco, Brasil. Os tratamentos experimentais foram: consórcio de *U. decumbens* com *M. caesalpinifolia* (1 ha), cultivo exclusivo de *U. decumbens* (1 ha) e cultivo exclusivo de *M. caesalpinifolia* (0,6 ha), utilizando-se delineamento em blocos casualizados, com três repetições. A leguminosa foi cultivada em três fileiras duplas nas áreas de braquiária, espaçadas 2 m entre filas x 1 m entre plantas x 25 m entre fileiras, totalizando 600 plantas.ha<sup>-1</sup>. No cultivo exclusivo, utilizou-se o mesmo espaçamento entre linhas e plantas, porém foi utilizado fileiras simples, totalizando assim 5.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. Os sistemas de cultivo não afetaram a altura e a massa de forragem da gramínea, as variáveis sofreram efeito de época e ano de avaliação, bem como da interação entre os fatores. A altura do dossel, as massas de forragem de colmo (MFC), de material verde (MFMV), de material senescente (MFS) e massa de forragem total (MFT) de *U. decumbens* variaram entre as épocas e anos. A altura foi superior na época chuvosa em ambos os anos (49,7 cm e 50,4 cm). A maior MFC foi obtida na época chuvosa do primeiro ano de avaliação (1431 kg MS.ha<sup>-1</sup>). A MFMV foi superior na época chuvosa em ambos os anos de avaliação, por outro lado MFS foi superior no primeiro ano na época chuvosa e na época seca do segundo ano, com 4702 e 5101 kg MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, tendo a MFT comportamento semelhante com MFS. A densidade de forragem foi superior na época chuvosa de 2019. A leguminosa desenvolveu-se mais em cultivo exclusivo (3,61 m), possuindo também maior massa de forragem nesse sistema (854 kg MS.ha<sup>-1</sup>), por outro lado, essa massa de forragem variou conforme ano e época. A composição botânica do pasto não foi afetada pelo sistema de cultivo, predominando a gramínea *U. decumbens* em todas as épocas e anos de avaliação. Os níveis de fertilidade do solo não sofreram influência do sistema de

cultivo, sendo alterado com o passar dos anos. Estudos futuros de maior duração devem ser conduzidos para que se possa avaliar a influência da leguminosa no sistema ao longo do tempo. A produção da gramínea e sua participação na composição botânica do pasto não foram modificadas quando cultivada com *M. caesalpinifolia*.

**Palavras-chave:** consórcio, leguminosa, gramínea.

**Soil fertility, plant height, forage mass and botanical composition of the pasture in different cultivation systems of *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster and *Mimosa caesalpinifolia* Benth.**

**Abstract**

The silvopastoral systems are considered an effective alternative to livestock systems, increasing the sustainability of production. The introduction of leguminous trees in tropical pastures is an alternative that can contribute to maintaining and improving soil fertility. The objective was to evaluate plant height and forage mass of signal grass [*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster] and sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), under grazing by cattle, in different farming systems, seasons and evaluation years (2019 to 2021). Also were evaluated the botanical composition of the pasture, soil cover and soil fertility of areas. The research was carried out at the Experimental Farm of the University Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), located in the municipality of Garanhuns-PE (8°58'52"S 36°27'47"W). The experimental treatments were: a silvopastoral system (SSP) of signal grass with sabiá (1 ha), a monocropping system of signal grass (1ha) and a monoculture of sabiá (600 m<sup>2</sup>), using a randomized block design, with three replications. The legume was grown in three double rows in the signal grass pastures, spaced 2 m between double rows, 1m between plants and 25 m between each set of double rows, totaling 600 plants.ha<sup>-1</sup>. In the monocropping systems cultivation, the same spacing between rows and plants was used, however, single rows were used, totaling 5.000 plants.ha<sup>-1</sup>. The cropping systems did not affect the height and forage mass of the grass, the variables were affected by the season and year of evaluation, as well as the interaction of these factors. Canopy height, stem forage mass (SFM), green forage mass (GFM), senescent material (SM) and total forage mass (TFM) of signal grass varied between seasons and years. The height of the signal grass was higher in the rainy season in both years (49.7 cm and 50.4 cm). The greater SFM was obtained in the rainy season of the first year of evaluation (1431 kg DM.ha<sup>-1</sup>). GFM was greater in the rainy season in both years of evaluation, on the other hand, SM was greater in the first year in the dry season and the dry season of the second year 4702 and 5101 kg DM.ha<sup>-1</sup>, respectively, with TFM having similar behavior. The forage density was superior in the rainy season of 2019. The legume tree developed more under monocropping cultivation (3.61 m), also having a greater forage mass in this system (854 kg DM.ha<sup>-1</sup>), on the other hand, this forage mass varied according to year and season. The botanical composition of the pasture was not affected by the cultivation system, predominating the signal grass in all seasons and years of evaluation. Soil fertility levels were not influenced by the cropping system, being

changed over the years. Future studies with longer duration should be conducted to evaluate the influence of the legume on the pasture system over time. The grass did not undergo detectable productive decreases and did not participate in the botanical composition of the pasture when cultivated with *M. caesalpinifolia*.

**Keywords:** consortium, legume, grass.

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas silvipastoris consistem no cultivo de espécies arbóreas em associação com pastos (GOMES et al., 2020b), na mesma área para consumo animal e produção de outros bens e serviços (APOLINARIO et al., 2015).

A introdução de leguminosas em sistemas silvipastoril é uma importante alternativa em prol da sustentabilidade das unidades produtivas, pois, podem contribuir com uma maior cobertura da superfície do solo através da deposição de serapilheira, além de ter a capacidade de ampliar a fertilidade do solo através de N fixado simbioticamente (APOLINÁRIO et al., 2016), podendo elevar assim o valor nutricional da forragem à ser consumida pelo animal como também a oferta de forragem (SOLORIO et al., 2016), bem como, elevar o crescimento de gramíneas perenes de clima tropical (DUBEUX JÚNIOR et al., 2017a), contribuindo assim para um incremento produtivo indireto.

Porém, a biomassa da leguminosa pode variar de acordo com o sistema silvipastoril (SOCHER et al., 2008), pois quando esses sistemas são devidamente dimensionados, as árvores e a pastagem podem interagir com sucesso de forma a otimizar assim ambas as produções (PEZOPANNE et al., 2015), fazendo com que ocorra a similaridade ao longo dos anos entre sistemas silvipastoris e monocultivos de gramíneas (SILVA et al., 2020).

Costa et al. (2016), avaliando sistemas silvipastoris compostos pelo consorcio de *U. decumbens* com *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. e com *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp, no estado de Pernambuco, região sub úmida do Nordeste brasileiro, relataram que a produção de forragem verde da gramínea foi maior quando consorciada, do que quando explorada em monocultivo (2.2 vs 1.9 Mg.ha<sup>-1</sup>).

As pastagens consorciadas com leguminosas também aumentam sua resiliência e estabilidade, ao mesmo tempo em que fornecem uma fonte de forragem mais rica em proteína para animais em pastejo, em comparação com o monocultivo de gramíneas C4 (COSTA et al., 2021).

As leguminosas adicionam N ao sistema, o que pode elevar o crescimento de gramíneas perenes de clima tropical (DUBEUX JÚNIOR et al., 2017a), contribuindo assim para um incremento produtivo indireto. Sabe-se que a sazonalidade na produção e a disponibilidade de forragem é um entrave nos sistemas de produção, com isso, a adoção de sistemas silvipastoris visa melhorar a distribuição de forragem ao longo das estações (MELLO et al., 2014). Apesar dos benefícios, a adoção de sistema silvipastoril tem sido limitada pelo conhecimento

insuficiente sobre o gerenciamento de seus componentes (LOPES et al., 2017), onde se busca um equilíbrio no desempenho das espécies presentes no sistema.

Nos sistemas silvipastoris naturalmente ocorre a diminuição na quantidade de radiação solar que atinge o dossel da fração herbácea (LIMA et al., 2018), podendo comprometer a massa de forragem produzida pela gramínea ou até mesmo a composição botânica do pasto (ALLEN et al., 2011). O monitoramento da morfologia pode ser útil na definição de estratégias de manejo mais eficientes, baseadas nas respostas morfofisiológicas das plantas a condições específicas ao silvipastoril (LOPES et al., 2017), bem como o monitoramento das frações folhas, colmo e material senescente (BRAGA et al., 2020). A estrutura do dossel também é essencial no manejo de plantas forrageiras e pode limitar o desempenho animal dos animais em pastejo (SANTOS et al., 2020), pois quando apresenta maior proporção de colmo em relação a folhas, dificulta a apreensão do alimento pelos animais, além disso, a taxa de crescimento é bastante variável ao longo das estações (PEDREIRA et al., 2017).

Além disso, se faz necessário monitorar as variações na composição botânica do pasto em sistema silvipastoril, ao longo do tempo, visando a persistência da gramínea no sistema, tendo em vista que, um dos principais desafios enfrentados por espécies forrageiras exóticas é persistir e competir com a vegetação nativa ou adaptada pré-existente em áreas de pastejo (COELHO et al., 2021).

A hipótese é que o sistema o silvipastoril composto por capim-braquiária (*Urochloa decumbens* Stapf.) e Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth), em comparação aos seus respectivos monocultivos, favorece a características morfológicas e produtivas da pastagem, bem como a fertilidade do solo. Com base no exposto, o presente estudo buscou avaliar altura e massa de forragem de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster e da *Mimosa caesalpinifolia* Benth., bem como composição botânica, solo descoberto e fertilidade do solo de áreas sob pastejo de bovinos em diferentes sistemas de cultivo, épocas e anos de avaliação, no Agreste de Pernambuco.

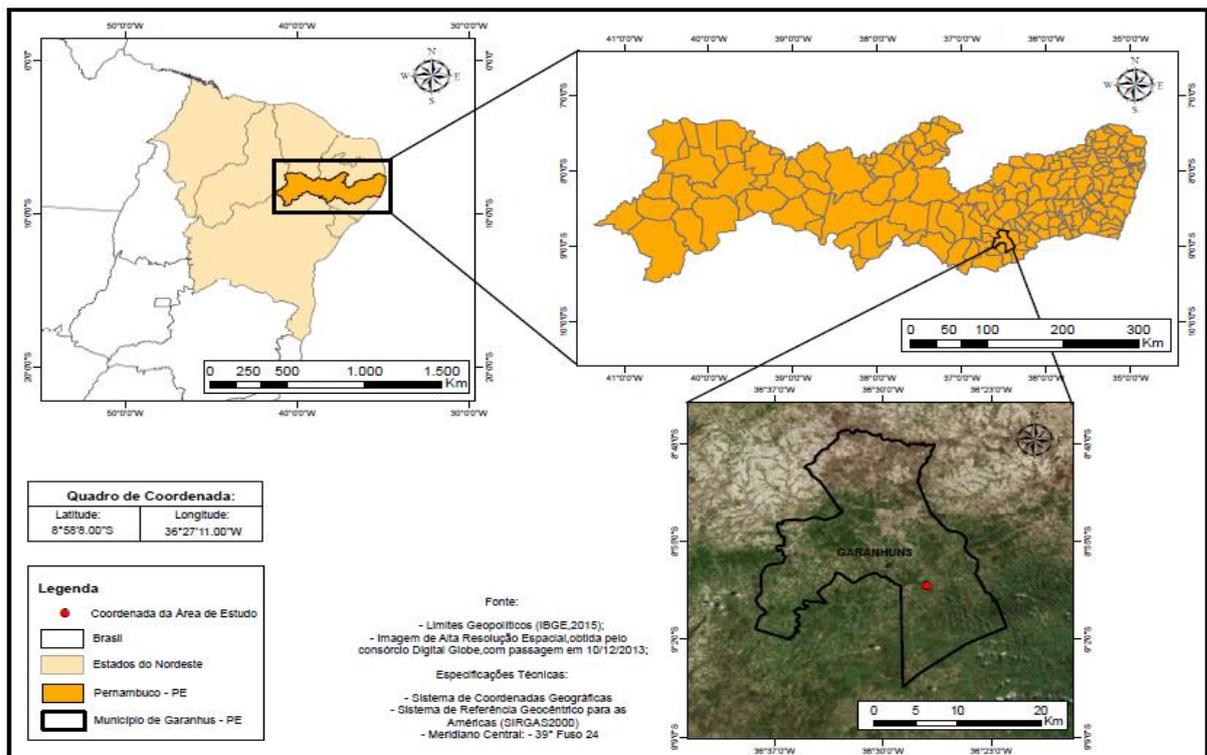
## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização e caracterização da área experimental**

A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizada no município de Garanhuns-PE (Figura 1), região Agreste de Pernambuco, (8°58'52"S 36°27'47"W), situando-se a uma altitude de 820 m (CPRM, 2005).

O clima da região é classificado como tropical tipo Aw', conforme a classificação climática de Köppen-Geiger (ALVARES et al., 2013), com temperatura média anual de 21,27 °C.

A precipitação média anual histórica de 53 anos do município é de 866 mm (BARBOSA et al., 2016). De acordo com estudos realizados por Souza et al. (2021), tomando como base o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2013), o solo da área experimental foi classificado como Argissolo amarelo com classe textural franco-argiloarenoso.



**Figura 1.** Localização geográfica da área experimental, situada no município de Garanhus, estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil.

Realizou-se a coleta de amostras de solo em 20 pontos por hectare na profundidade de 0-20 cm, antes da implantação da leguminosa no ano de 2017, sendo obtida uma amostra composta de toda área experimental. A análise química do solo foi realizada no Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), obtendo os valores descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise do solo da área experimental, Garanhus – PE.

P (mg/dm <sup>3</sup> )	pH (H <sub>2</sub> O)	cmol/dm <sup>3</sup>								%	
		Ca	Mg	Na	K	Al	H	S	CTC	V	m
2,0	5,3	0,35	0,56	0,06	0,18	0,95	4,94	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.

## 2.2 Atividades realizadas

O plantio das mudas da leguminosa *Mimosa caesalpinifolia* Benth. na área experimental foi realizado em novembro de 2017, porém, em maio de 2018 foi realizado levantamento do stand de plantas e replantio da leguminosa na área, visando a uniformidade de plantas na área experimental. Foram realizados dois ciclos de avaliação, o primeiro que compreende de março/2019 a fevereiro/2020 e o segundo ciclo avaliativo de agosto/2020 a julho/2021 (Figura 2).



**Figura 2.** Linha do tempo de atividades experimentais realizadas ao longo dos anos de 2017-2021.

## 2.3 Tratamentos experimentais

A área experimental total foi 6,18 ha (Figura 3), sendo os tratamentos constituídos do consórcio do Capim-braquiária (*U. decumbens* (Stapf) R.D. Webster.) com Sabiá (*M. caesalpinifolia* Benth), cultivos exclusivos de *U. decumbens* e de *M. caesalpinifolia*. O delineamento utilizado foi blocos casualizados, com três repetições.

No tratamento consorciado entre *U. decumbens* + *M. caesalpinifolia*, as plantas de sabiá foram estabelecidas em três fileiras duplas, espaçadas de 25,0 x 2,0 x 1,0 m, totalizando 600 plantas.ha<sup>-1</sup> por parcela experimental.

As parcelas que constituíram os consórcios e a braquiária em monocultivo corresponderam a um hectare cada (1 ha) e os bosques (cultivo exclusivo) de Sabiá consistiram de áreas de 30 x 20 m (0,06 ha), seguindo os mesmos espaçamentos utilizados entre plantas e

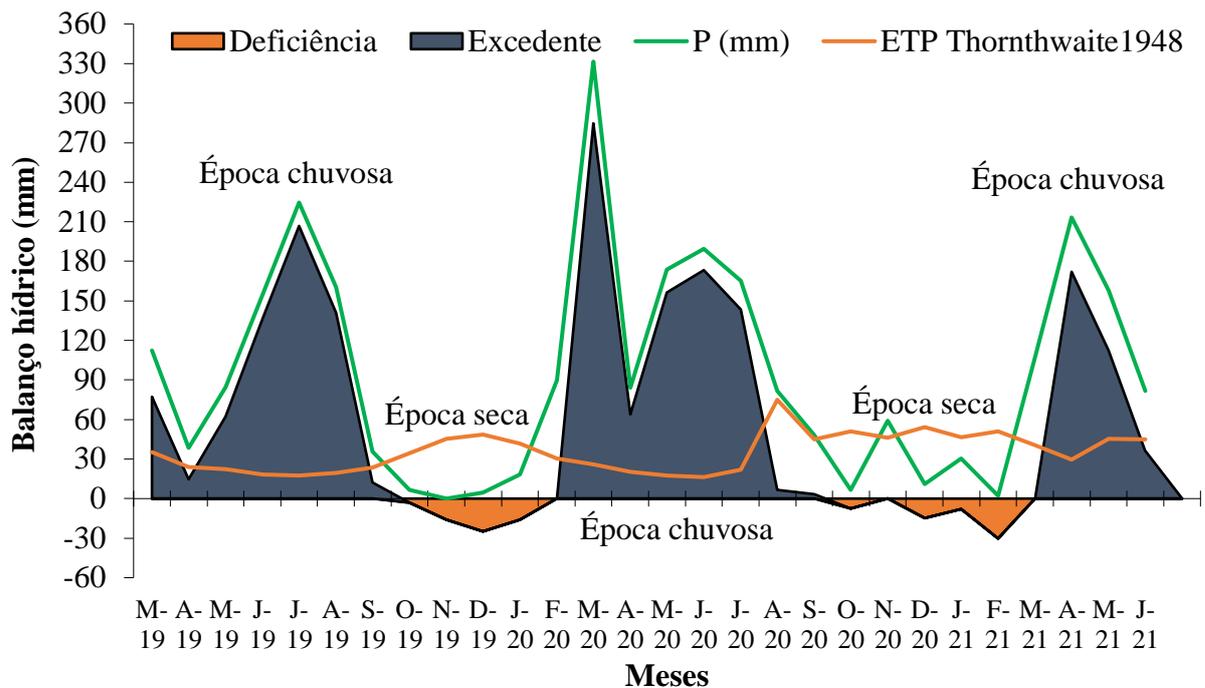
entre linhas nas parcelas consorciadas, totalizando 300 plantas/parcela experimental, correspondendo a 5.000 plantas.ha<sup>-1</sup>.



**Figura 3.** Disposição de blocos, tratamentos da área experimental e distâncias entre plantas, filas e fileiras duplas da leguminosa, Garanhuns-PE (Google Earth Pro).

A *U. decumbens* já encontrava-se estabelecida na área experimental desde 1998. Antes do plantio da leguminosa sabiá, realizou-se a correção do solo em área total na proporção de 2,5 t de calcário.ha<sup>-1</sup> (Calcário dolomítico, PRNT: 90%). A adubação com Fósforo (superfosfato simples) na ordem de 30 kg.ha<sup>-1</sup> e Potássio (cloreto de potássio) na proporção de 15 kg.ha<sup>-1</sup>, foi realizada por cova (30 x 30 x 20 cm) no plantio das mudas da leguminosa, seguindo as recomendações de adubação para o estado de Pernambuco, utilizando-se como referência a recomendação para a *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (CAVALCANTI et al., 2008).

As épocas de avaliação foram subdivididas em seca e chuvosa, as quais foram definidas a partir do balanço hídrico sequencial (BHS), calculado pelo método proposto por Thornthwaite e Mather (1955) em planilhas Excel (ROLIM et al., 1998) (Figura 4), considerando-se época chuvosa os meses com balanço hídrico positivo ou nulo, correspondendo aos meses de março a setembro (2019), março a setembro (2020) e abril a julho (2021). A época seca foi considerada os meses com balanço hídrico negativo, apresentando assim déficit hídrico, correspondendo aos meses de outubro a dezembro (2019), janeiro, fevereiro, outubro, novembro e dezembro (2020), janeiro a março (2021), como apresentado na Figura 4.



**Figura 4.** Balanço Hídrico Sequencial de março de 2019 a junho de 2021, Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE, Garanhuns-PE. P = precipitação pluviométrica; ETP = Evapotranspiração potencial.

## 2.4 Método de pastejo

As áreas de pastos em monocultivo e consorciados foram submetidas ao pastejo nos dois ciclos de avaliação, sendo utilizados como animais testadores, dois bovinos machos não castrados (Holandês x Zebu), com peso médio inicial de  $186 \pm 15$  kg, por piquete, além de animais reguladores (bovinos de pesos corporais diversos), quando necessário, visando manter oferta de forragem de 3 kg de MSV kg peso vivo corporal (PVC). A certificação protocolada sob a Comissão de ética no Uso de Animais (CEUA) foi de nº3695240820 (ID 000457).

O método de pastejo utilizado foi o de lotação contínua com carga variável, conforme metodologia descrita por Mott e Lucas (1952), com o ajuste da lotação realizada de acordo com a recomendação de Sollenberger et al. (2005).

## 2.5 Variáveis mensuradas

### 2.5.1 Massa de forragem, altura de planta, densidade de forragem e presença de acúleos

A massa de forragem da gramínea sob pastejo foi estimada pela adaptação do método de dupla amostragem (HAYDOCK; SHAW, 1975), a cada 28 dias. A medida direta utilizada foi o corte de seis padrões/parcela, que corresponderam às estimativas de massa de forragem, sendo coletados dois pontos referência de máxima, dois intermediários e dois de mínima massa

de forragem. Para tal, as plantas foram colhidas a 5 cm do nível do solo, utilizando-se um quadrado de 0,25 m<sup>2</sup>, (0,50 x 0,50 m). Nesses mesmos pontos de coleta para estimativa da massa de forragem, foi mensurada a altura da planta, utilizando régua graduada, tomando-se como base a inflexão da última folha totalmente expandida da gramínea.

As amostras colhidas para a calibração da estimativa de massa foram pesadas, transportadas em sacos de papel e separadas no laboratório de Forragicultura Prof. Iderval Farias do Departamento de Zootecnia, em material verde (folha e colmo) e material senescente.

Em seguida, foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada, a 55 °C, até atingir peso constante. A partir daí foi obtido o teor de matéria seca e, assim, foi possível determinar as seguintes variáveis: massa de forragem total (kg MS.ha<sup>-1</sup>), massa de forragem de folha verde (kg MS.ha<sup>-1</sup>), massa de forragem total de colmo verde (kg MS.ha<sup>-1</sup>), massa de forragem de material verde (kg MS.ha<sup>-1</sup>) e massa de forragem de material senescente (kg MS.ha<sup>-1</sup>). A densidade de forragem (kg.cm<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>) da gramínea foi obtida através da divisão entre a massa de forragem (kg MS.ha<sup>-1</sup>) e valor médio da altura do pasto (cm), representando a quantidade de quilos de matéria seca de forragem por centímetro por hectare.

A massa de forragem (MF) da leguminosa foi estimada a cada 28 dias ao longo dos anos de 2019-2020 (Ano 1) e de 2020-2021 (Ano 2), agrupando-as em duas épocas do ano (chuvosa e seca), considerando-se como forragem ramos tenros com diâmetro de até 5 mm e folhas de toda a planta, tendo em vista que os animais tendem a consumir as folhas das leguminosas e pontas de galhos finos (MELLO et al., 2014). O material foi colhido em duas alturas: até 1,5 m de altura (considerada como altura de ramoneio), conforme descrito por de Santana et al. (2011) e Oliveira et al. (2015), e acima de 1,5 m. Desta forma, a massa de forragem total da leguminosa, foi obtida a partir do somatório do material colhido nas duas alturas mencionadas.

À medida que se estimava a MF da leguminosa, realizou-se a caracterização da mesma, em relação à presença e ausência de acúleos, utilizando-se escala de notas (variando de 1 a 4), em que a nota 1 representava as plantas com muito acúleos, a nota 2 as plantas com pouco acúleos, a nota 3 a plantas com muito pouco acúleo e a nota 4 correspondeu as plantas totalmente sem acúleos (LIMA et al., 2008).

### **2.5.2 Composição botânica do pasto, serrapilheira e solo descoberto**

A composição botânica foi estimada baseada no método proposto por t'Mannetje e Haydock (1963) adaptado por Jones e Hargreaves (1979). As avaliações foram realizadas a

cada 56 dias, após percorrer toda a área experimental, visando identificar as espécies mais frequentes no pasto, as quais foram listadas. As espécies presentes numa moldura de 1m<sup>2</sup> disposta aleatoriamente em 30 pontos/parcela, foram distribuídas em três categorias de participação, 70, 21 e 9%, para aquelas espécies cuja participação no pasto estivesse em 1º, 2º e 3º lugar, respectivamente.

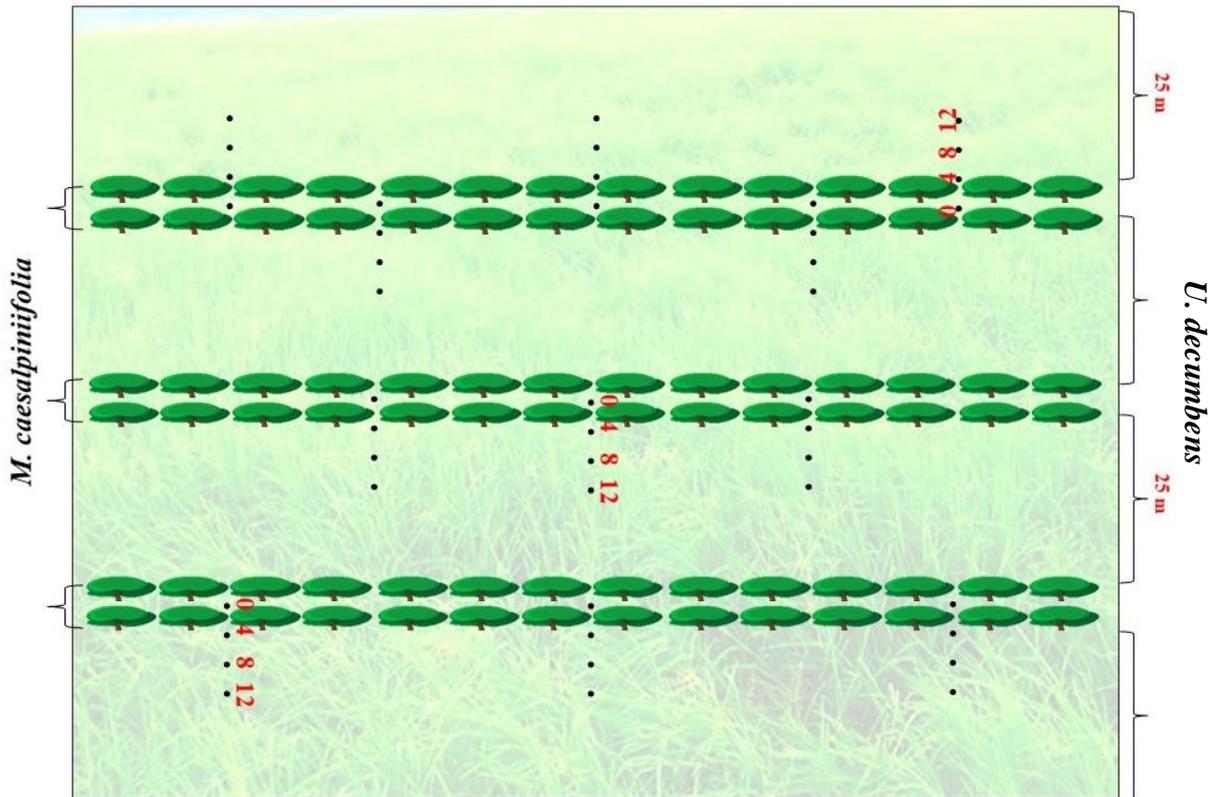
No caso de ocorrência de espécie com alta dominância na amostra, foi atribuída mais de uma classe, isto é, a espécie recebeu uma classificação acumulativa, correspondente ao primeiro e segundo lugares, por exemplo, conforme modificações propostas por Jones e Hargreaves (1979). A identificação das espécies presente no pasto foi realizada no Herbário Sérgio Tavares (UFRPE, Recife-PE), como também através do Re flora - Herbário Virtual, a partir de descrições morfológicas obtidas em campo.

Após realização do inventário das espécies presente no pasto, as espécies foram agrupadas nos seguintes componentes: *Urochloa decumbens*, outras herbáceas, arbóreas/arbustivas, outras gramíneas, *Cyperus* sp. e *Croton heliotropifolius*.

Para estimativa da porcentagem de serrapilheira e solo descoberto foi utilizada moldura de 1 x 1 m, onde atribuía-se valores que variavam de 0 a 100%, com variação de 5%, conforme a observação visual do avaliador. Foi considerada serrapilheira todo o material vegetal depositado sobre a superfície do solo que estivesse desprendido das plantas e solo descoberto toda a superfície ausente de vegetação.

### **2.5.3 Avaliação da fertilidade do solo**

Em setembro de 2019 e em março de 2021 foram realizadas coletas de solo (0-20 cm), visando realizar a comparação com os dados obtidos no momento da implantação da área experimental (2017). Nas parcelas consorciadas, as amostras foram coletadas a diferentes distâncias das filas duplas da leguminosa: 0m (ponto central entre as fileiras duplas), 4 m, 8 m e 12 m das bordas das filas duplas. Foram coletas 11 subamostras simples de cada distância pré-determinada ao longo da parcela experimental, através de transectos, visando maior representatividade dos pontos de coleta (Figura 5), após a coleta as amostras de cada ponto foram homogeneizadas, retirando uma amostra composta de cada ponto para realização da análise química. Nos monocultivos de *U. decumbens*, foram coletadas 20 amostras simples aleatoriamente ao longo da parcela experimental e três amostras simples nos cultivos exclusivos de *M. caesalpinifolia*, sendo obtida uma amostra composta de cada tratamento.



**Figura 5.** Distribuição dos pontos de amostragem (simples) do solo (0-20 cm) em relação às fileiras duplas da leguminosa *Mimosa caesalpiniiifolia*, em sistema silvipastoril, Garanhuns-PE.

As amostras foram encaminhadas à empresa PlantSoil (Petrolina-PE), para análise química, visando determinar os níveis de pH, Fósforo (P), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Potássio (K), Sódio (Na), Saturação de bases (SB), Alumínio (Al), CTC a pH 7,0 (T) e a Saturação efetiva (m). A partir dos resultados obtidos, realizou-se a comparação entre anos de coleta (medidas repetidas no tempo), incluindo os dados de implantação inicial, tratamentos experimentais e distâncias dos pontos de coleta.

## 2.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk), homocedasticidade, visando verificar se os dados atendiam as premissas da análise de variância, analisados em blocos casualizados, por meio do procedimento PROC MIXED do SAS OnDemand®. A análise foi realizada considerando o sistema, época, ano experimental e suas interações como efeitos fixos e blocos como efeito aleatório. Foram obtidos valores médios para cada época (seca e chuvosa) e os dados foram analisados separadamente em relação a cada época de avaliação. Quando o teste F foi significativo ( $P < 0,05$ ), as médias foram estimadas por meio do LSMEANS e comparadas pela probabilidade de diferença (“PDIFF”) ajustada para

Teste de Tukey com um nível de significância de 5% ( $P < 0,05$ ). O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + G_j + I_k + BI_{ij} + GI_{jk} + II_{jk} + e_{ijk}$$

Onde,  $Y_{ijk}$  = observação relativa ao sistema de cultivo  $i$ , época  $j$ , ano  $k$ ;  $\mu$  = média geral;  $B_i$  = efeito do sistema de cultivo;  $G_j$  = efeito da época de avaliação;  $I_k$  = ano de avaliação;  $BI_{ij}$  = efeito da interação sistema de cultivo x época;  $GI_{jk}$  = efeito da interação sistema de cultivo x ano,  $II_{jk}$  = efeito da interação ano x época;  $e_{ijk}$  = efeito do erro do bloco.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Altura e características produtivas de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster

A média da altura e as massas de forragem de lâmina foliar, colmo, material verde, material senescente e massa de forragem total de *Urochloa decumbens* não foram afetadas pelos sistemas de cultivo ( $p > 0,05$ ), diferindo entre épocas e anos de avaliação ( $p \leq 0,05$ ), como descrito na Tabela 2.

**Tabela 2.** Altura, massa de forragem das frações colmo (MFC), material verde (MFMV), material senescente (MFS), massa de forragem total (MFT) e densidade de forragem de *Urochloa decumbens* em diferentes épocas e anos de avaliação, Garanhuns-PE.

Ano	Época		<i>p</i> -valor	EPM
	Chuvosa	Seca		
	Altura (cm)			
2019-2020	49,73Aa	26,44Bb	<0,0001	2,21
2020-2021	50,42Aa	56,64Ba		
	MFC (kg MS.ha <sup>-1</sup> )			
2019-2020	1431,87Aa	374,63Bb	<0,0001	105,14
2020-2021	957,78Aa	865,78Aa		
	MFMV (kg MS.ha <sup>-1</sup> )			
2019-2020	2458,97Aa	764,94Bb	0,0024	105,14
2020-2021	2058,25Aa	1229,78Ba		
	MFS (kg MS.ha <sup>-1</sup> )			
2019-2020	4702,13Aa	764,94Bb	<0,0001	386,87
2020-2021	3508,83Bb	5101,78Aa		

**Tabela 2.** Altura, massa de forragem das frações colmo (MFC), material verde (MFMV), material senescente (MFS), massa de forragem total (MFT) e densidade de forragem de *Urochloa decumbens* em diferentes épocas e anos de avaliação, Garanhuns-PE.

	MFT (kg MS.ha <sup>-1</sup> )		<i>p</i> -valor	EPM
2019-2020	7161,10Aa	1529,88Bb	<0,0001	501,31
2020-2021	5567,08Bb	6331,56Aa		
	Densidade de forragem (kg.cm <sup>-1</sup> .ha <sup>-1</sup> )		<i>p</i> -valor	EPM
2019-2020	143,20Aa	55,35Bb	<0,0001	8,81
2020-2021	114,01Ab	110,42Aa		

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). EPM= Erro-padrão médio.

A maior altura do dossel de *U. decumbens* foi obtida na época chuvosa do primeiro ano de avaliação (49,7 cm), em relação à época seca do mesmo ano avaliado, não diferindo da época chuvosa do ano subsequente de avaliação (50,42 cm). Este período foi caracterizado por possuir maior disponibilidade hídrica, contribuindo para maior crescimento do pasto. Além disso, nesse período foi obtida maior oferta de forragem aos animais em pastejo (3,19 kg MSV 100 PVC) de acordo com Carvalho et al. (2022), no primeiro ano, minimizando a pressão de pastejo nas áreas avaliadas.

A massa de forragem (kg MS.ha<sup>-1</sup>) total e das frações de *U. decumbens* não foram afetadas pelo sistema de cultivo, fato este condicionado à tolerância moderada ao sombreamento que *U. decumbens* possui, sendo resultado de adaptações morfológicas e fisiológicas que levam à aclimatação à luz (PACIULLO et al., 2014). Por outro lado, Cavalcanti Filho et al. (2008), Lima et al. (2019) e Silva et al. (2021) observaram a redução da massa de forragem da gramínea *U. decumbens* quando explorada em sistemas silvipastoris, sendo de 1.924, 1.765 e 1.230 kg MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, quando comparada ao monocultivo, existindo assim competição entre as árvores e a gramínea explorada (SANTOS et al., 2019). A não redução da massa de forragem da gramínea obtida no presente trabalho provavelmente está associada ao espaçamento de plantio utilizado, com a *M. caesalpinifolia* cultivada em fileiras duplas espaçadas com 25 m de distâncias e densidade populacional de plantas de 600 plantas.ha<sup>-1</sup>.

Os valores médios da massa de forragem do colmo foram superiores na época chuvosa do primeiro ano de avaliação (1.431,87 kg MS.ha<sup>-1</sup>), como apresentando na Tabela 2, em relação ao mesmo período do segundo ano e na época seca do segundo ano. Tal resultado é proveniente do diferimento de 18 meses antes do início da fase experimental, tendo em vista que as gramíneas respondem à sombra alocando uma proporção maior de carboidratos para

manter ou aumentar a área foliar e o comprimento do caule, enquanto diminui a matéria seca para o crescimento das raízes (GUENNI et al., 2008).

A maior massa de forragem do material verde (folha + colmo), comparando os anos e as épocas, foi obtida na época chuvosa do primeiro ano (2.458,97 kg MS.ha<sup>-1</sup>) e na época seca do segundo ano de avaliação (1.229,78 kg MS.ha<sup>-1</sup>).

Para o material senescente, os valores médios obtidos na época chuvosa de 2019-2020 (4.702,13 kg MS.ha<sup>-1</sup>), foi resultado do diferimento anterior do pasto ao longo de 18 meses, elevando assim o sombreamento, favorecendo a senescência, tendo em vista a ausência de pastejo contribui para o aumento do autosombreamento das folhas, resultando em maior acúmulo de caule e material senescente (PEDREIRA et al., 2017). Por outro lado, na época seca de 2020-2021 atingiu 5.101,78 kg MS.ha<sup>-1</sup>, valor este condicionado por ser o período de maior déficit hídrico, em comparação com os demais períodos avaliados.

A massa de forragem total seguiu a mesma tendência da massa obtida para o material senescente em relação à época e anos (Tabela 2). A variação destes resultados se dá por diversos fatores bióticos (pastejo) e abióticos (precipitação, temperatura, etc), fazendo com que a estrutura do pasto sofra variações ao longo do tempo, tendo em vista que, as gramíneas tropicais exploradas em monocultivo e manejadas por longos períodos de descanso são caracterizadas por intenso alongamento do caule e aumento da contribuição do caule nos estratos superiores do dossel (SILVEIRA et al., 2016).

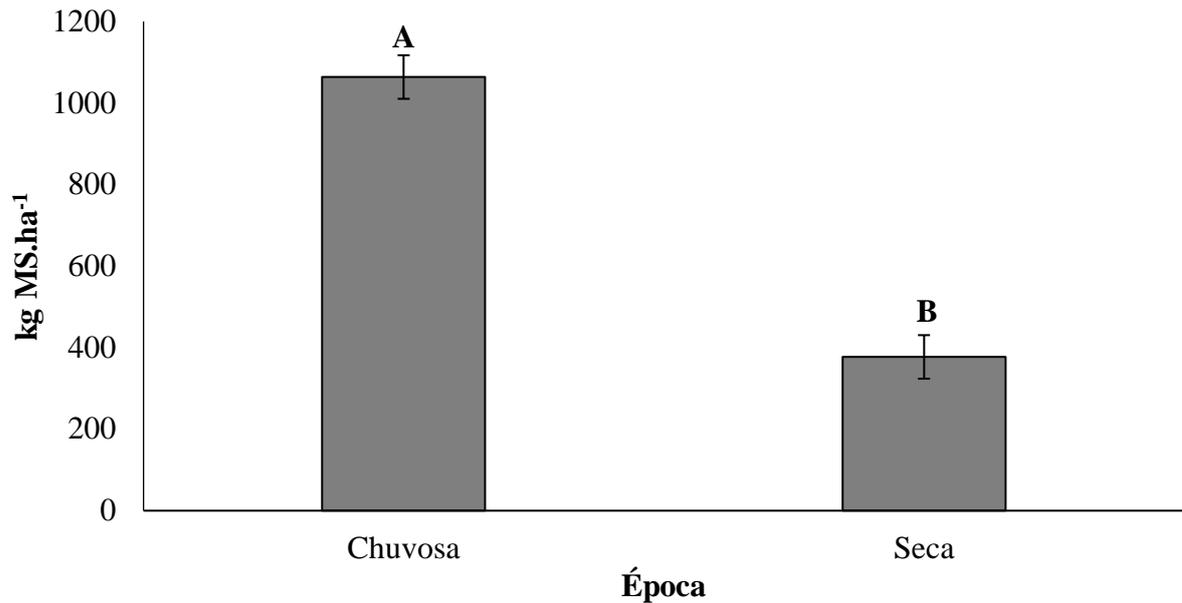
De maneira geral, os resultados obtidos para a massa de forragem total foram superiores aos obtidos por Herrera et al. (2020) em trabalhos realizados na região subúmida no Nordeste brasileiro, que encontraram valores médios de 5.057 kg MS.ha<sup>-1</sup> em áreas de monocultivo de capim-braquiária e de 3.292 kg MS.ha<sup>-1</sup> em sistemas consorciados com espécies leguminosas na ordem de 2500 plantas.ha<sup>-1</sup>, sendo no presente estudo utilizado 600 plantas.ha<sup>-1</sup> da leguminosa *Mimosa caesalpinifolia*. A diminuição da massa de forragem está diretamente ligada a competição das leguminosas *Mimosa caesalpinifolia* e *Gliricidia sepium* na densidade utilizada com a *Urochloa decumbens*.

A maior densidade de forragem no ano de 2019 foi obtida na época chuvosa (143,20 kg.cm<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>), sendo superior a obtida no período seco do mesmo ano (Tabela 2). Por outro lado, a densidade obtida no segundo ano de avaliação na época chuvosa não diferiu da época seca (p > 0,05), sendo obtidos 114 e 110 kg.cm<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Comparando o efeito das épocas dentro dos anos, foi percebido que a maior densidade obtida na época chuvosa se deu no primeiro ano de avaliação (143,20 kg.cm<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>), enquanto que na época seca foi obtida no segundo ano de avaliação (110 kg.cm<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>), como descrito na Tabela 2. Os resultados obtidos

são superiores aos de Lima et al. (2018), que obtiveram menores densidades total de forragem em pastos consorciados de *U. decumbens* com diferentes componentes arbóreos (*Eucalyptus grandis*, *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana*), em comparação ao monocultivo, em diferentes épocas (verão e outono), 71,6 e 57,6 kg.cm<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, afetando o tamanho do bocado e a ingestão de forragem pelos animais, resultando em comprometimento da produção animal.

Santos et al. (2018), avaliando sistemas silvipastoris com *B. brizantha*, observaram que a densidade de forragem é bastante variável ao longo das épocas (seca e chuvosa) e sistemas de cultivo (consórcio e monocultivo), obtendo maiores médias de densidade de forragem em situações de maior disponibilidade hídrica e em pastos explorados em monocultivo (96 ± 4 kg.cm<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>), sendo inferior ao encontrado no presente estudo. Silva et al. (2021) obtiveram maior densidade do capim-braquiária em monocultivo e em sistemas consorciados com a leguminosa sabiá (*Mimosa caesalpiinifolia*), quando comparados com sistemas consorciados com gliricídia (*Gliricidia sepium*). Estes pesquisadores atribuíram à menor densidade ao estiolamento das plantas de braquiária em consórcio com fileiras duplas de gliricídia.

Menores densidades de forragem pode afetar o tamanho do bocado, influenciando assim no comportamento ingestivo do pasto, pois, necessitará de um número maior de bocados para atingir a quantidade de forragem pretendida (SANTOS et al., 2018), afetando assim o desempenho animal, já que a menor densidade de forragem tendencia aos animais passarem mais tempo caminhando em busca de alimento (SALEMANI et al., 2013). A maior massa de forragem da lâmina foliar foi obtida na época chuvosa (1064 kg MS. ha<sup>-1</sup>), em relação à época seca (377 kg MS.ha<sup>-1</sup>), demonstrando a capacidade produtiva de lâmina foliar da gramínea avaliada em situações com maior disponibilidade hídrica (Figura 6), reforçando os resultados obtidos por Silva et al. (2021), no qual observaram redução na fração verde da forragem, com menor proporção de lâminas foliares e maiores de colmo, durante a época com restrição hídrica.



**Figura 6.** Massa de forragem (kg MS.ha<sup>-1</sup>) da lâmina foliar de *Urochloa decumbens* em diferentes épocas de avaliação, Garanhuns-PE.

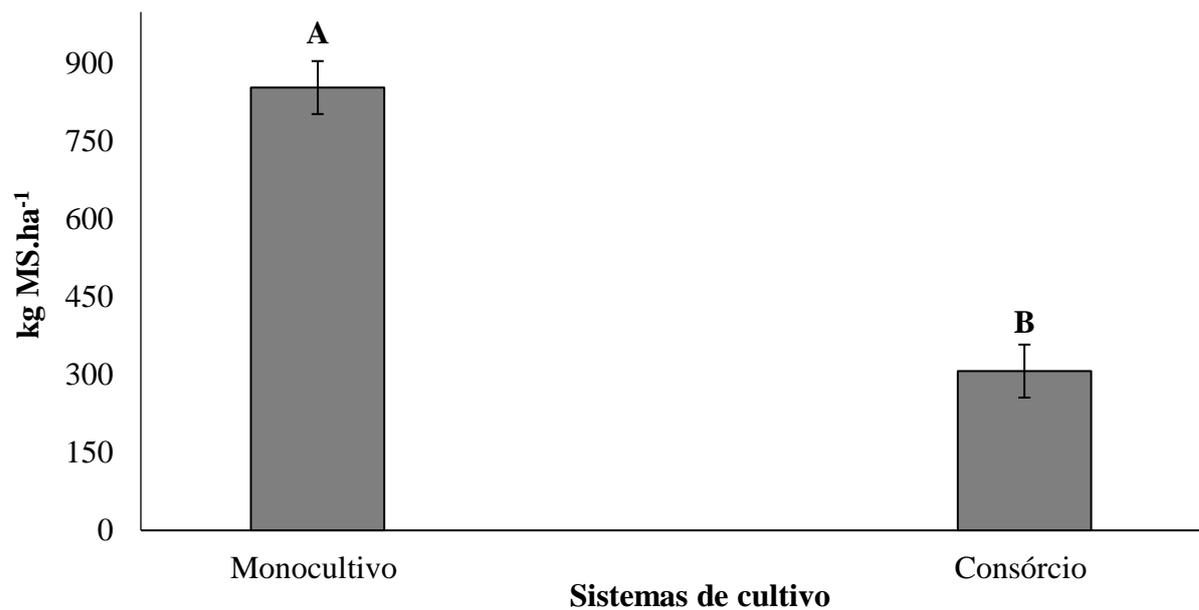
Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Traços verticais nas barras indicam o erro padrão médio (EPM). EPM= 53,44.

### 3.2 Altura e características produtivas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth.

Foi observado efeito significativo de tratamentos para massa de forragem total e altura de *M. caesalpinifolia* Benth, obtendo-se maior massa de forragem de 854 kg MS.ha<sup>-1</sup> (Figura 7) e altura de 3,61m (Figura 7) quando explorada em monocultivo, em comparação ao consórcio com *U. decumbens* (307 kg MS.ha<sup>-1</sup>).

O pastejo sob lotação contínua de bovinos na área consorciada pode ter afetado diretamente o desenvolvimento da leguminosa, pela preferência pelos animais (COSTA et al., 2016), fazendo com que ocorresse maior desenvolvimento desta espécie em área de monocultivo, na ausência de pastejo animal.

Vale ressaltar que o monocultivo da leguminosa possui maior densidade de plantas por área (5.000 plantas.ha<sup>-1</sup>), comparado com o sistema consorciado (600 plantas.ha<sup>-1</sup>). No sistema de exploração foi adotado o plantio em fileiras simples ao longo de toda área, elevando assim a massa de forragem, tendo em vista que apesar de adotar os mesmos espaçamentos entre linhas e entre plantas nas áreas consorciadas com a gramínea possuía uma faixa de 25 m entre os renques das leguminosas. Maiores densidades de plantio dessa leguminosa tendem a elevar a biomassa verde e seca de caules, galhos e folhas (SILVA et al., 2014).

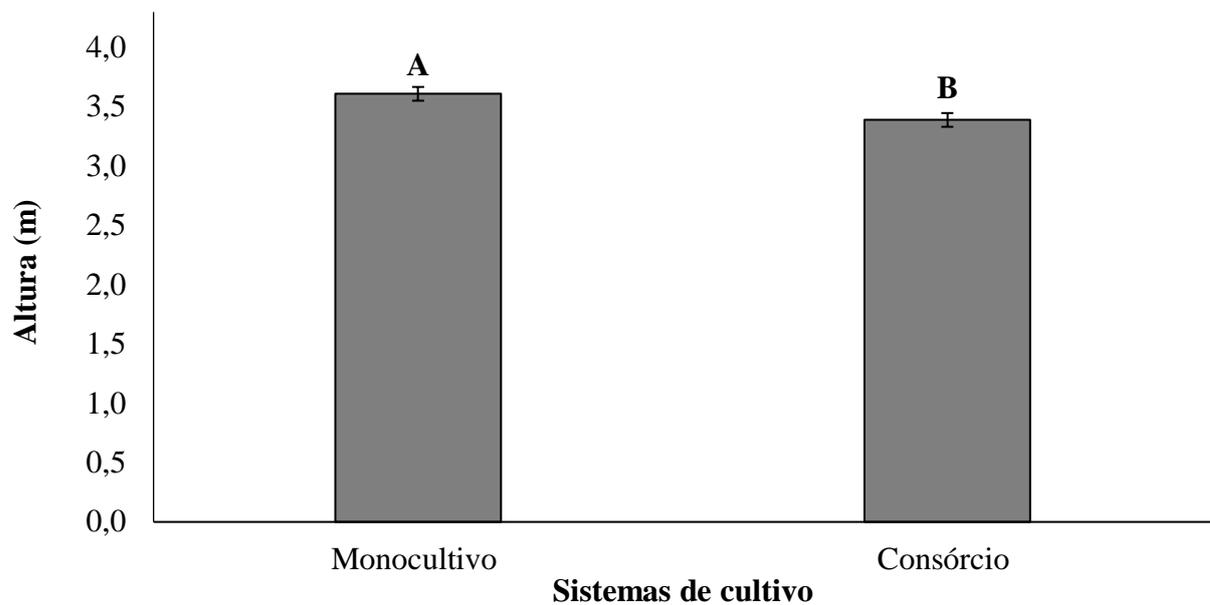


**Figura 7.** Massa de forragem total (kg MS.ha<sup>-1</sup>) de *Mimosa caesalpinifolia*, em diferentes sistemas de cultivo, Garanhuns-PE.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Traços verticais nas barras indicam o erro padrão da média (EPM). Erro padrão médio = 51,08.

Foi observado que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para presença de acúleos entre os sistemas de cultivo, prevalecendo ao longo das avaliações (épocas e anos) e tratamentos (monocultivo e consórcio) plantas com a nota 2, que são caracterizadas visualmente como plantas com pouco acúleo. Sabe-se que a presença de acúleos afeta a seletividade exercida pelo animal, pois a presença destes afetam diretamente o acesso dos animais e a apreensão do material vegetal. Neste sentido, Vieira et al. (2005) ao observarem o comportamento ingestivo de bovinos, concluíram que houve maior preferência de bovinos por plantas de Sabiá sem acúleos em todas as épocas do ano, ao longo das avaliações, tendo em vista que a presença de acúleos dificultam a apreensão de alimentos, sendo considerado um impedimento físico.

A altura da leguminosa variou em relação ao sistema de cultivo ( $p \leq 0,05$ ), quando explorada em monocultivo, esta espécie tendeu a se desenvolver mais, atingindo altura média de 3,61 m e 3,40 m no consórcio (Figura 8), aos 38 meses de idade. Valores esses abaixo dos 5,09 m mensurados por Apolinário et al. (2015) em áreas consorciadas com densidade populacional de 3600 plantas.ha<sup>-1</sup> com 60 meses após o plantio, em região subúmida no Nordeste brasileiro, região esta com maiores índices pluviométricos médios, em relação ao presente trabalho.



**Figura 8.** Altura (m) de *Mimosa caesalpinifolia* Benth., em diferentes sistemas de cultivo, Garanhuns-PE.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Traços verticais nas barras indicam o erro padrão da média (EPM). Erro padrão médio = 0,058.

No presente estudo as plantas possuíam, em média, 38 meses. Este crescimento no monocultivo se dá devido à maior competição por luz na parcela experimental, pois, quando explorada em monocultivo há uma maior densidade de plantas por área que foi no presente estudo de 5.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, promovendo maior sombreamento, devido ao menor espaçamento entre fileiras (simples). Em condições de elevadas percentagens de sombreamento, as plantas tendem a estiolar com o avanço do tempo (BASSUK; MAYNARD, 1987), sendo considerado um mecanismo natural da espécie vegetal a partir do momento que há o aumento da sua estatura na ausência de luminosidade (PACIULLO et al., 2011), ocasionando assim o fototropismo positivo (TAIZ; ZEIGER, 2004). O monitoramento da altura das árvores se faz necessário para o manejo do ecossistema florestal, visando conhecer o seu potencial no ambiente ao qual está inserida (RAJAB-POURRAHMATI et al., 2017).

Este fato é reforçado por Lima et al. (2008), que afirmam que o caráter da presença de acúleos pode ser encarado como fator promotor de redução de consumo de forragem em plantas forrageiras. No caso específico do Sabiá, esta redução se dá provavelmente, por uma questão física de apreensão da forragem, limitando assim o acesso ao aporte forrageiro da espécie.

Houve efeito da interação ano e época para altura da leguminosa, no qual foi possível observar o crescimento da espécie ao longo do período e épocas de avaliação, chegando a atingir, na época seca do segundo ano de avaliação (2020-2021), 4,79 m (Tabela 3). Entretanto, este resultado não diferiu do observado na época chuvosa (período antecedente), demonstrando

assim, que o fato de ser uma espécie nativa que detém alta capacidade de exploração de água e nutrientes, por possuir sistema radicular bem desenvolvido, seu crescimento se torna contínuo ao longo dos anos e das épocas de avaliação.

**Tabela 3.** Altura, massa de forragem total e massa de forragem acima de 1,5 m da leguminosa *Mimosa caesalpinifolia*, em diferentes anos e épocas de avaliação, Garanhuns-PE.

Ano	Época		p-valor	EPM
	Chuvosa	Seca		
	Altura (m)			
2019-2020	2,30 Bb	2,64 Ab	<0,0001	0,82
2020-2021	4,57 Aa	4,79 Aa		
	Massa de forragem total (kg MS.ha <sup>-1</sup> )			
2019-2020	411,81 Ab	378,22 Bb	<0,0001	64,38
2020-2021	1097,17 Aa	435,88 Bb		
	Massa de forragem acima de 1,5 m (kg MS.ha <sup>-1</sup> )			
2019-2020	218,59 Ab	299,21 Ab	<0,0001	57,08
2020-2021	1015,29 Aa	415,01 Ba		

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). EPM= Erro-padrão médio.

A leguminosa sabiá é uma espécie nativa do nordeste brasileiro, sendo considerada uma espécie de crescimento rápido e adaptada as condições edafoclimáticas (SILVA et al., 2014), possuindo crescimento contínuo em sistemas silvipastoris, após sete anos de estabelecimento (HERRERA et al., 2021).

Verificou-se que houve efeito da interação entre ano e época para a massa de forragem total da leguminosa, obtendo-se maior massa de forragem na época chuvosa nos dois anos de avaliação, porém os valores médios obtidos no segundo ano de avaliação na época chuvosa (1097 kg MS.ha<sup>-1</sup>), foram superiores aos demais dados obtidos. Observando-se assim, maior massa de forragem na época chuvosa em detrimento à época seca, com incremento de 661 kg MS.ha<sup>-1</sup> (Tabela 3).

Vale ressaltar que um fator que influencia a menor massa na época seca é que a leguminosa explorada é uma espécie que apresenta caducifolia como uma de suas características morfofisiológicas, fazendo com que as folhas entrem em senescência e, assim, se desprendam dos ramos no período de déficit hídrico. Apesar do incremento forrageiro acima citado, observado na época chuvosa, deve-se considerar que nem todo esse material encontra-se prontamente disponível, pois grande parte está em uma altura não acessível para o consumo

animal, por outro lado poderá contribuir com a ciclagem de nutrientes via deposição de serrapilheira no sistema. Ainda que seja considerada uma leguminosa forrageira e com massa de forragem considerável, principalmente na época chuvosa, esta espécie é conhecida por sua alta concentração de taninos condensados (CAMPOS et al., 2009), diminuindo assim a ingestão por ruminantes, assim como observado por Costa et al. (2016). Porém, a inclusão de leguminosas pode contribuir para a adição de N ao sistema, contribuindo indiretamente para a produção animal (APOLINÁRIO et al., 2015).

Ao avaliar a massa de forragem da leguminosa na altura acima de 1,5m, houve efeito da interação época e ano ( $p \leq 0,05$ ), não se observando diferença entre épocas nas avaliações do ano 2019-2020, porém no segundo ano a maior massa de forragem foi obtida na época chuvosa (Tabela 3). Neste ano de avaliação, os valores médios obtidos dentro de cada época foram superiores ao comparar com o ano antecedente, obtendo 1.015 kg MS.ha<sup>-1</sup> na época chuvosa e 415 kg MS.ha<sup>-1</sup> na época seca, com isso a maior massa de forragem total da leguminosa na parte superior da planta, estava localizada numa altura fora do alcance dos animais. Então, a medida que ocorrer a senescência das folhas, este material permanecerá no sistema contribuindo para uma maior cobertura de solo, através da deposição de serrapilheira, possibilitando assim maior ciclagem de nutrientes nas áreas consorciadas, sendo esta afetada pela taxa de lotação (DUBEUX JUNIOR et al., 2006).

Além disso, leguminosas arbustivos/arbóreas decíduas como a *M. caesalpinifolia* possibilita a disponibilidade do material vegetal (folhas e ramos), através da deposição do material senescente para que ocorra o consumo pelos ruminantes na época seca ao longo do ano (YDOYAGA-SANTANA et al., 2011). A *Mimosa caesalpinifolia* Benth. é uma leguminosa forrageira com alta capacidade de formar serrapilheira no ambiente ao qual se encontra inserida, pois é considerada uma espécie que tende a apresentar caducifólia ao longo da estação seca, como mecanismo de defesa, evitando que haja excessiva perda de umidade, ocasionando uma deposição mensal de matéria orgânica que varia de 404 a 2.311 kg.ha<sup>-1</sup> (FREIRE et al., 2010).

Estudos realizados por Apolinário et al. (2016) em sistemas consorciados avaliando a *M. caesalpinifolia* ao longo de 19 meses, concluíram que esta leguminosa pode depositar ao longo dos meses de avaliação 14.364 kg MS.ha<sup>-1</sup>, considerando toda a massa presente (depositada via serrapilheira e aderida aos ramos), além disso, possuem baixas relações C/N que variaram de 11 a 17, demonstrando assim capacidade de se decompor mais rapidamente.

Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para a massa de forragem da leguminosa obtida até 1,5 m de altura entre a interação sistema de cultivo x época x ano de avaliação. Foi obtido maiores valores médios na época chuvosa quando exploradas em monocultivo ao longo dos

anos e épocas de avaliação, variando de 23,77 a 332,30 kg MS.ha<sup>-1</sup> (Tabela 4). Esses resultados são superiores aos encontrados por Silva et al. (2014) em áreas com densidade de 600 plantas.ha<sup>-1</sup>, que ao realizarem a colheita aos 54 meses de idade de ramos e folhas estimaram um valor médio de 6,49 kg MS.ha<sup>-1</sup> e abaixo dos resultados obtidos por Costa et al. (2016) e Oliveira et al (2018), onde obtiveram valores médios que variaram de 94 a 625 kg MS.ha<sup>-1</sup> em áreas consorciadas de sabiá com capim braquiária ao longo de setembro de 2012 a agosto de 2013, com a densidade de 2.500 plantas.ha<sup>-1</sup>, considerando a altura de coleta até 1,5m, com maior massa de forragem obtida em meses com maiores precipitações.

Essa redução da massa de forragem da leguminosa no presente estudo, em comparação com Costa et al. (2016) e Oliveira et al (2018), se dá pelo fato do presente estudo possuir apenas 24% da densidade populacional de plantas dos trabalhos citados, além disso, a região possui condições edafoclimáticas diferentes em comparação com o estudo citado. Tais reduções de massa de forragem também foram observadas por Herrera et al. (2021) em cultivos consorciados de leguminosas com gramínea na Zona da Mata do estado de Pernambuco, variando de 0 a 27,5 kg MS.ha<sup>-1</sup> de folhas, conforme com a disponibilidade hídrica no momento da colheita.

**Tabela 4.** Massa de forragem até 1,5 m de *Mimosa caesalpinifolia*, em diferentes épocas, anos de avaliação e sistemas de cultivo, Garanhuns-PE.

Sistema de cultivo	2019-2020		2020-2021	
	Chuvosa	Seca	Chuvosa	Seca
	kg MS.ha <sup>-1</sup>			
Consórcio	59,33Abcβ	31,97ABcβ	77,79Aabβ	17,98Bbcβ
Monocultivo	332,30Aαα	126,03Bbα	85,96Aaβ	23,77Bcβ
EPM=	13,87			

Letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si ao longo das épocas, letras minúsculas diferentes na coluna diferem ao longo dos anos e letras gregas diferentes nas linhas e colunas diferem entre sistemas de cultivo de acordo teste F ( $p \leq 0,05$ ). EPM = erro padrão médio.

### 3.3 Composição botânica, serrapilheira e solo descoberto

Ao longo das avaliações, observou-se a presença de 39 espécies na área experimental, sendo 27 espécies de porte arbustivo/arbóreo e 12 herbáceas (Tabela 5). As espécies identificadas são pertencentes a 23 famílias, com maior número de espécies pertencentes à família Fabaceae (n= 7) e Poaceae (n= 6). Todas as espécies listadas foram encontradas, tanto no monocultivo de *U. decumbens*, quanto no sistema silvipastoril.

**Tabela 5.** Família, nome científico, nome vulgar e porte de espécies presentes na área experimental de *Urochloa decumbens* (monocultivo) e em consórcio com *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., Garanhuns-PE.

Família	Nome científico	Nome vulgar	Porte*
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl	Pau pombo	1
Asteraceae	<i>Agetarum conyzoides</i> L.	Mentrasito	2
Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i> spp.	Pau d'arco	1
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bordão de velho	1
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J. B. Gille	Umburana	1
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	Tiririca	2
Euphorbiaceae	<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	Velame	2
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	Sacatinga	1
Fabaceae	<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	Sucupira	1
Fabaceae	<i>Mimosa sensitiva</i> L.	Malícia	2
Fabaceae	<i>Hymenaea altissima</i> Ducke	Jatobá	1
Fabaceae	<i>Enterolobium</i> spp.	Tamboril	1
Fabaceae	<i>Senna spectabilis</i>	Canafístula	1
Fabaceae	<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson.	Canzenzo	1
Fabaceae	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth	Sabiá	1
Fabaceae	<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J. W. Grimes	Bordão de velho	1
Fabaceae	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth	Sabiá	1
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Lacre	1
Laminaceae	<i>Vitex</i> sp.	Senhoravó	1
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Rich.	Murici	1
Myrtaceae	<i>Psidium</i> spp.	Araçazeiro	1
Myrtaceae	<i>Psidium</i> spp.	Goiabinha	1
Nyctaginaceae	<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	Pau piranha	1
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.	Vassourinha	2
Poaceae	<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D. Webster	Capim brachiaria	2
Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i> (L) R.BR.	Capim luca	2
Poaceae	<i>Urochloa humidicola</i> (Rendle) Morrone & Zuloaga	Capim humidícula	2
Poaceae	<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs	Capim grande	2

**Tabela 5.** Família, nome científico, nome vulgar e porte de espécies presentes na área experimental de *Urochloa decumbens* (monocultivo) e em consórcio com *Mimosa caesalpinifolia* Benth., Garanhuns-PE.

Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Capim carrapicho	2
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	Capim rabo de raposa	2
Polygonaceae	<i>Polygonum</i> sp.	Joaninha	1
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	1
Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum	Quina quina	1
Rutaceae	<i>Zanthoxylum Fagara</i> (L.) Sarg.	Laranjinha	1
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Caubinho	1
Sapindaceae	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	Cubatã	1
Sapindaceae	<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk	Pitombeira	1
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i> L.	Jurubeba	2
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Chumbinho	1

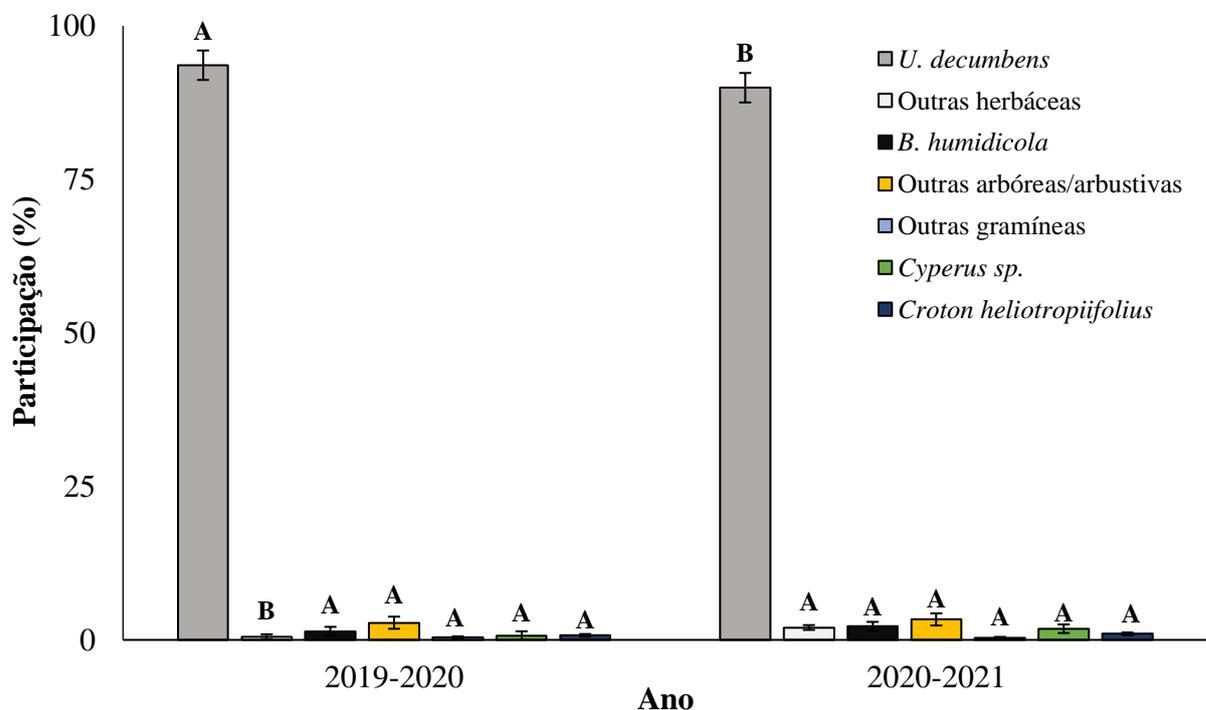
\* 1 – Arbustivo/arbóreo; 2 - Herbáceo

Essa diversidade de espécies na área experimental se deu pelo fato da área permanecer ao longo de 18 meses diferida, sem que houvesse manejo do pasto e controle de espécies nativas/exóticas indesejáveis, pois diversas espécies são consideradas sem interesse forrageiro, ocorrendo assim sucessão secundária de espécies típicas da região. A sucessão ecológica em pastagens cultivadas está principalmente associada à ocorrência e presença de espécies nativas, sendo considerado um desafio às gramíneas forrageiras exóticas, pois necessitam persistir e competir com a comunidade botânica nativa (COELHO et al., 2021), com isso, essa diversidade de espécies pode ocasionar uma redução da persistência futura da gramínea *U. decumbens*, ocasionada pela competição por água, luz e nutrientes, sendo necessário ações de manejo mais eficiente no controle destas espécies.

Em estudos realizados por Cavalcanti Filho et al. (2008) em pastos de *U. decumbens* na Zona da Mata do estado de Pernambuco, foi possível identificar a presença de 10 famílias, 24 gêneros e 28 espécies ao longo das avaliações. Apesar do presente estudo possuir maior número de espécies no pasto que o estudo citado, não houve comprometimento na presença da *Urochloa decumbens* na área. Ao avaliar a composição botânica do pasto (CB) ao longo dos anos, épocas e tratamentos, percebeu-se que não houve efeito ( $p > 0,05$ ) dos fatores em relação à alteração da dinâmica de participação das espécies e/ou grupos avaliados, prevalecendo sempre a dominância da espécie *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster.

Apesar da predominância da *U. decumbens* (média de 94% da composição botânica do pasto), devido ao seu hábito de crescimento decumbente fazendo com que houvesse maior cobertura vegetal da espécie na área, a sua participação e do grupo outras herbáceas na composição botânica do pasto teve variação ao longo dos anos de avaliação ( $p \leq 0,05$ ). De acordo com Nascimento Júnior et al. (1994), a pastagem se encontra numa condição ótima de manutenção e produção quando a participação da espécie introduzida (gramínea) for superior a 85%, fato este observado no presente estudo.

A gramínea *U. decumbens* foi mais participativa visualmente no primeiro ciclo de avaliação (94%) em relação ao segundo (90%), fato oposto ocorreu com o grupo outras herbáceas sendo mais presente (2%) ao longo do segundo ano de avaliação (Figura 9), em relação ao primeiro ano (0,5%). Essa variação ocorreu devido ao diferimento do pasto ao longo de 18 meses, dificultando assim a visibilidade da participação de outras espécies no pasto no primeiro ciclo de avaliação.

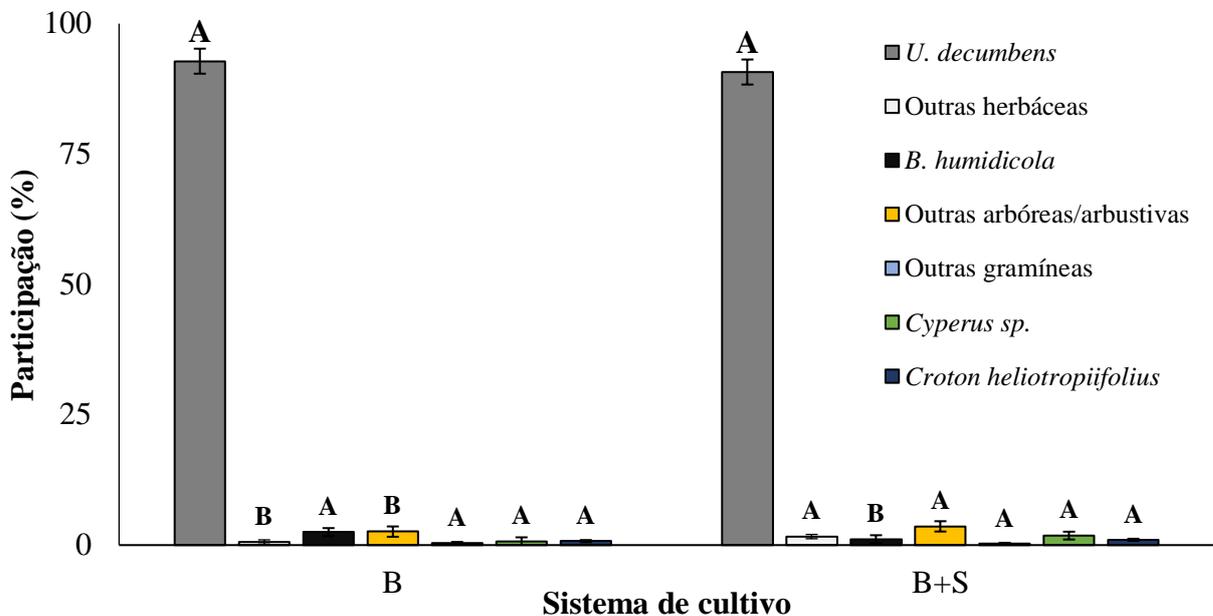


**Figura 9.** Composição botânica do pasto de *Urochloa decumbens* ao longo de dois anos de avaliação, Garanhuns-PE.

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ) entre os anos de avaliação. Traços verticais nas barras indicam o erro padrão da média (EPM). Erro padrão médio = 0,21.

A participação de *U. humidicola*, arbóreas/arbustivas e outras espécies herbáceas na composição botânica do pasto teve influência nos diferentes sistemas de cultivo ( $p \leq 0,05$ ), prevalecendo a gramínea *U. humidicola* nas áreas de monocultivo da *U. decumbens* (B), enquanto que os grupos (arbóreas/arbustivas e outras espécies herbáceas) teve maior

participação nas áreas consorciadas de *U. decumbens* com *M. caesalpinifolia*, áreas estas que apresentavam maior sucessão secundária, em relação às áreas exploradas em monocultivo (Figura 10).



**Figura 10.** Composição botânica do pasto de *Urochloa decumbens* em diferentes sistemas de cultivo, em Garanhuns-PE.

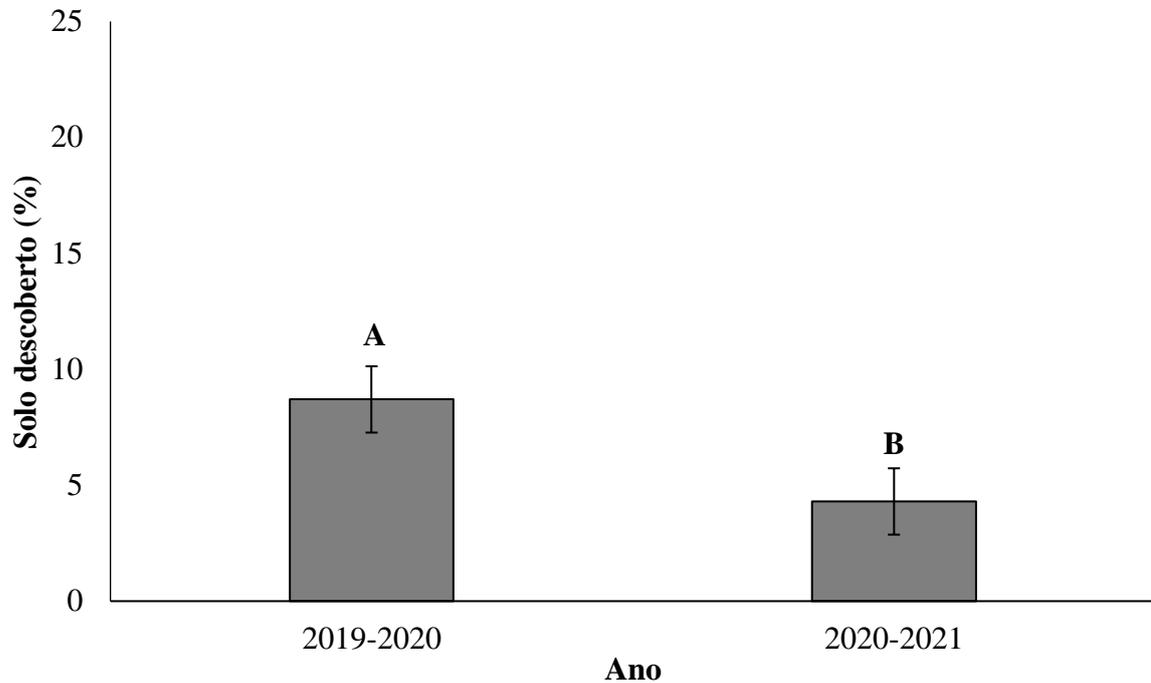
Médias seguidas por letras diferentes, diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Traços verticais nas barras indicam o erro padrão da média (EPM). Erro padrão médio= 0,41.

O grupo intitulado outras gramíneas era representado por: *Sporobolus indicus* (L) R.BR., *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon e S.W.L. Jacobs, *Cenchrus echinatus* L. e *Setaria parviflora* (Poir.) Kerguelen, e não teve efeito significativo na composição botânica do pasto, entre tratamentos, épocas, anos de avaliação e suas interações.

Todas as variações na composição botânica do pasto são resultantes da adaptação das plantas ao ambiente, da seleção exercida pelo animal, além do uso do controle mecânico e químico de espécies sem interesse forrageiro na área experimental ao longo dos anos de avaliação.

A maior porcentagem de solo descoberto foi obtida ao longo do primeiro ano de avaliação (2019-2020), em relação ao segundo ano de avaliação, atingindo 8,7% de solo descoberto (Figura 11). Fato este condicionado principalmente pela necessidade de se manter os bovinos sob pastejo ao longo das avaliações, mesmo com a baixa disponibilidade de forragem na época seca, com isso a oferta de forragem foi reduzida chegando a atingir 0,5 kg MSV kg PVC (CARVALHO et al., 2022) e, conseqüentemente, maior pressão de pastejo, contribuindo para maior porcentagem de solo descoberto por área. Fato este não observado com tanta intensidade no segundo ano de avaliação, quando a oferta de forragem mínima atingida foi de 1,85 kg MSV

kg PVC (CARVALHO et al., 2022). A perenidade e o hábito de crescimento decumbente da *U. decumbens* contribuem para a diminuir a incidência de solo descoberto, além de possuir produção viável de sementes e moderada tolerância à sombra (APOLINÁRIO et al., 2015).



**Figura 11.** Porcentagem de solo descoberto, em diferentes anos de avaliação em pastos de *Urochola decumbens*, Garanhuns-PE.

Médias seguidas por letras diferentes, diferem entre os anos de avaliação, pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Traços verticais nas barras indicam o erro padrão da média (EPM). Erro padrão médio= 1,43.

Foi observado efeito significativo da interação época e ano ( $p < 0,0001$ ) de avaliação para a serrapilheira, obtendo-se maiores porcentagens de serrapilheira na época chuvosa no primeiro ano de avaliação (Tabela 6), momento este posterior aos 18 meses de diferimento do pasto.

**Tabela 6.** Serrapilheira do pasto de *Urochola decumbens*, em diferentes épocas e anos de avaliação, Garanhuns-PE.

Ano	Época	
	Chuvosa	Seca
Serrapilheira (%)		
2019-2020	52,14Aa	35,25Ba
2020-2021	24,46Bb	35,23Aa
<i>p</i> -valor=	<0,0001	
EPM=	1,68	

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste F ( $p \geq 0,05$ ). EPM= Erro-padrão médio.

O material depositado via serrapilheira no solo originado de gramíneas C4 são considerados de baixa qualidade (DUBEUX JÚNIOR et al., 2007), desta forma, o consórcio entre gramíneas e leguminosas em pastagens tropicais pode aumentar os níveis da fertilidade do solo e a manutenção dos pastos através da deposição de serrapilheira de melhor qualidade (CANTARRUTI et al., 2002). Reforçando essa ideia, Carvalho et al. (2004), ao avaliarem o desenvolvimento de um sistema de manejo florestal, para produção simultânea de madeira e forragem *M. caesalpinifolia* Benth., concluíram que ao longo do período seco, a presença do material depositado no solo tem a finalidade de proteger o solo contra a erosão e a lixiviação, além de contribuir na transferência de nutrientes entre o sistema solo-planta e, conseqüentemente, evitar a aceleração dos processos de degradação ambiental.

### 3.4 Fertilidade do solo

A fertilidade do solo não sofreu influência dos tratamentos, como também ao longo das distâncias da leguminosa ( $p > 0,05$ ). Tal resultado diverge de alguns resultados obtidos por Lima et al. (2018) em sistemas consorciados com leguminosas, onde identificaram maior pH e elevação no teor de Ca trocável em áreas exploradas em monocultivo de gramínea. Por outro lado, os níveis de P, K, Mg e  $Al^{3+}$  não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre o sistema consorciado com a leguminosa (*Mimosa caesalpinifolia* ou *Gliricidia sepium*) e o monocultivo de *U. decumbens*. Assim como no trabalho de Silva et al. (2013), onde não foram observados efeitos significativos para  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e P em áreas consorciadas com leguminosas.

Os níveis de Ca, Mg, K, Na,  $Al^{3+}$ , P, T e a SB variaram ao longo dos anos de avaliação ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 7). Os níveis de Ca, Mg, K e a SB foram crescentes ao longo dos anos, contribuindo positivamente com a fertilidade do solo, contudo a CTC reduziu ao longo dos anos de avaliação, assim como os níveis de Na e  $Al^{3+}$ . Diante do exposto, estima-se que, com o avanço dos anos de avaliação, possam ser constatados efeitos sobre a fertilidade do solo em áreas consorciadas de *U. decumbens* com a sabiá.

Silva et al. (2013) relataram que ocorre maior variabilidade na fertilidade do solo em sistemas silvipastoris com leguminosas e braquiária com mais tempo de implantação. O nível de fósforo (P) elevou-se no segundo ano de coleta e foi reduzido no terceiro ano de avaliação, fato este ligado à falta de reposição deste nutriente e pastejo sucessivo durante o período experimental (Tabela 7), tendo em vista que, a presença de animais em pastagens afeta a ciclagem de nutrientes, modifica a distribuição espacial de nutrientes através das deposição de excretas, alterando assim a disponibilidade de nutrientes (DUBEUX JÚNIOR et al., 2009). A

redução desse nutriente pode ocasionar menor desenvolvimento de raízes, afetando a absorção de água e nutriente e reduzindo a produção de forragem ao longo dos anos (RUBIO et al., 2010), tendo em vista que este nutriente é responsável por auxiliar o crescimento radicular das culturas e o perfilhamento da gramínea (DUBEUX JÚNIOR et al., 2014).

**Tabela 7.** Avaliação dos teores Ca, Mg, K, Na, Al<sup>3+</sup>, T, SB e P no solo (0-20 cm) em pastos de *Urochloa decumbens*, em diferentes anos de avaliação, Garanhuns-PE.

Variáveis	Ano de avaliação			EPM	p-valor
	2017	2019	2021		
	(cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )				
Ca	0,35B	1,24A	1,30A	0,066	<0,0001
Mg	0,52C	0,76B	0,93A	0,029	<0,0001
K	0,18B	0,27A	0,30A	0,022	<0,0001
Na	0,06A	0,04B	0,03B	0,002	<0,0001
Al <sup>3+</sup>	0,95A	0,31B	0,09C	0,040	<0,0001
CTC	7,05A	5,14B	4,95B	0,143	<0,0001
SB(bases)	1,15B	2,26A	2,53A	0,040	<0,0001
	(mg.dm <sup>-3</sup> )				
P	2,00B	2,83A	0,60C	0,179	<0,0001

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si de acordo com teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). EPM= Erro-padrão médio.

Estima-se que a presença da leguminosa contribua para o incremento de nutrientes nas características químicas do solo, porém em pesquisa realizada por Herrera (2020) em sistemas silvipastoris após sete anos de implantação, foi concluído que ocorreu a redução na fertilidade, independente da leguminosa arbórea utilizada, evidenciado, sobretudo, no teor de fósforo. A redução de P obtida no presente estudo, indica a necessidade de repor este nutriente ao longo dos anos.

#### 4. CONCLUSÕES

A altura da gramínea *U. decumbens*, a massa de forragem total e de suas frações (lâmina foliar, colmo e material senescente), assim como a densidade de forragem e a participação desta espécie na composição botânica do pasto, não é afetada pelo sistema de cultivo, variando entre anos e épocas de avaliação.

A massa de forragem até 1,5m e total da leguminosa *M. caesalpinifolia* é influenciada pelo sistema de cultivo, ano e épocas de avaliação.

A proporção de solo descoberto sofre influência da época e ano de avaliação em áreas sob pastejo de bovinos.

O consórcio com a sabiá em filas duplas na ordem de 600 plantas.ha<sup>-1</sup>, não afeta os níveis de fertilidade do solo de pastos de capim-braquiária após dois anos de pastejo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.

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

APOLINÁRIO, V.X.O. et al. Tree Legumes Provide Marketable Wood and Add Nitrogen in Warm-Climature Silvopasture Systems. **Agronomy Journal**, v.107, p.1915-1921, 2015.

BASSUK, N., MAYNARD, B. Stock plant etiolation. **HortScience**, v.22, p.749-750, 1987.

CANTARUTTI, R.B. et al. The effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen dynamics in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the south of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, v.64, p.257-271, 2002.

CAVALCANTI, F.J.A.; LIMA JÚNIOR, M.A.; LIMA, J.F.W.F. Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª Aproximação. 3 ed. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco, 212 p., 2008.

CAVALCANTI FILHO, L.F.M. et al. Caracterização de pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf. na Zona da Mata de Pernambuco. **Archivos de Zootecnia**, v.57, p.391-402, 2008.

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

CARVALHO, C.B.M. et al. 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. **Tropical Animal Health and Production**, v.54, p.246-254, 2022.

COÊLHO, J. J. et al. Exotic forage grasses in the Brazilian semi-arid region: Forage mass, competitiveness, and botanical similarities of non-native pastures. **Journal of Arid Environments**, v.193, 2021.

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

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

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Animal behavior and soil nutrient redistribution in continuously stocked pensacola bahiagrass pastures managed at different intensities. **Crop Science**, v.49, p.1503-1510, 2009.

**Flora e Funga do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >.

FREIRE, J.L. et al. Deposição e composição química de serrapilheira em um bosque de sabiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1650-1658, 2010.

GOMES, F.J. et al., Shading effects on canopy and tillering characteristics of continuously stocked palisadegrass in a silvopastoral system in the Amazon biome. **Grass and Forage Science**, v.75, p.279-290, 2020b.

GUENNI, O. et al. Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity and nitrogen supply. **Tropical Grasslands**, v.42, p.75-87, 2008.

HERRERA, A. M. **Sistemas silvipastoris com leguminosas arbóreas e *Brachiaria decumbens* Stapf: biomassa arbórea, decomposição de folhas e fertilidade do solo.** 2020. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

HERRERA, A. M. et al. Decomposition of senescent leaves of signalgrass (*Urochloa decumbens* Stapf. R. Webster) and arboreal legumes in silvopastoral systems. **Agroforestry Systems**, v.94, p.2213-2224, 2020.

HERRERA, A.M. et al. Potential of *Gliricidia sepium* (jacq.) Kunth ex Walp. and *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. in silvopastoral systems intercropped with signalgrass (*Urochloa decumbens* (Stapf) RD Webster). **Agroforestry Systems**, v.95, p.1061-1072, 2021.

JONES, R. M.; HARGREAVES, J. N. G. Improvements to the dry-weight-rank method for measuring botanical composition. **Grass and Forage Science**, v.34, p.181-189, 1979.

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, p.160-170, 2018.

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

LOPES, C. M. et al. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, p.225-233, 2017a.

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

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, D.S.; SANTOS, M.V.F. Degradação das pastagens e critérios para avaliação. In: Simpósio sobre Manejo de Pastagens, 11. 1994. Piracicaba. **Anais... FEALQ**. Piracicaba. p.107-152.

OLIVEIRA, J.T.C. et al. Methodologies in the evaluation of forage mass in tree legumes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.13, p.1-7, 2018.

OLIVEIRA, O.F. et al. Características quantitativas e qualitativas de Caatinga raleada sob pastejo de ovinos, Serra Talhada (PE). **Revista Caatinga**, v.28, p.223-229, 2015.

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, p.1176-1183, 2011.

PEDREIRA, C.G.S.; BRAGA, G.J.; PORTELA, J.N. Herbage accumulation, plant-part composition and nutritive value on grazed signal grass (*Brachiaria decumbens*) pastures in response to stubble height and rest period based on canopy light interception. **Crop and Pasture Science**, v.68, p.62-73, 2017.

PEZOPANNE, J.R.M. et al. Microclimate and soil moisture in a silvopastoral system in southeastern Brazil. **Bragantia**, v.74, p.110-119, 2015.

POURRAHMATI, M.R. et al. Mapping lorey's height over Hyrcanian forests of Iran using synergy of ICESat/GLAS and optical images. **European Journal Remote Sensing**, v.51, p.100-115, 2017.

RUBIO, G.; GUTIERREZ BOEM, F.H.; LAVADO, R.S. Response of C3 and C4 grasses to application to nitrogen and phosphorus fertilizer at two dates in the spring. **Grass and Forage Science**, v.65, p.102-109, 2010.

SANTOS, A. M. G. et al. Animal performance in grass monoculture or silvopastures using tree legumes. **Agroforestry Systems**, v.94, p.615-626, 2020.

SANTOS, D.C. et al. Implementation of silvopastoral systems in Brazil with *Eucalyptus urograndis* and *Brachiaria brizantha*: Productivity of forage and an exploratory test of the animal response. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.266, p.174-180, 2018.

SELEMANI, I.S. et al. Variation in quantity and quality of native forages and grazing behavior of cattle and goats in Tanzania. **Livestock Science**, v.157, p.173-183, 2013.

SILVA, A.B. et al. Estoque de serrapilheira e fertilidade do solo em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* após implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.502-511, 2013.

SILVA, I.A.G. et al. Tree legume enhance livestock performance in silvopasture system. **Agronomy Journal**, v.113, p.358-369, 2021.

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

SILVA P.S.L. et al. Biomass of tree species as a response to planting density and interspecific competition. **Revista Árvore**, v.38, p.319-329, 2014.

SILVEIRA, M. C. T. et al. Forage sward structure of Mulato grass (*Brachiaria* hybrid ssp.) subjected to rotational stocking strategies. **Australian Journal Crop Science**, v.10, p.864-873, 2016.

SOBRAL, L. F. et al. Guia prático para interpretação de resultados de análises de solo. Embrapa Tabuleiros Costeiros (Documentos), p.13, 2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1042994/1/Doc206.pdf>.

SOCHER, L.G.; RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F. Aerial biomass in a floodplain forest at Araucaria, Parana State, South Brazil. **Revista Floresta**, v.38, p.245-252, 2008.

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

SOLORIO, F. J. et al. The potential of silvopastoral systems for milk and meat organic production in the tropics. In K. Gopal Ramawat (Ed.), *Organic farming for sustainable agriculture: Sustainable development and biodiversity* (v.9, p.169-183, 2016). (1), New York, NY: Springer.

VIEIRA, E. L. et al. Composição química de forrageiras e seletividade de bovinos em bosque de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) nos períodos chuvoso e seco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1505-1511, 2005.

TAIZ L; ZEIGER E. *Fisiologia Vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed Editora; 2004. p.719.

THORNTHWAITE, C.; MATHER, J. 1955. *The Water Balance*. New Jersey: Drexel Institute Of 508 Technology. Publications in Climatology, p.104.

YDOYAGA-SANTANA, D.F. et al. Caracterização da caatinga e da dieta de novilhos fistulados, na época chuvosa, no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.69-78, 2011.

### CAPÍTULO 3

---

**Sistemas de cultivo e épocas do ano influenciam no valor nutritivo de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster e *Mimosa caesalpinifolia* Benth?**

**Sistemas de cultivo e épocas do ano influenciam no valor nutritivo de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth?**

**Resumo**

Os pastos são considerados como o principal componente das dietas de ruminantes e a forma mais econômica de alimentação. A introdução de leguminosas arbóreas em pastagens tropicais pode melhorar o valor nutricional da forragem. Neste contexto, objetivou-se avaliar o valor nutritivo de *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., em diferentes sistemas de cultivo e épocas do ano, ao longo de dois anos de avaliação (2019 e 2020). A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Garanhuns-PE. Os tratamentos consistiram em: consórcio de *U. decumbens* + *M. caesalpiniiifolia*, cultivo exclusivo de *U. decumbens*, ambos sob pastejo de bovinos, e cultivo exclusivo de *M. caesalpiniiifolia*. O delineamento foi casualizados em blocos, com três repetições. Amostras foram coletadas ao longo de dois anos, nas épocas seca e chuvosa. Foi realizado o cálculo da relação folha/colmo da gramínea, e determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), hemicelulose, digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), carboidratos totais (CHOT), para ambas as espécies, bem como taninos e fenóis da leguminosa. A maior relação folha/colmo foi obtida no primeiro ano de avaliação, atingindo 1,13. Foi observado efeito da interação ano e época para o teor de PB da gramínea, destacando a época chuvosa de 2019 (71,76 g.kg<sup>-1</sup>) e a época seca de 2020 (73,87 g.kg<sup>-1</sup>). Não foi observado variação no teor de PB da forragem em relação aos sistemas de cultivo ( $p > 0,05$ ). Observou-se efeito isolado de época de avaliação para os teores de MS, EE e Cel da gramínea com maiores teores observados ao longo da época seca, sendo de 393,78 g.kg<sup>-1</sup>, 20,72 g.kg<sup>-1</sup> e 20,72 g.kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Foi observado efeito da interação ano e época para os teores da fração MM e MO da gramínea, não diferindo entre anos na época chuvosa, variando a fração mineral de 62,24 g.kg<sup>-1</sup> a 66,64 g.kg<sup>-1</sup>, enquanto que a MO foi maior na época seca do ano de 2019 (951,58 g.kg<sup>-1</sup>). Observou-se efeito da interação ano x época para os teores médios dos carboidratos totais, obtendo-se maiores teores na época chuvosa de 2020 (871,70 g.kg<sup>-1</sup>) e na época seca no ano de 2019 (868,20 g.kg<sup>-1</sup>). O teor de PB da leguminosa diferiu entre a interação de anos e épocas, variando de 162,30 g.kg<sup>-1</sup> na época chuvosa de 2019 a 88,44 g.kg<sup>-1</sup> na época seca do mesmo ano. Em 2020, os resultados obtidos variaram de 149,21 g.kg<sup>-1</sup> a 140,24 g.kg<sup>-1</sup>, não diferindo entre as épocas. A FDN não sofreu influência dos sistemas de cultivo, mas houve a

interação entre ano x época, sendo superior na época chuvosa de 2019 ( $605,48 \text{ g.kg}^{-1}$ ) em relação ao ano de 2020 e a época seca de 2019. A época seca de 2020 foi superior ao ano antecedente e a época chuvosa, possuindo  $536,12 \text{ g.kg}^{-1}$ . Para teor de FDA observou-se efeito da interação ano x época de avaliação, com menor teor encontrado na época seca de 2019. Foi percebido elevada concentração de taninos condensados na época seca em comparação com a época chuvosa. O valor nutritivo da gramínea e da leguminosa não é afetado quando se utiliza o sistema silvipastoril, por outro lado, varia entre anos e épocas de avaliação.

**Palavras-chave:** gramínea, leguminosa, sistema silvipastoril.

**Crop systems and seasons influence the nutritional value of *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster and *Mimosa caesalpinifolia* Benth?**

**Abstract**

Pastures are considered to be the main component of ruminant diets and the cheapest form of feeding. The introduction of leguminous trees in tropical pastures is an alternative that can contribute to improving the nutritional value of the diet. The objective of this study was to evaluate the nutritional value of signal grass [*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster] and sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), in different cropping systems and seasons, over two years of evaluation. The research was carried out at the Experimental Farm of the Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), located in the municipality of Garanhuns-PE (8°58'52"S 36°27'47"W). The experimental treatments were: a silvopastoral system (SSP) of signal grass with sabiá, a monocropping system of signal grass and a monoculture of sabiá, using a randomized block design, with three replications. Forage samples were collected in the years 2019 and 2020, in the dry and rainy seasons. The leaf/stem ratio of the grass was calculated, and the contents of dry matter (DM), mineral matter (MM), organic matter (OM) ether extract (EE), crude protein (CP), neutral detergent fiber were (NDF), acid detergent fiber (ADF), lignin (LIG), cellulose (CEL), hemicellulose (Hemi), *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD), total carbohydrates (CHOT), for both species involved, also were analyzed the secondary compounds (tannins and phenols) of the legume. The greatest leaf: stem ratio was obtained in the first year of evaluation, reaching a ratio of 1.13. An interaction effect of the year and season was observed for the crude protein (CP) content of the grass, especially in the rainy season of 2019 (71.76 g.kg<sup>-1</sup>) and the dry season of 2020 (73.87 g.kg<sup>-1</sup>). No variation was observed in the crude protein content of the forage concerning cropping systems (P>0.05). An isolated effect of the evaluation period was observed for the contents of dry matter, ethereal extract (EE) and cellulose of the grass, with the greatest levels observed throughout the dry season 393.78 g.kg<sup>-1</sup>, 20.72 g.kg<sup>-1</sup> and 20.72 g.kg<sup>-1</sup>, respectively. An interaction effect of the year and season was observed for the contents of the mineral and organic matter fractions of the grass, not differing between years in the rainy season. The mineral fraction varied from 62.24 g.kg<sup>-1</sup> to 66.64 g.kg<sup>-1</sup>, while the organic matter was the greater in the dry season of 2019 (951.58 g.kg<sup>-1</sup>). An interaction effect between the year and season was observed for the average levels of total carbohydrates, with greater levels in the rainy season of 2020 (871.70 g.kg<sup>-1</sup>) and in the dry season in the year 2019 (868.20 g.kg<sup>-1</sup>). No significant effect was observed for the

contents of dry matter, organic matter, mineral matter and hemicellulose of the legume evaluated. The crude protein content of the legume differed between the interaction of years and seasons, ranging from 162.30 g.kg<sup>-1</sup> in the rainy season of 2019 to 88.44 g.kg<sup>-1</sup> in the dry season of the same year. In 2020, the results obtained ranged from 149.21 g.kg<sup>-1</sup> to 140.24 g.kg<sup>-1</sup>, not differing between seasons. The NDF was not influenced by cropping systems, the interaction between year x season being significant, with greater NDF contents in the rainy season of 2019 (605.48 g.kg<sup>-1</sup>) compared to the year 2020 and the dry season of 2019. The dry season of 2020 was superior to the previous year and the rainy season, with an NDF of 536.12 g.kg<sup>-1</sup>. The ADF content differed in the interaction between year and season, with a lower content found in the dry season of 2019. A high concentration of condensed tannins was observed in the legume during the dry season compared to the rainy season. The nutritive value of the grass and the legume under evaluation was not affected when these species are used in the consortium, on the other hand, it varies over the years and evaluation periods.

**Keywords:** grass, legume, silvopastoral system.

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas silvipastoris detêm uma alternativa potencial em relação à exploração de gramíneas em monocultivo (SILVA et al., 2020), pois, neste tipo de sistema, utiliza-se a técnica de exploração pecuária na qual se integram árvores, com espécies de gramíneas forrageiras associados a exploração pecuária em um mesmo ambiente (JOSE et al., 2019; GOMES et al., 2019; LIRA JUNIOR et al., 2020), resultando em benefícios mútuos para cada componente do sistema (CARVALHO et al., 2019). Além disso, proporcionam um elevado desempenho animal em regiões tropicais (PACIULLO et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2014), através do incremento da proteína bruta e diminuição do teor de fibra na forragem (NEEL;BELESKY 2017; LIMA et al., 2019; HOMEM et al., 2021), com capacidade de elevar e o valor nutritivo do pasto (HERRERA et al., 2021; LIMA et al., 2019a), quando comparado a exploração em monocultivo.

Lima et al. (2018) avaliaram a *Urochloa decumbens* Stapf. em áreas em monocultivo e em sistema silvipastoril, na Zona da Mata do Estado de Pernambuco, no qual a *U. decumbens* foi consorciada com leguminosas, obtendo menor teor de fibra em detergente neutro no sistema silvipastoril (658,1 g.kg<sup>-1</sup>), enquanto que no monocultivo de *Urochloa decumbens* foi obtido 676,6 g.kg<sup>-1</sup>; além disso, houve um incremento no teor de proteína bruta no sistema silvipastoril (109 e 128 g.kg<sup>-1</sup>), em relação ao monocultivo ( 87 e 96 g.kg<sup>-1</sup>).

A consorciação de leguminosas e gramíneas em condições tropicais em sistemas de exploração pecuária, pode resultar em melhorias tanto do pasto, como da produção animal, por seu efeito indireto sobre a biodiversidade do ecossistema de pastagens ou pelo efeito direto na dieta do animal (PINHEIRO et al., 2014), sendo considerado um pilar para sistemas de produção de ruminantes mais sustentáveis e competitivos (LUSCHER et al., 2014; SCHULTZE-KRAFT et al., 2018). No pasto, essa melhoria se dá devido a elevada quantidade de proteína bruta e por ser um material da gramínea com melhor digestibilidade no rúmen (PEREIRA et al., 2018).

Dentre as diversas espécies de leguminosas arbóreas existentes, o Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) pode ser utilizado eficientemente em sistemas silvipastoris (APOLINÁRIO et al., 2016; COSTA et al., 2016), por possuir elevadas concentrações de proteína bruta em suas folhas (SANTOS et al., 2019; HERRERA et al., 2021), que variam de 162,5 até 247g.kg<sup>-1</sup> (APOLINÁRIO et al., 2015).

A leguminosa Sabiá possui em sua morfologia a presença de acúleos em seus ramos, porém podem ser encontrados exemplares inermes (CARVALHO et al., 2004), e também possui consideráveis concentrações de compostos antinutricionais (ALVES et al., 2011;

COSTA et al., 2016), tais como taninos condensados, fatores que podem afetar a aceitabilidade dos animais no consumo voluntário desta espécie (CAMPOS et al., 2009). No entanto, em termos de nutrição animal, ainda é necessário aprimorar o conhecimento relacionado ao seu uso e influência na dieta de animais em pastejo sob sistemas silvipastoris (COSTA et al., 2021), bem como a presença de compostos antinutricionais (MUIR et al., 2019). Desta forma, analisar a composição química da espécie forrageira explorada em monocultivo ou integrada, é de fundamental importância para ocorra o manejo adequado de pastagens, para a nutrição e consequentemente o bom desempenho animal (NEEL et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2022), pois os animais podem selecionar uma dieta no pasto de maior ou menor qualidade do que a presente na pastagem (BRAGA et al., 2020). Essa variação se dá por diversos fatores, dentre esses as variações climáticas ao longo do desenvolvimento da espécie forrageira (PACIULLO et al., 2014).

Com base no exposto, hipotetizou-se que o cultivo da gramínea *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster, em sistema consorciado com *Mimosa caesalpinifolia* Benth. elevaria o valor nutritivo do pasto. Objetivou-se avaliar o valor nutritivo da forragem produzida em diferentes sistemas de cultivo (consórcio e monocultivo) de *U. decumbens* e *M. caesalpinifolia* em épocas distintas (seca e chuvosa) ao longo de dois anos de avaliação, bem como os compostos secundários da leguminosa em diferentes alturas de colheita.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização e caracterização da área experimental:**

A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizada no município de Garanhuns-PE, região Agreste de Pernambuco), (8°58'52"S 36°27'47"W), situando-se a uma altitude de 820 m (CPRM, 2005). O clima da região é classificado como tropical tipo Aw', conforme a classificação 78 climática de Köppen-Geiger (ALVARES et al., 2013), com temperatura média anual de 21,27 °C. A precipitação média anual histórica de 53 anos do município é de 866 mm (BARBOSA et al., 2016). De acordo com estudos realizados por Souza et al. (2021), tomando como base o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2013), o solo da área experimental foi classificado como Argissolo amarelo e a classe textural como franco-argiloarenoso.

Realizou-se a coleta de amostras de solo em 20 pontos por hectare na profundidade de 0-20 cm, antes da implantação da leguminosa no ano de 2017, sendo obtida uma amostra

composta de toda área experimental. A análise química do solo foi realizada no Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), obtendo os valores descritos na Tabela 1.

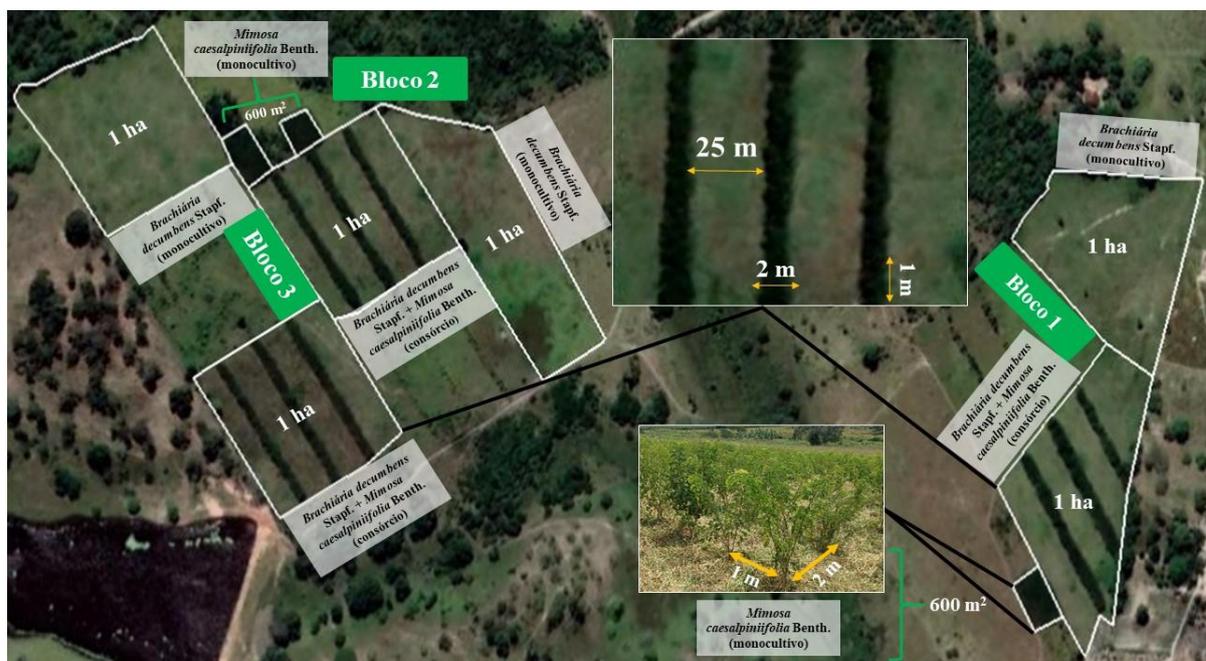
**Tabela 1.** Análise do solo da área experimental, Garanhuns – PE.

P	pH	cmol/dm <sup>3</sup>								%	
(mg/dm <sup>3</sup> )	(H <sub>2</sub> O)	Ca	Mg	Na	K	Al	H	S	CTC	V	m
2,0	5,3	0,35	0,56	0,06	0,18	0,95	4,94	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.

## 2.2 Delineamento e tratamentos experimentais

A área experimental total foi 6,18 ha, sendo os tratamentos constituídos do consórcio de *U. decumbens* (Stapf) R.D. Webster. com *M. caesalpinifolia* Benth. (1 ha), cultivos exclusivos de *U. decumbens* (1 ha) e cultivos exclusivos de *M. caesalpinifolia* (0,06 ha), dispostos em três blocos casualizados. No tratamento consorciado entre *B. decumbens* + *M. caesalpinifolia*, as árvores foram estabelecidas em três fileiras duplas (100 m) nos pastos de braquiária espaçadas nas distâncias de 25,0 m (fileiras duplas) x 2,0 m (entre linhas) x 1,0 m (entre plantas), totalizando 600 plantas.ha<sup>-1</sup> de *M. caesalpinifolia* por parcela experimental, (Figura 1).

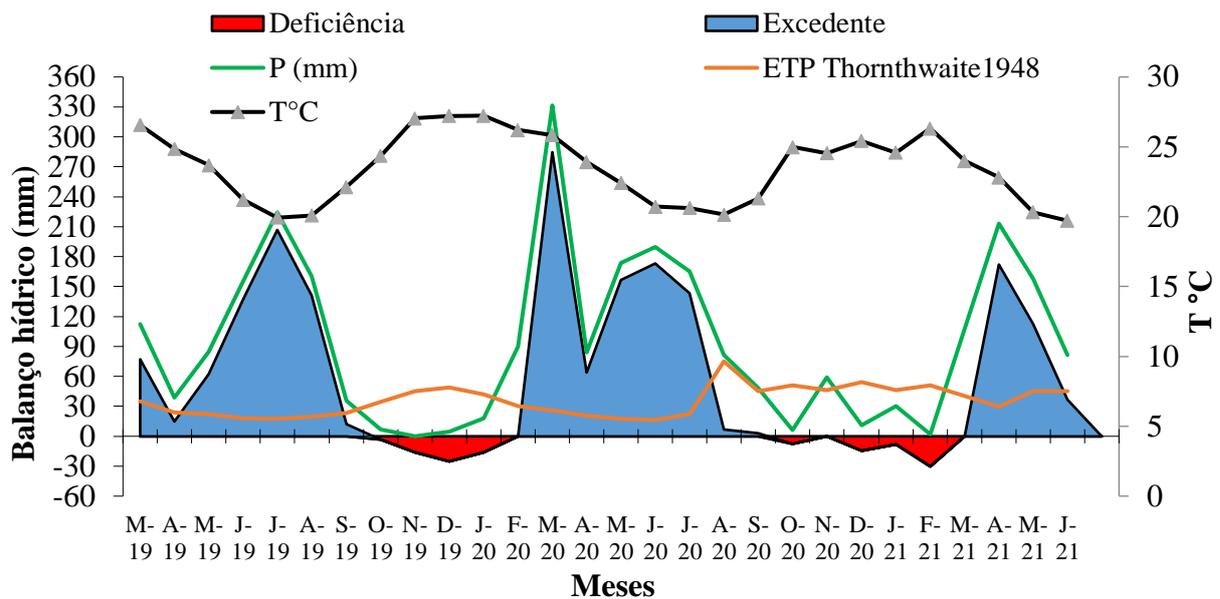


**Figura 1.** Disposição de blocos, tratamentos da área experimental e distâncias entre plantas, filas e fileiras duplas da leguminosa, Garanhuns-PE (Google Earth Pro).

As parcelas que constituíam os consórcios e a braquiária em monocultivo corresponderam a um hectare cada, enquanto que os bosques (cultivo exclusivo) de Sabiá consistiram de áreas de aproximadamente 30 x 20 m (600 m<sup>2</sup>), seguindo os mesmos espaçamentos utilizados entre plantas e entre linhas nas parcelas consorciadas, possuindo 300 plantas, totalizando proporcionalmente 5.000 plantas.ha<sup>-1</sup>.

A *U. decumbens* foi implantada desde 1998 e a *M. caesalpinifolia* foi implantada em novembro de 2017 e o replantio foi realizado em maio de 2018, foram utilizadas mudas adquiridas em sementeiras credenciadas. Antes do plantio, realizou-se a correção do solo em área total na proporção de 2,5 t de Calcário.ha<sup>-1</sup> (Calcário dolomítico, PRNT: 90%). A adubação com Fósforo (superfosfato simples) na ordem de 30 kg.ha<sup>-1</sup> e Potássio (cloreto de potássio) na proporção de 15 kg.ha<sup>-1</sup>, foi realizada por cova no plantio das mudas de *M. caesalpinifolia*, seguindo as recomendações de adubação para o estado de Pernambuco, utilizando-se como referência a recomendação para a leguminosa *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (CAVALCANTI et al., 2008).

Foi realizado o cálculo do balanço hídrico sequencial (BHS), calculado pelo método proposto por Thornthwaite e Mather (1955) em planilhas Excel (ROLIM et al., 1998) (Figura 2), para que fosse determinado a época seca e chuvosa de cada ano e a partir disso fosse possível escolher meses que representassem em ambos os anos esta condição. Foi considerado a época chuvosa os meses com balanço hídrico positivo ou nulo, correspondendo aos meses de agosto e setembro que juntos somaram no ano de 2019, 196 mm e no ano de 2020, 130 mm de precipitação pluviométrica. Já a época seca, os meses com balanço hídrico negativo (déficit hídrico), correspondendo aos meses de novembro e dezembro que totalizaram no ano de 2019, 5 mm e no ano de 2020, 70 mm de precipitação pluviométrica.



**Figura 2.** Balanço Hídrico Sequencial de março de 2019 a junho de 2021, Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE, Garanhuns-PE. P = precipitação pluviométrica; ETP = Evapotranspiração potencial; T° C= temperatura média.

### 2.3 Método de pastejo

A área de pastagem em monocultivo e consorciada com a leguminosa *M. caesalpinifolia* Benth. foram submetidas ao pastejo de bovinos a partir de março de 2019 a fevereiro de 2020 (primeiro ciclo de avaliação) e de agosto de 2020 a julho de 2021 (segundo ciclo de avaliação), totalizando 365 dias de pastejo para cada ciclo de pastejo. Utilizou-se dois animais, bovinos machos não castrados (Holandês x Zebu) com peso médio de  $186 \pm 15$  kg, por parcela experimental, não ocorrendo o pastejo nos cultivos exclusivos de *M. caesalpinifolia*. 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  $3 \pm 0,5$  kg de MS de forragem verde por kg de PC. A água e mistura mineral foram disponibilizadas *ad libitum* em todos os piquetes. Os animais permaneceram na área experimental ao longo dos dois ciclos de pastejo. A certificação protocolada sob a Comissão de ética no Uso de Animais (CEUA) foi de nº3695240820 (ID 000457).

O método de pastejo utilizado foi o de lotação contínua com carga variável, conforme a metodologia descrita por Mott e Lucas (1952), onde os animais testes permaneceram na parcela por todo o período experimental (365 dias por ciclo de avaliação).

### 2.4 Coleta de amostras

As amostras de forragem da *U. decumbens* para determinação da composição bromatológica e digestibilidade foram obtidas a partir do corte em seis pontos (0,25m<sup>2</sup>) representativos tanto nas parcelas experimentais do monocultivo quanto consórcios, a cada 28 dias.

O corte da gramínea foi realizado a uma altura de 5 cm do solo. Após o corte, foi realizada a separação das frações (folha e colmo), secagem em estufa de circulação forçada (55°C) até peso constante. Após a retirada do material da estufa, foi realizada a pesagem separadamente de cada fração, visando realizar o cálculo da relação folha/colmo da gramínea, mensurada a partir da razão entre a massa de folha verde e colmo verde. Logo após, realizou-se o quarteamento das amostras vegetais, visando a redução da amostra e sua homogeneização, para que fosse garantido a representatividade do material coletado (PROCTOR; MEULLENET, 1998). Em seguida, foi realizado o processamento físico, buscando a redução de partículas a 1 mm para determinação das variáveis da composição bromatológica e a 2 mm para determinação da digestibilidade *in vitro*, do material vegetal (folha e colmo) moído separadamente, em moinho de facas tipo Willey.

Na *M. caesalpinifolia*, o material foi coletado ao longo de nove plantas (três plantas por fileira dupla) nos consórcios e quatro plantas nos monocultivos da leguminosa, em duas alturas pré-determinadas: até 1,5m (altura de ramoneio) e acima de 1,5m (planta inteira). O material vegetal total (folhas e ramos tenros) foi pesado, homogeneizado, retirando-se uma amostra representativa de cada altura coletada formando uma amostra composta. Em seguida, realizou-se os mesmos procedimentos de secagem e processamento físico utilizados para a gramínea em avaliação.

## 2.5 Valor nutritivo

Para determinação do valor nutritivo (composição química e digestibilidade), realizou-se as análises individuais das frações (folha e colmo) da gramínea e do material vegetal colhido separadamente de duas alturas da leguminosa (até 1,5m e >1,5m), posteriormente realizou-se média dos valores obtidos ao longo das análises, para cada espécie vegetal presente na área experimental..

Após coleta e processamento das amostras, utilizou-se os procedimentos descritos pela *Association of Official Agricultural Chemists International* (AOAC, 1990) para determinação dos teores de matéria seca (MS) pelo método 967.03, matéria mineral (MM) método 942.05, extrato etéreo (EE) método 920.29 e proteína bruta (PB) método 988.05. Fibra em detergente

neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram obtidos segundo metodologia proposta por Van Soest et al. (1991) e adaptada por Senger et al. (2008) quanto a utilização de autoclave com temperatura de 110 °C por 40 minutos.

A lignina foi estimada de acordo com o método 973.18 (AOAC, 2002) e tratamento do resíduo da FDA com ácido sulfúrico a 72% (VAN SOEST et al., 1991). A fração da celulose (CEL) foram estimadas pela equação:  $CEL = FDA - LIG$ .

Os carboidratos totais (CHOT) foram estimados conforme a equação descrita por Sniffen et al. (1992) em que,  $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ .

A análise da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi realizada segundo Tilley e Terry (1963), com as modificações propostas por Holden (1999), através da incubação *in vitro* das amostras em sacos de TNT (tecido não tecido). Uma alíquota de 2 g de amostra foi depositada nos sacos com gramatura de 100 g m<sup>-2</sup> devidamente pesado e identificado, com dimensões de 7×10×2 cm, com uma relação de 14,3 mg de amostra por cm<sup>-2</sup>. Após isso, foi adicionada a solução tampão proposta por McDougall (1948) e inóculo ruminal na DAISY<sup>II</sup> Incubator (ANKOM® Technology). Após 48 horas de incubação, 40 mL de solução de HCl (6N) e 8 g de pepsina foram adicionados a cada frasco e, após o período de incubação de 24 horas, os sacos contendo os resíduos foram lavados e secos em estufa a 105 °C, até peso constante e pesados, para cálculo da DIVMS. O inóculo ruminal foi obtido a partir de amostras compostas das frações sólida e líquida do conteúdo ruminal de bovino (fêmea) girolando adulto fistulado no rúmen, com 410 ± 10 kg PVC (peso vivo corporal). As análises foram realizadas nos laboratórios de Nutrição Animal Prof. Silvio Parente Viana (LNA) e de Forragicultura, Prof. Iderval Farias, ambos situados no Departamento de Zootecnia, na UFRPE-Recife.

## 2.6 Compostos secundários

Os compostos secundários fenóis e taninos condensados totais (TC) da leguminosa *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. foram determinados pelo método butanol-HCL, segundo metodologia descrita por Porter et al. (1986) modificada por Terrill et al. (1992), no Laboratório de Biologia Molecular Aplicada (BIOPA) da UFRPE, utilizando-se material coletado nas duas alturas descritas na coleta da leguminosa. Auto padrões purificados dos TC foram preparados a partir do material vegetal da espécie, segundo Wolfe et al. (2008).

## 2.7 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk), homocedasticidade, visando verificar se os dados atendiam as premissas da análise de variância, analisados em blocos casualizados, por meio do procedimento PROC MIXED do SAS OnDemand®. A análise foi realizada considerando-se os sistemas de exploração (monocultivo e o sistema silvipastoril), época, ano experimental e suas interações como efeitos fixos e blocos como efeito aleatório. Foram obtidos valores médios para cada época (seca e chuvosa) e os dados foram analisados separadamente em relação a cada época de avaliação. Quando o teste F foi significativo ( $p < 0,05$ ), as médias foram estimadas por meio do LSMEANS e comparadas pela probabilidade de diferença (“PDIFF”) ajustada para Teste de Tukey com um nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + G_j + I_k + BI_{ij} + GI_{jk} + II_{jk} + e_{ijk}$$

Onde,  $Y_{ijk}$ = observação relativa ao sistema de cultivo  $i$ , época  $j$ , ano  $k$ ;  $\mu$ = média geral;  $B_i$ = efeito do sistema de cultivo;  $G_j$ = efeito da época de avaliação;  $I_k$ = ano de avaliação;  $BI_{ij}$ = efeito da interação sistema de cultivo x época;  $GI_{jk}$ = efeito da interação sistema de cultivo x ano,  $II_{jk}$ = efeito da interação ano x época;  $e_{ijk}$ = efeito do erro do bloco.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

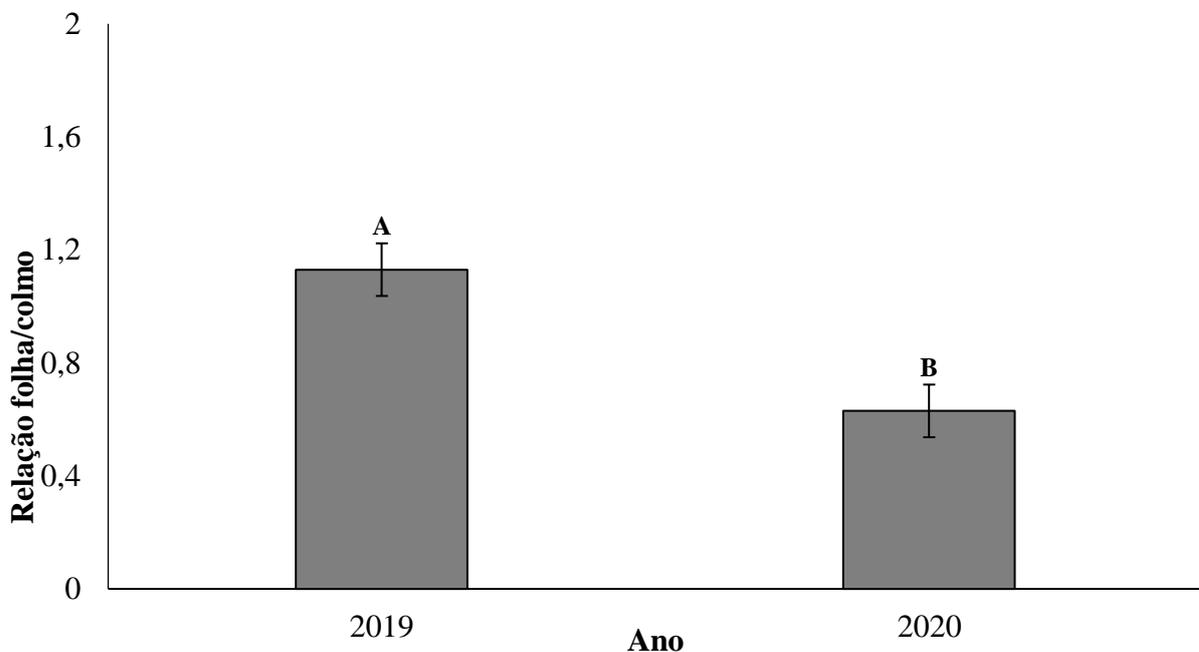
#### 3.1 Relação folha/colmo e valor nutritivo de *Urochloa decumbens*

Ao avaliar a relação folha/colmo da gramínea não foi observada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os sistemas de cultivo, épocas ou suas interações, diferindo apenas entre anos de avaliação ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 3). A maior relação folha/colmo da planta foi obtida no ano de 2019 (primeiro ano de avaliação), mesmo após o pasto ter permanecido em diferimento ao longo de 18 meses, atingindo uma relação de 1,13, podendo provavelmente representar um material que favorece o desempenho animal, enquanto que no ano de 2020 a relação obtida foi de 0,60. Ao longo da utilização do pasto, é de se esperar redução da relação folha/colmo, pelo consumo predominante de folhas pelos animais em pastejo. É de fundamental importância quantificar esta relação em gramíneas, pois está diretamente correlacionada com o valor nutritivo da forragem produzida e a facilidade com que os ruminantes apreendem a forragem (CASTAGNARA et al., 2011).

Segundo Van Soest (1994), quanto maior a relação folha/colmo, maior o valor nutritivo da forragem, pois as folhas são consideradas a fração da planta forrageira com maior digestibilidade, por serem mais ricas em proteína bruta e com menor teor de fibra. Além disso, podem proporcionar uma estrutura indesejável para o pastejo animal (MACHADO et al., 2020).

Os resultados obtidos no ano de 2019 são superiores aos encontrados por Silva et al. (2016) com *U. decumbens* cv. Basilisk em Minas Gerais, onde foi obtido relação lâmina foliar/colmo de 1,05. Porém, essa variável é afetada por diversos fatores abióticos, dentre eles podemos destacar a luminosidade (SOARES et al., 2009), fato este que pode ter ocasionado maior relação no presente estudo para o ano de 2019, devido ao diferimento do pasto prolongado.

Outro fator que condiciona a elevação da relação folha/colmo é a redução da evapotranspiração e conservação da umidade do solo, elevando o crescimento da gramínea, que tende a responder aos eventos de precipitação pluviométricos, desta forma, há uma predisposição em aumentar a relação folha/colmo (ABRAHAM et al., 2014), podendo ser observado no presente estudo menores taxas evapotranspirativas no ano de 2019, obtendo valor médio de 40 mm, enquanto que no ano de 2020 esse valor foi em torno de 55 mm.

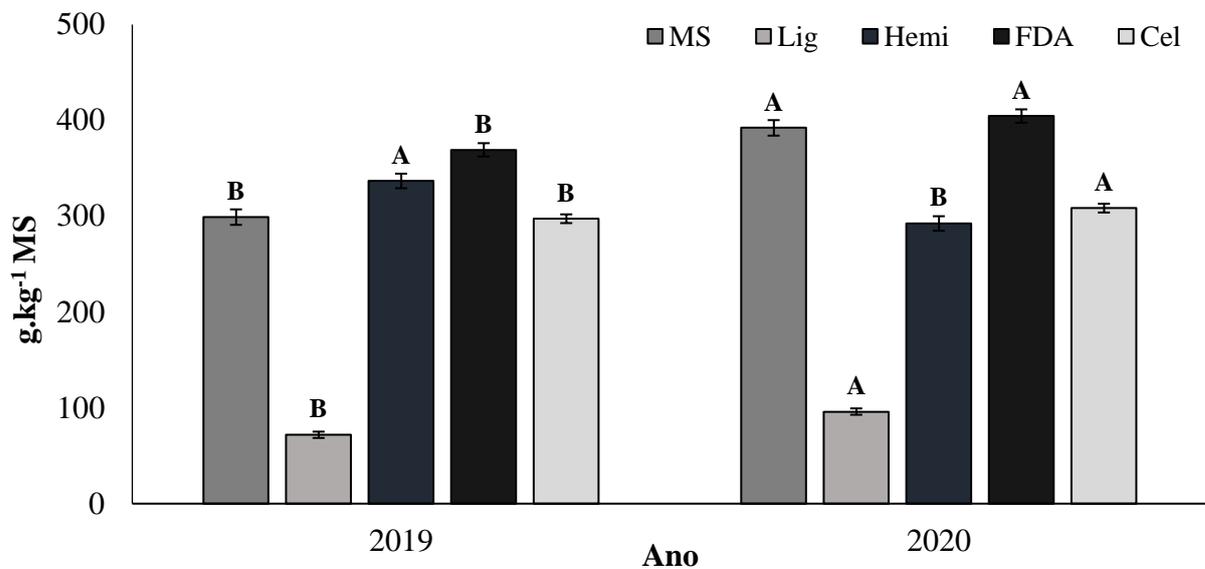


**Figura 3.** Relação folha/colmo de *Urochloa decumbens* sob pastejo em diferentes de anos de avaliação, Garanhuns-PE.

Médias seguidas por letras diferentes, diferem entre os anos de avaliação F ( $p \leq 0,05$ ). Traços verticais nas barras indicam o erro padrão da média (EPM). Erro padrão médio = 0,22.

Para os teores de matéria seca (MS), lignina (Lig), hemicelulose (Hemi), fibra em detergente ácido (FDA) e celulose (Cel) observou-se efeito apenas dos anos de avaliações ( $p \leq 0,05$ ), conforme descrito na Figura 4. Foram encontrados maiores teores de MS ( $392,16 \text{ g.kg}^{-1}$  MS), Lig ( $96 \text{ g.kg}^{-1}$  MS), FDA ( $404,53 \text{ g.kg}^{-1}$  MS) e Cel ( $308,42 \text{ g.kg}^{-1}$  MS) na forragem coletada ao longo do segundo ano de avaliação (2020), quando comparadas ao material colhido no primeiro ano (2019), condicionando assim um alimento com menor qualidade, mais fibroso e de lenta digestão. Lima et al. (2019) afirmaram que o teor de FDN da forragem em sistemas

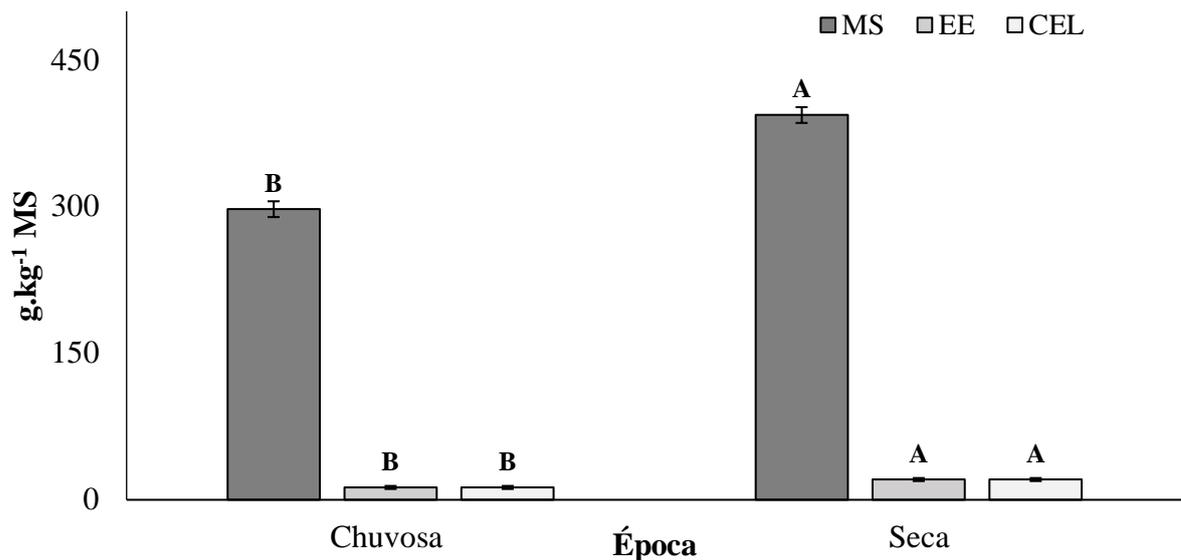
silvipastoris não apresentam um padrão bem definido, variando de acordo com o nível de sombra, que os pastos são submetidos. O oposto foi observado para o teor de Hemicelulose ( $336,78 \text{ g.kg}^{-1} \text{ MS}$ ), com maior teor observado no primeiro ano de avaliação. As variações ocorridas nas variáveis acima citadas estão ligadas as condições meteorológicas presentes em cada ano e a variação da pressão de pastejo, tendo em vista que houve diferentes ofertas de forragem ao longo dos anos de avaliação, como descrito por Carvalho et al. (2022). A fibra é um material heterogêneo incluindo hemicelulose, celulose e uma quantidade menor de lignina, com isso, o aumento dos níveis de FDA e FDN diminui a digestão das fibras, reduzindo o consumo de forragem pelos ruminantes e consequentemente podem limitar a produção animal (HABERMANN et al., 2019).



**Figura 4.** Matéria seca (MS), Lignina (Lig), Hemicelulose (Hemi), Fibra em detergente ácido (FDA) e Celulose (Cel) de *Urochloa decumbens* sob pastejo em diferentes anos de avaliação, Garanhuns-PE.

Médias seguidas por letras diferentes, diferem entre os anos de avaliação, pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Traços verticais nas barras indicam o erro padrão médio (EPM).

Foi observado efeito isolado de época de avaliação para os teores de MS, EE e Cel (Figura 5), com maiores teores observados ao longo da época seca, sendo de  $393,78$ ;  $20,72$  e  $20,72 \text{ g.kg}^{-1} \text{ MS}$ , respectivamente. Essa superioridade na concentração de componentes da fibra está associada ao aumento da maturidade da planta devido ao acúmulo de celulose, hemicelulose e lignina (MINSON, 1990), como também aos menores índices pluviométricos acumulados ao longo dessa época.



**Figura 5.** Matéria seca (MS), extrato etéreo (EE) e celulose (CEL) de *Urochloa decumbens* sob pastejo em diferentes épocas de avaliação, Garanhuns-PE. Médias seguidas por letras diferentes, diferem entre as épocas de avaliação pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Traços verticais nas barras indicam o erro padrão da média (EPM).

Na análise do teor de proteína bruta (PB), matéria mineral (MN), matéria orgânica (MO) e carboidratos totais (CHOT) da gramínea (Tabela 2), constatou-se que houve efeito significativo da interação ano x época ( $p \leq 0,05$ ). O teor de PB na época chuvosa de 2019 foi de 71,76 g.kg<sup>-1</sup> MS e na época seca de 2020 foi de 73,87 g.kg<sup>-1</sup> MS. Não foi observado variação no teor de proteína bruta em relação aos sistemas de cultivo ( $p > 0,05$ ), obtendo teores de 60,59 e 67,77 g.kg<sup>-1</sup> MS, no monocultivo e consórcio, respectivamente. Resultados estes, distintos dos obtidos por Lima et al. (2019) em sistemas silvipastoris, onde foi percebido um incremento de 250 g.kg<sup>-1</sup> MS e 33 g.kg<sup>-1</sup> MS de PB em relação aos pastos de *U. decumbens* explorados em monocultivo. Silva et al. (2021) avaliaram a PB de *U. decumbens* em monocultivo e consorciada com diferentes leguminosas em diferentes meses e observaram que no período chuvoso o sistema em monocultivo não diferiu do consórcio com *Gliricidia sepium*, sendo superior ao consórcio com *Mimosa caesalpinifolia*, este fato não persistiu ao longo da época seca.

O teor de PB da forragem no período chuvoso tende a ter relação direta com a maior presença de folhas que contribui para o aumento do teor desse nutriente (SILVA et al., 2006). Valores de PB acima de 120 g.kg<sup>-1</sup> MS são considerados por Araújo et al. (2001), como satisfatórios, por estar acima do limite de 70 g.kg<sup>-1</sup> MS predito para ruminantes, pois atendem as exigências para manutenção dos microrganismos ruminais (VAN SOEST, 1994). Porém, não foram observados valores acima do limite, devido principalmente a falta de reposição de nutrientes no pasto avaliado. Vale salientar que a composição química da forragem é

influenciada pela fenologia da planta, condições ambientais (temperatura, precipitação, etc.) e manejo (HABERMANN et al., 2019), com isso, à medida que as forragens amadurecem, ocorre a redução no teor de PB (WAGHORN; CLARK 2004).

**Tabela 2.** Teor de proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) e carboidratos totais (CHOT) de *Urochloa decumbens*, em diferentes épocas e anos de avaliação, Garanhuns-PE.

Ano	Época		<i>p</i> -valor	EPM
	Chuvosa	Seca		
PB (g.kg <sup>-1</sup> MS)				
2019	71,76Aa	58,89Bb	0,0006	5,27
2020	52,22Bb	73,87Aa		
MM (g.kg <sup>-1</sup> MS)				
2019	69,64Aa	48,32Bb	0,0012	4,28
2020	62,24Aa	66,64Aa		
MO (g.kg <sup>-1</sup> MS)				
2019	930,36Ab	951,58Aa	0,0012	4,28
2020	937,76Aa	933,56Ba		
CHOT (g.kg <sup>-1</sup> de MS)				
2019	847,20Bb	868,20Aa	0,0004	0,6954
2020	871,70Aa	840,90Bb		

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre anos de avaliação e letras minúsculas diferentes na linha diferem entre épocas de avaliação, F ( $p \leq 0,05$ ). EPM= Erro padrão médio.

Foi observado efeito da interação ano e época ( $p \leq 0,05$ ) para os teores de matéria mineral da gramínea (Tabela 2), não diferindo entre anos na época chuvosa, porém, na época seca o maior teor foi obtido no ano de 2020 (66,64 g.kg<sup>-1</sup> MS), não diferindo da época seca do mesmo ano avaliado (62,24 g.kg<sup>-1</sup> MS). Foi observado efeito da interação ano x época ( $p < 0,05$ ) para os teores médios da matéria orgânica da gramínea (Tabela 2), não variando na época chuvosa ao longo dos anos e obtendo maior teor na época seca do ano de 2019 (951,58 g.kg<sup>-1</sup> MS). Observou-se efeito da interação ano e época ( $p \leq 0,05$ ) para os teores médios dos carboidratos totais (Tabela 2), obtendo-se maiores teores na época chuvosa de 2020 (871,7 g.kg<sup>-1</sup> MS) e na época seca no ano de 2019 (868,2 g.kg<sup>-1</sup> MS). Almeida et al. (2015) ao avaliarem

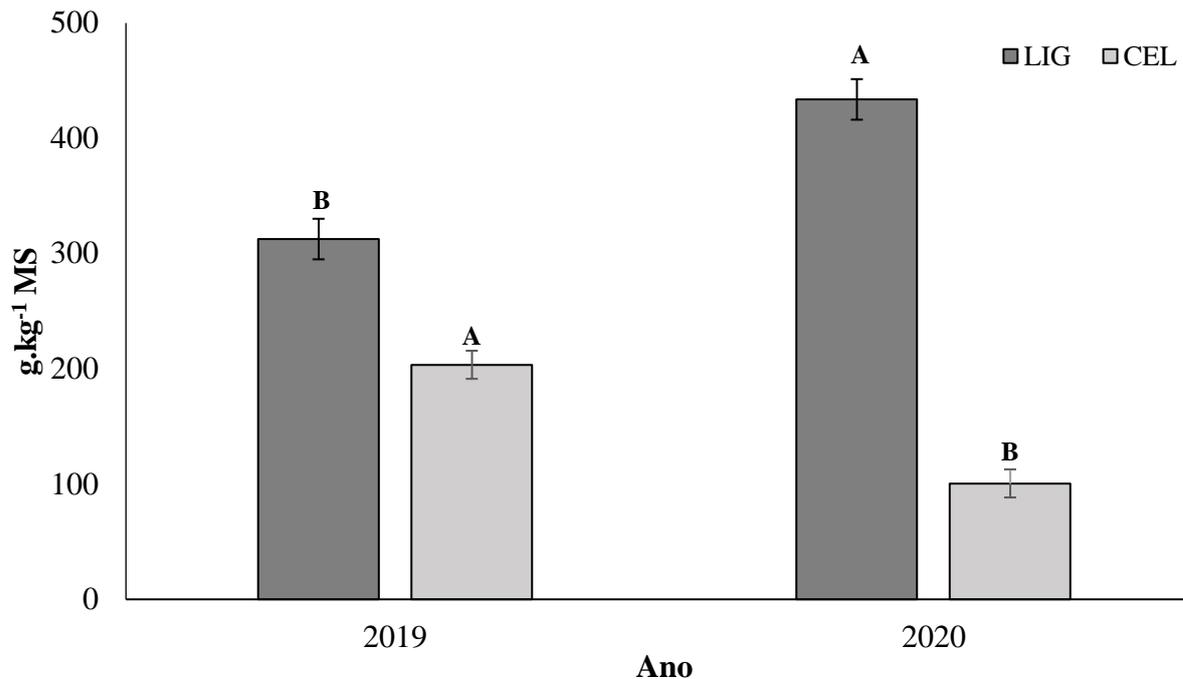
*Urochloa decumbens* sob pastejo durante o período da seca encontraram valores de MO de 925,6; 931,90 e 943 g.kg<sup>-1</sup> MS para os meses de julho, agosto e setembro, superiores aos observados no presente trabalho.

Para os teores de FDN (706,13 e 696,57 g.kg<sup>-1</sup> MS) e DIVMS (629,28 e 657,20 g.kg<sup>-1</sup> MS) de *Urochloa decumbens* não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para sistema de cultivo, anos e épocas de avaliação, bem como para as interações entre os fatores. Para Van Soest (1994), o consumo é inversamente relacionado ao teor de fibra em detergente neutro em dietas que contenham acima de 600 g.kg<sup>-1</sup> MS de FDN. De acordo com Lana et al. (2016), durante o período de seca, a forragem em geral tende a ser mais fibrosa e, conseqüentemente, menos digerível, fato este não observado para a gramínea no presente estudo. Em contrapartida, Costa et al. (2016) relataram DIVMS média de  $633 \pm 15$  g.kg<sup>-1</sup> MS (variação de 559 a 712 g.kg<sup>-1</sup> MS) para o pasto de capim-braquiária na Zona da Mata de Pernambuco em sistemas consorciados, valores próximos aos encontrados no presente estudo.

### **3.2 Valor nutritivo de *Mimosa caesalpinifolia***

Não foi observado efeito significativo dos fatores estudados ( $p > 0,05$ ) para os teores de matéria seca, matéria orgânica, matéria mineral e hemicelulose da leguminosa avaliada, apresentando valores médios para o consórcio e monocultivo de 393,10 e 388,06; 954,08 e 961,23 ; 45,91 e 38,75 ; 22,13 e 28,75 g.kg<sup>-1</sup> MS, respectivamente.

Os teores de lignina e celulose (Figura 6) variaram ao longo dos anos de avaliação ( $p \leq 0,05$ ), com maior teor de lignina observado na forragem colhida no ano de 2020 (434 g.kg<sup>-1</sup> MS). Maiores teores de lignina resultam em maior resistência físico-mecânica e maior longevidade da fração vegetal, ocasionando menor apreensão e consumo dos animais (APOLINÁRIO et al., 2015). No entanto, o maior teor de celulose foi observado no ano de 2019 (204 g.kg<sup>-1</sup> MS), representando assim materiais com menor valor nutritivo.



**Figura 6.** Teor de lignina (LIG) e celulose (CEL) de *Mimosa caesalpinifolia* em diferentes anos de avaliação, Garanhuns-PE.

Médias seguidas por letras diferentes, diferem entre os anos de avaliação, pelo teste de F ( $p \leq 0,05$ ). Traços verticais nas barras indicam o erro padrão médio (EPM).

Os teores de extrato etéreo (EE) tiveram efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) para interação entre sistema de cultivo x ano, com menores teores obtidos no sistema em monocultivo no ano de 2020 (38,45 g.kg<sup>-1</sup> MS), conforme descrito na Tabela 3.

**Tabela 3.** Extrato etéreo (EE) de *Mimosa caesalpinifolia* em diferentes sistemas de cultivo e anos de avaliação, Garanhuns-PE.

Ano	Sistema de Cultivo	
	Consórcio	Monocultivo
	EE (g kg <sup>-1</sup> MS)	
2019	60,33Aa	58,14Aa
2020	53,38Aa	38,45Bb
<i>p</i> -valor	0,0336	
EPM	2,7	

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre anos de avaliação em cada época avaliada e letras minúsculas diferentes na linha diferem entre os sistemas de cultivo, pelo teste de F ( $p \leq 0,05$ ). EPM= Erro padrão médio.

Esta variável indica a fração do alimento mais energética, estando acima do limite mínimo para ruminantes de 5%, conforme recomendado por Naik (2013) para evitar a redução do consumo. Estudos realizados por Santos et al. (2017) com a espécies forrageiras nativas e exóticas no semiárido brasileiro, avaliaram o valor nutritivo de *Mimosa caesalpinifolia* em área

de vegetação nativa e constataram o teor de EE de  $42 \pm 9$  g.kg<sup>-1</sup> MS. Vieira et al. (2005), avaliando a leguminosa acima citada na Zona da Mata do estado de Pernambuco, encontraram valores de EE que variaram de 51 a 55 g.kg<sup>-1</sup> MS. Desta forma, pode-se observar que o ambiente, bem como a idade das plantas tendem a influenciar na variação destes valores.

Para o teor de proteína bruta da leguminosa, foi observada interação significativa entre anos x épocas ( $p \leq 0,05$ ), variando de 162,30 g.kg<sup>-1</sup> MS na época chuvosa de 2019 a 88,44 g.kg<sup>-1</sup> MS na época seca do mesmo ano. Em 2020, os resultados obtidos variaram de 149,21 g.kg<sup>-1</sup> MS a 140,24 g.kg<sup>-1</sup> MS (Tabela 4), não diferindo entre as épocas.

**Tabela 4.** Teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e carboidratos totais (CHOT) de *Mimosa caesalpinifolia* em diferentes épocas e anos de avaliação, Garanhuns-PE.

Ano	Época		<i>p</i> -valor	EPM
	Chuvosa	Seca		
	PB (g.kg <sup>-1</sup> MS)			
2019	162,30Aa	88,44Bb	<0,0001	5,96
2020	149,21Aa	140,24Aa		
	FDN (g.kg <sup>-1</sup> MS)			
2019	605,48Aa	488,47Ab	0,0006	18,62
2020	499,38Ba	536,12Aa		
	FDA (g.kg <sup>-1</sup> MS)			
2019	563,94Aa	468,19Bb	0,0085	23,69
2020	527,57Aa	541,02Aa		
	EE (g.kg <sup>-1</sup> MS)			
2019	42,13Ab	76,34Aa	0,0383	2,70
2020	34,99Ab	56,83Ba		
	CHOT (g.kg <sup>-1</sup> MS)			
2019	761,50Aa	799,90Aa	0,0239	1,61
2020	771,30Aa	732,30Ba		

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre anos de avaliação e letras minúsculas diferentes na linha diferem entre épocas de avaliação, pelo teste de F ( $p \leq 0,05$ ). EPM= Erro padrão médio.

Os valores médios obtidos no teor de proteína bruta, são superiores aos encontrados por Silva et al. (2021), tanto para as folhas de *M. caesalpinifolia* que variou de 51 a 62 g.kg<sup>-1</sup> MS, quanto para os ramos, que variou de 8 a 14 g.kg<sup>-1</sup> MS, ao longo dos meses de avaliação em um sistema silvipastoril.

Os valores observados corroboram para a inserção desta espécie nos sistemas de pastagens, pois os sistemas silvipastoris são tidos como uma alternativa para o aumento do teor de proteína bruta da forragem (PACIULLO et al., 2021). Lima et al (2019) observaram maior concentração de nitrogênio nas folhas (p= 0,0007), caules finos (p= 0,0050) e caules grossos (p= 0,0333) da Gliricídia ao longo do período avaliado, quando comparados às mesmas frações do Sabiá.

A FDN não sofreu influência dos sistemas de cultivo (p > 0,05), sendo significativa a interação entre ano x época (p ≤ 0,05), como descrito na Tabela 4. Foi superior na época chuvosa de 2019 (605,48 g.kg<sup>-1</sup> MS), em relação ao ano de 2020 e a época seca de 2019. Entretanto, na época seca de 2020 foi superior ao ano antecedente e a época chuvosa, possuindo 536,12 g.kg<sup>-1</sup> MS. Os resultados da FDN no presente estudo foram superiores aos encontrados por Vieira et al. (2005), estudando a espécie Sabiá no Município de Itambé que encontraram valor máximo de 461 g.kg<sup>-1</sup> MS na época seca (outubro e novembro), coletando-se folhas e ramos finos. Maiores teores de fibra estão associados a menor digestibilidade da forragem, podendo influenciar negativamente na ingestão de alimento, limitando assim o desempenho animal (NEEL et al., 2015).

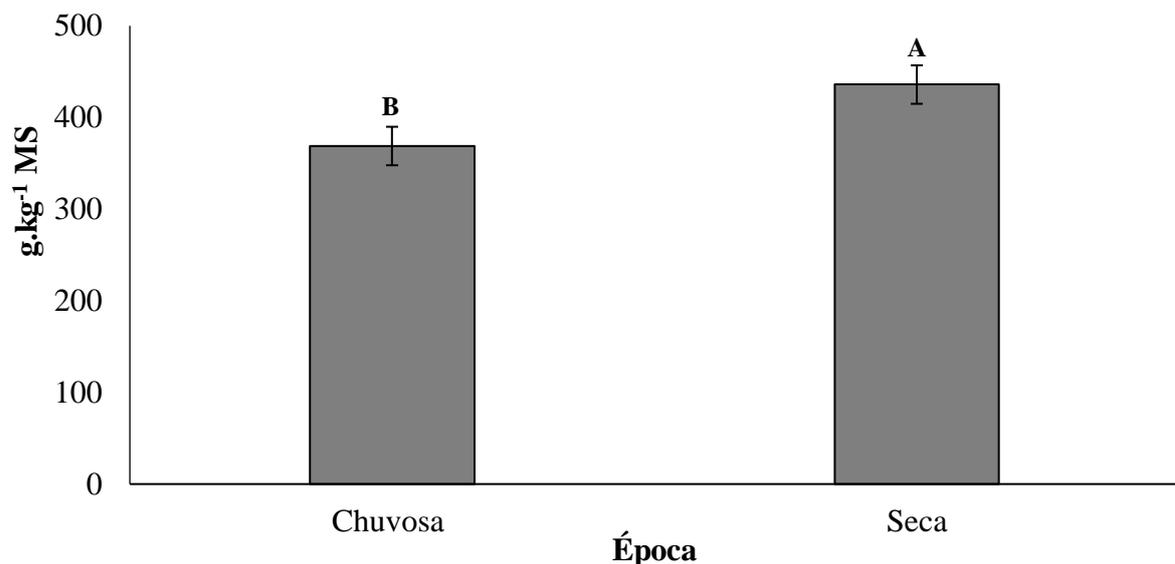
Para o teor de FDA, observou-se efeito da interação ano e época de avaliação (p ≤ 0,05), com menor teor encontrado na época seca de 2019 (Tabela 4). Tal resultado, foi superior ao encontrado por Herrera et al. (2021), em áreas consorciadas na região subúmida pernambucana, onde foi obtido 392 g.kg<sup>-1</sup> MS nas folhas da leguminosa, pois foi realizada a separação (folha e ramos) do material coletado, no presente estudo o resultado mínimo de 468,19 g.kg<sup>-1</sup> MS é associado ao fato das amostras serem compostas por folhas e ramos finos da leguminosa.

Observou-se efeito significativo da interação sistema de cultivo e ano (p ≤ 0,05), para os teores de extrato etéreo (Tabela 4) e efeito da interação época x ano (Tabela 4), com menor teor de EE presente no sistema em monocultivo da leguminosa no ano de 2020 (38,45 g.kg<sup>-1</sup> MS). No entanto, ao analisar o efeito época x ano, pode-se perceber que na época seca no primeiro ano de avaliação (2019), foi obtido maior concentração (76,34 g.kg<sup>-1</sup> MS).

Observou-se efeito da época e ano de avaliação para os carboidratos totais (P ≤ 0,05), possuindo menor porcentagem na época seca do ano de 2020 (732,3 g.kg<sup>-1</sup> MS), época esta com menor disponibilidade de folhas, possuindo maior contribuição dos ramos finos na massa

de forragem coletada, além disso, as folhas presentes apresentavam sinais iniciais de senescência, diminuindo assim a quantidade de carboidratos (Tabela 4).

A DIVMS da forragem diferiu em relação as épocas de avaliação ( $p \leq 0,05$ ), sendo superior na época seca (Figura 7), atingindo  $436 \text{ g.kg}^{-1} \text{ MS}$ , apesar de que à medida que a folha amadurece, ocorre o espessamento e o aumento da lignificação da parede celular, causando um declínio na digestibilidade (LIMA et al., 2020). Carvalho et al. (2022), trabalhando na mesma área experimental, também observaram que nos ciclos de novembro/2019 e janeiro/2020, onde ocorreram os menores registros de precipitação pluvial, coincidiram, respectivamente, os maiores coeficientes de DIVMS ( $311$  e  $381 \text{ g.kg}^{-1} \text{ MS}$ ) ( $p \leq 0,05$ ). Além disso, pode-se ressaltar que a diminuição da digestibilidade pode diminuir o consumo de forragem, devido à redução da taxa de passagem (MERTENS, 2010), afetando assim o desempenho animal ao longo do tempo. A digestibilidade do material vegetal está diretamente ligada aos efeitos condicionados pela maturidade da planta, pois ocorre o espessamento e lignificação das paredes celulares (WILSON, 1996). Porém, os fatores abióticos (precipitação, temperatura, fertilidade do solo) têm um efeito primordial no que diz respeito ao valor nutritivo da forragem (SILVA et al., 2021).

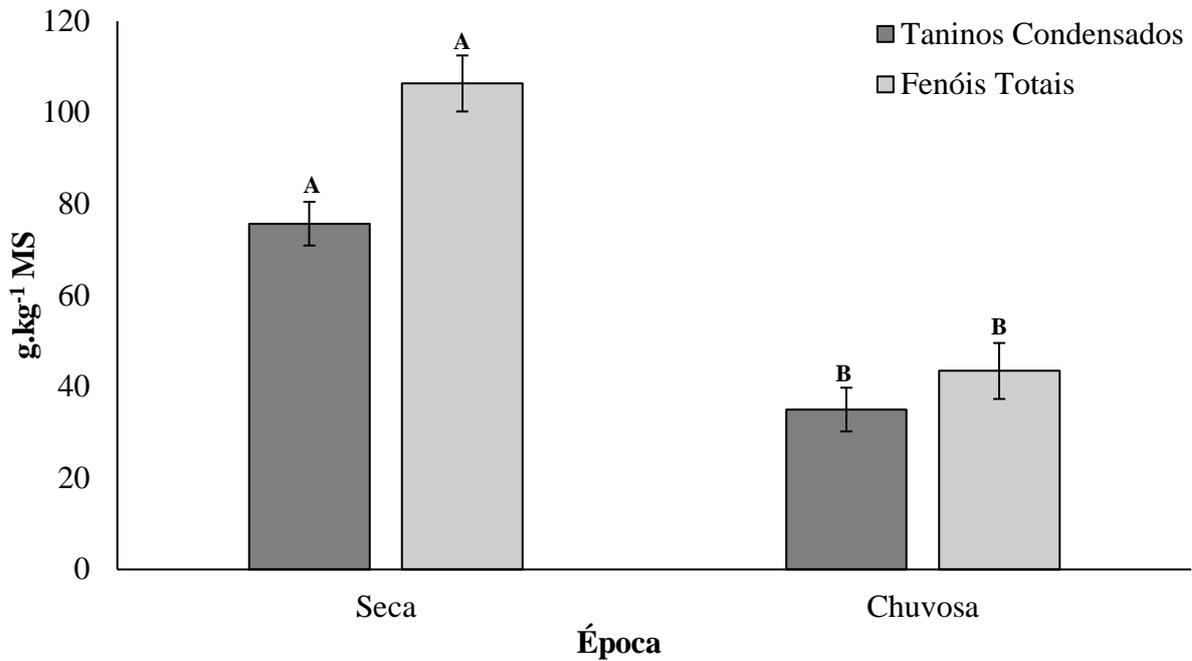


**Figura 7.** Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de *Mimosa caesalpinifolia* em diferentes épocas de avaliação, Garanhuns-PE.

Médias seguidas por letras diferentes, diferem entre as épocas de avaliação, pelo teste de F ( $p \leq 0,05$ ). Traços verticais nas barras indicam o erro padrão médio (EPM).

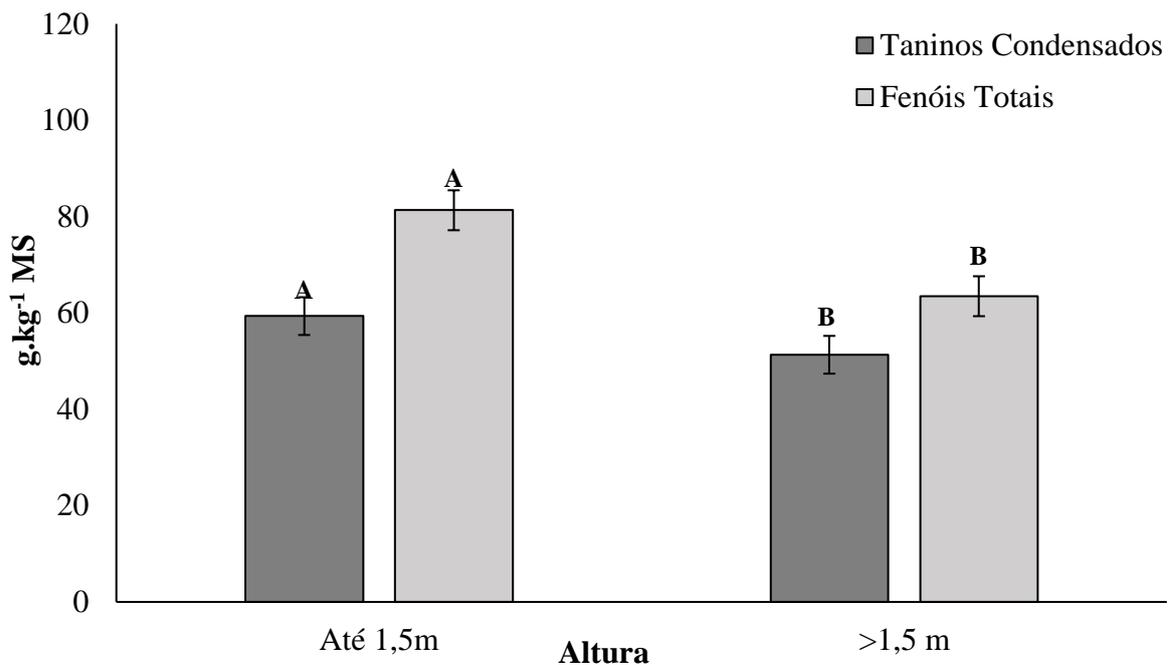
Para concentração dos compostos secundários, observou-se efeito entre épocas e alturas de coleta ( $p \leq 0,05$ ), não diferindo entre sistemas de cultivo ( $p > 0,05$ ). Com maiores concentrações obtidas na época seca (Figura 8) e na altura 1 (até 1,5 m) (Figura 9),

representando assim a fração de folhas e ramos mais velhos com maior parede celular e menor conteúdo celular.



**Figura 8.** Concentração de taninos condensados e fenóis totais de *Mimosa caesalpinifolia* em diferentes épocas de avaliação, Garanhuns-PE.

Médias seguidas por letras diferentes, diferem entre as épocas de avaliação pelo teste de F ( $p \leq 0,05$ ). Traços verticais nas barras indicam o erro padrão médio (EPM).



**Figura 9.** Concentração de taninos condensados e fenóis totais de *Mimosa caesalpinifolia* em diferentes alturas de coleta, Garanhuns-PE.

Médias seguidas por letras diferentes, diferem entre as alturas de coleta pelo teste de F ( $p \leq 0,05$ ). Traços verticais nas barras indicam o erro padrão médio (EPM).

A maior concentração de compostos secundários a essa altura, possivelmente se dá devido a estratégia de defesa da planta a herbivoria. Segundo Santos et al. (2017), a Sabiá é uma das espécies forrageiras do semiárido brasileiro com maior conteúdo de taninos condensados totais ( $48 \text{ g.kg}^{-1} \text{ MS}$ ), variando conforme seu estágio fenológico (GUIMARÃES-BEELLEN et al., 2006). Estudos realizados por Pereira et al. (2018), encontraram  $124 \text{ g.kg}^{-1} \text{ MS}$  de taninos condensados totais em folhas de *M. caesalpinifolia*, no estado do Rio de Janeiro. Vitti et al (2005) afirmaram que dietas contendo mais de  $50 \text{ g.kg}^{-1} \text{ MS}$  de TC podem afetar negativamente o consumo de ração e a digestibilidade, causando efeito danoso ao metabolismo animal. A presença de tanino na forragem pode afetar a aceitabilidade do alimento, ocorrendo assim uma redução na ingestão voluntária e na digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína e fibra (GUIMARÃES-BEELLEN et al., 2006). Desta forma, os taninos condensados estão entre as substâncias que podem influenciar negativamente na utilização dos nutrientes pelos ruminantes, devido às suas características antinutricionais (COSTA et al., 2021).

De maneira geral, as alterações na composição química são frequentemente observadas em pastagem em sistemas silvipastoris, porém esta alteração é variável de um estudo para outro. No presente estudo, o não efeito dos tratamentos na composição química da forragem, provavelmente está associado ao pequeno porte das árvores no momento das avaliações, não sendo suficiente para promover alterações no valor nutritivo da gramínea e da leguminosa, sendo as variações de valor nutritivo mais influenciadas pela época do ano e anos de avaliação. Tal aspecto, também foi verificado por Carvalho et al. (2022), que observaram que 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 leguminosa sabiá, nem o desempenho e produtividade animal.

#### **4. CONCLUSÕES**

Os sistemas de cultivos não influenciam o valor nutritivo da *U. decumbens* e da leguminosa *M. caesalpinifolia*.

O valor nutritivo da *U. decumbens* e da *M. caesalpinifolia* varia ao longo dos anos e épocas de avaliação.

A leguminosa *M. caesalpinifolia* possui elevadas concentrações de compostos secundários.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAM, E.M.; KYRIAZOPOULOS, A.P.; PARISSI, Z.M. Growth, dry matter production, phenotypic plasticity, and nutritive value of three natural populations of *Dactylis glomerata* L. under various shading treatments. **Agroforestry System**, v.88, p.287-299, 2014.
- ALMEIDA, D.M. et al. Replacement of soybean meal by soybean in multiple supplements for beef heifers grazing *Urochloa decumbens* during the dry season. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, p.460-4612, 2015.
- ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.
- ALVES, A.R. et al. Consumo e digestibilidade do feno de sabiá por caprinos e ovinos suplementados com polietilenoglicol. **Revista Caatinga**, v.24, p.152-157, 2011.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 21st ed. USA: AOAC International, 2019. 3290 p.
- APOLINÁRIO, V.X.O. et al. Arboreal legume litter nutrient contribution to a tropical silvopasture. **Agronomy Journal**, v.108, 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, p.1915-1921, 2015.
- BOSI, C. et al. APSIM model performance in simulating Piatã palisade grass growth and soil water in different positions of a silvopastoral system with eucalyptus. **Agricultural Systems**, v. 195, p.1-11, 2022.
- BRAGA, C.J. et al. Seasonal herbage accumulation plant-part composition and nutritive value of signalgrass (*Urochloa decumbens*) pastures under simulated continuous stocking. **Tropical Grasslands Forrajes Tropicales**, v.8, p.48-59, 2020.
- CARVALHO, C.B.M. et al. Nutritive value of *Urochloa decumbens* Stapf R. D. Webster and *Mimosa caesalpinifolia* Benth. and performance of cattle in monoculture and silvopastoral systems, in the Agreste region of Pernambuco. **Tropical Animal Health and Production**, v.54, p.246-254, 2022.
- CARVALHO, F. C. et al. Manejo *in situ* do sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) para produção simultânea de madeira e forragem, em um sistema silvipastoral. **Agrossilvicultura**, v.1, n. 2, p.120-129, 2004.
- 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, p.650-660, 2019.
- CASTAGNARA, D.D. et al. Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais sob adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v.60, p.931-942, 2011.

COSTA, S.B.M. et al. Livestock performance in warm-climate silvopastures using tree legumes. **Agronomy Journal**, v.108, 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**, v.252, p.1871-1413, 2021.

DIAS-FILHO, M.B., 2011. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. MBDF, Belém, PA.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2013. 353 p., 3 ed.

GOMES, F.J. et al. Shading effects on canopy and tillering characteristics of continuously stocked palisadegrass in a silvopastoral system in the Amazon biome. **Grass and Forage Science**, v.75, p.279-290, 2019.

GUIMÃRES-BEELLEN, P.M. et al. Characterization of condensed tannins from native legumes of the Brazilian northeastern semi-arid. **Scientia Agricola**, v.63, p.522-528, 2006.

HABERMANN, E. et al. Warming and water deficit impact leaf photosynthesis and decrease forage quality and digestibility of a C4 tropical grass. **Physiologia Plantarum**, v.165, p.383-402, 2019.

HERRERA, A.M. et al. Potential of *Gliricidia sepium* (jacq.) Kunth ex Walp. and *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. in silvopastoral systems intercropped with signalgrass [*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster]. **Agroforestry Systems**, v.95, p.1061-1072, 2021.

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

HOMEM, B.G.C. et al. Palisadegrass pastures with or without nitrogen or mixed with forage peanut grazed to a similar target canopy height. 2. Effects on animal performance, forage intake and digestion, and nitrogen metabolism. **Grass and Forage Science**, v.1, 2021.

JOSE, S.; DOLLINGER, J. Silvopasture: A sustainable livestock production system. **Agroforestry Systems**, v.93, p.1-9, 2019.

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, p.654-659, 2016.

LIMA M.A. et al. Productivity and nutritive value of *Brachiaria decumbens* and performance of dairy heifers in a long-term silvopastoral system. **Grass Forage Science**, v.74, p.160-170, 2018.

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, p.814-825, 2019.

LIRA JUNIOR, M.A. et al. Legume silvopastoral systems enhance soil organic matter quality in a subhumid tropical environment. **Soil Science Society of America Journal**, v.84, p.1209-1218, 2020.

LOPES, C.M. et al. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, p.225-233, 2017.

MACHADO, V.D. et al. Grazing management strategies for *Urochloa decumbens* (Stapf) R. Webster in a silvopastoral system under rotational stocking. **Grass and Forage Science**, v.75, p.266-278, 2020.

McDOUGALL, E.I. The composition and output of sheep's saliva. **Biochemical Journal**, v.43, p.99-109, 1948.

MERTENS, D. R. NDF and DMI – Has anything changed? Syracuse, NY: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, p.160-174, 2010.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. Academic Press, 1990, San Diego.

MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The desing, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6, 1952, Pennsylvania. **Proceedings...** Pennsylvania: State College Press, p.1380-1385, 1952.

MUIR, J.P. et al. Value of endemic legumes for livestock production on Caatinga rangelands. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.14, p.1-12, 2019.

NAIK, P.K. Bypass fat in dairy ration - A review. **Animal Nutrition and Feed Technology**, v.13, p.147-163, 2013.

NEEL, J.P.S. et al. Open pasture, silvopasture and sward herbage maturity effects on nutritive value and fermentation characteristics of cool-season pasture. **Grass and Forage Science**, v.71, p.259-269, 2015.

NEEL, J.P.S.; BELESKY, D.P. Herbage production, nutritive value and animal productivity within hardwood silvopasture, open and mixed pasture systems in Appalachia, United States. **Grass and Forage Science**, v.72, p.137-153, 2017.

OLIVEIRA, C.C.D. et al. Performance of Nellore heifers, forage mass, and structural and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* grass in integrated production systems. **Tropical Animal Health and Production**, v.46, p.167-172, 2014.

OLIVEIRA, O.F. et al. Condensed tannins bioactivity and nutritional value of *Bauhinia cheilantha* (Bong) Steud. under sheep grazing and different forage allowances. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.100, p.1-8, 2022.

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, p.1264-1271, 2014.

PACIULLO, D.S.C. et al. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v.141, p.166-172, 2011.

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, p.1176-1183, 2011.

- PEREIRA, T.P. et al. Characterization and biological activity of condensed tannins from tropical forage legumes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53, p.1070-1077, 2018.
- ROLIM, G. D. S.; SENTELHAS, P. S.; BARBIERI, V. Planilhas do ambiente EXCEL™ para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, p.133-137, 1998.
- SANTOS, D.C. et al. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.233, p.16-24, 2016.
- SANTOS, K.C. et al. Nutritional potential of forage species found in Brazilian Semiarid region. **Livestock Science**, v.195, p.118-124, 2017.
- SILVA, F.S. et al. Herbage accumulation, nutritive value and beef cattle production on marandu palisadegrass pastures in integrated systems. **Agroforestry System**, v.94, p.1891-1902, 2020.
- SILVA, I. A. G. et al. Tree legume enhances livestock performance in a silvopasture system. **Agronomy Journal**, v.113, p.358-369, 2021.
- SOARES, A.B. et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.443-451, 2009.
- SOLLENBERGER, L.E.; MOORE, J.E.; ALLEN, V.G.; PEDREIRA, C.G.S. Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Science**, v.45, p.896-900, 2005.
- SOUZA, R. T. D. A. et al. Dwarf and tall elephantgrass genotypes under irrigation as forage sources for ruminants: herbage accumulation and nutritive value. **Animals**, v.11, p.2392-2408, 2021.
- THORNTHWAITE, C.; MATHER, J. 1955. The Water Balance. New Jersey: Drexel Institute Of 508 Technology. Publications in Climatology, p.104.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. 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.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2<sup>a</sup> ed. Cornell University Press. Ithaca. 476 p., 1994.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VIEIRA, E.L. et al. Composição química de forrageiras e seletividade de bovinos em bosque de Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) nos períodos chuvoso e seco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1505-1511, 2005.
- VITTI, D.M.S.S. et al. Do all tannins have similar nutritional effects? A comparison of three Brazilian fodder legumes. **Animal Feed Science and Technology**, v.119, p.345-361, 2005.

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

WOLFE, R.M.; TERRILL, T.H.; MUIR, J.P. Drying method and origin of standard affect condensed tannin (CT) concentrations in perennial herbaceous legumes using simplified butanol, HCl CT analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.86, p.1060-1067, 2008.