

**EYNER RICARDO ARIAS ZAMBRANO**

**CARACTERIZAÇÃO DE PASTO DE CAPIM-ANDROPOGON E CONSUMO POR  
CAPRINOS EM UM SISTEMA SILVIPASTORIL**

TERESINA-PIAUI  
2020

**EYNER RICARDO ARIAS ZAMBRANO**

**CARACTERIZAÇÃO DE PASTO DE CAPIM-ANDROPOGON E CONSUMO POR  
CAPRINOS EM UM SISTEMA SILVIPASTORIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal-PPGCA, do Centro de Ciências Agrárias-UFPI, Campus Petrônio Portela, como parte da exigência para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Loiola Edvan

Co-orientadora: Profa. Dra. Maria Elizabete de Oliveira

TERESINA-PIAUI  
2020

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Serviço de Processamento Técnico

Z24c Zambrano, Eyner Ricardo Arias.  
Caracterização de pasto de Capim-Andropogon e consumo por caprinos em um sistema silvipastoril. / Eyner Ricardo Arias Zambrano. – 2020.  
72 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal-PPGCA, Teresina, 2020.

Orientação: Prof. Dr. Ricardo Loiola Edvan.

1. Cabras. 2. Comportamento ingestivo. 3. Comportamento de pastejo. 4. Andropogon gayanus. I. Título.

CDD 636.3

**CARACTERIZAÇÃO DE PASTO DE CAPIM-ANDROPOGON E CONSUMO POR  
CAPRINOS EM UM SISTEMA SILVIPASTORIL**

EYNER RICARDO ARIAS ZAMBRANO

Dissertação apresentada em Teresina/PI no dia 05 de março de 2020 à Banca Examinadora:



---

Prof. Dr. Ricardo Loiola Edvan (CPCE/UFPI)  
Presidente



---

Profa. Dra. Maria Elizabete de Oliveira (DZO/CCA/UFPI)  
Membro Interno



---

Prof. Dr. Daniel Louçana da Costa Araújo (DZO/CCA/UFPI)  
Membro Interno



---

Prof. Dr. Edson Mauro Santos (DZO/CCA/UFPB)  
Membro Externo

DEDICO,

*Em memória eterna de meu pai, Edilberto Arias Montaña.*

*1957-2021*

## AGRADECIMENTOS

À *República Federativa do Brasil*, e a Organização dos Estados Americanos (OEA) por me permitir estudar neste país maravilhoso.

À Universidade Federal do Piauí, em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal pela oportunidade de realizar meu mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Ao Professor Dr. Ricardo Loiola por sua disposição, ajuda e profissionalismo.

À Professora Dra. Maria Elizabete de Oliveira, pelo apoio, auxílio e paciência.

Aos professores que participaram da minha formação acadêmica, Dr. Arnaud Azevedo Alves, João Batista Lopes, Ney Rômulo de Oliveira, Daniel Louçana da costa Araújo, e José Lindenberg Rocha Sarmiento.

Ao Professor Dr. Edson Mauro Santos, por aceitar o convite para minha defesa de dissertação.

Aos futuros doutores Ivone Rodrigues e Jandson Vieira por sua colaboração permanente.

Aos colegas Morgana Barros, Devora Furtado, Cicero Júnior, Filho Monção, Grazielle de Sousa, Allan Stênio, Arthur e aos membros do grupo de estudos em forragicultura do Piauí CCA-UFPI (GEFOPI) que participaram do meu projeto de pesquisa.

Aos profissionais do laboratório de pesquisa e nutrição animal (LAPEN) do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFPI, Sr. Lindomar Uchoa e Manoel Carvalho pela ajuda incondicional.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFPI, Francisca Dalva Ferreira e Rocklane Ferreira da Silva.

À Regina Magalhães, Romilda Rodrigues e os outros amigos da UFPI-Bom Jesus.

À Maria Limaylla, Lizeth Molina, Lourdes Pacheco, Luis Salazar, parceiros estrangeiros, boas lembranças para sempre.

À meu pai, Edilberto Arias Montaña. À minha mãe, Luz Marina Zambrano Villarraga. À minha irmã, Nataly Jennifer Arias Zambrano, pela motivação e apoio incondicional.

## SUMÁRIO

	Pág.
<b>Lista de Abreviaturas</b> .....	viii
<b>Lista de Tabelas</b> .....	x
<b>Lista de Figuras</b> .....	xi
<b>Resumo</b> .....	xii
<b>Resumen</b> .....	xii
<b>Abstract</b> .....	xiii
<b>1. Introdução Geral</b> .....	14
<b>2. Referencial Teórico</b> .....	15
2.1 Capim-Andropogon.....	15
2.2 Sistema Silvipastoril.....	16
2.3 Comportamento ingestivo de caprinos em pastagens cultivadas.....	18
<b>3. Referências Bibliográficas dos Itens 1 e 2</b> .....	20
<b>4. Capítulo 1. Caracterização do pasto de capim-Andropogon e comportamento em pastejo de caprinos em um sistema silvipastoril</b> .....	31
Resumo.....	31
Abstract.....	31
Introdução.....	32
Material e Métodos.....	33
Resultados e Discussão.....	36
Conclusões.....	44
Referências Bibliográficas.....	44
<b>5. Capítulo 2. Persistência do pasto de capim-Andropogon e comportamento ingestivo de caprinos em um sistema silvipastoril</b> .....	50
Resumo.....	50
Abstract.....	50
Introdução.....	51
Material e Métodos.....	52
Resultados e Discussão.....	55
Conclusões.....	63
Referências Bibliográficas.....	64
<b>ANEXOS</b>	
Comprovante de envio do artigo da dissertação para publicação.....	70

## LISTA DE ABREVIATURAS

Al	Alumínio
Ca	Cálcio
CCA	Centro de Ciências Agrárias
Cm	Centímetro
cmol(c)/dm <sup>3</sup>	Centimol de carga por decímetro cúbico
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
DZO	Departamento de zootecnia
FA	Solo franco-arenoso
F/C	Relação Folha/Colmo
FDA	Fibra em Detergente Acido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
GMD	Ganho Médio Diário
gMS	Gramas de Matéria Seca
h	Hora
ha	Hectare
K	Potássio
Kg	Quilograma
Kg/há	Quilograma por hectare
Mg	Magnésio
MF	Massa de Folha
mg/dm <sup>3</sup>	Miligrama por decímetro cúbico
mm	Milímetro
Mono	Monocultivo-Monocultura
Min	Minuto
MS	Matéria Seca
MSCO	Matéria Seca de Colmo
MSFL	Matéria Seca de Folhas
MSF	Matéria Seca de Forragem
MSMM	Matéria Seca de Material Morto
N	Nitrogênio
Na	Sódio
P	Fósforo
PB	Proteína Bruta
Ph	Potencial Hidrogênio Iônico
PV	Peso Vivo
SB	Soma de Bases
SIST	Sistema de cultivo da pastagem.
SSP	Sistema silvipastoril
t/há	Tonelada/hectare
tms/há	Tonelada de matéria seca/hectare
TI	Taxa de ingestão



TIb	Taxa de ingestão por bocado
TPb	Tempo diário de pastejo por bocado
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UR	Umidade relativa do ar
V	Saturação por Base
°C	Grau Celsius
%	Percentual
$\Sigma$	Somatória

## LISTA DE TABELAS

Pág.

**Capítulo 1.**

**Tabela 1** - Caracterização Físico-química do solo no sistema silvipastoril e no monocultivo..... 34

**Tabela 2** - Caracterização de pasto de capim-Andropogon em diferentes períodos de pastejo e sistemas de cultivo sob lotação contínua com caprinos..... 37

**Tabela 3** - Comportamento de cabras em diferentes períodos de pastejo e sistemas de cultivo com capim-Andropogon sob lotação contínua..... 41

**Capítulo 2.**

**Tabela 1** - Massa seca de forragem (MSF) e relação folha colmo (F/C) do pasto de capim-Andropogon em SSP e monocultivo, em dois períodos de avaliação diferentes..... 56

**Tabela 2** - Composição química do pasto de capim-Andropogon em diferentes períodos de pastejo e sistemas de cultivo sob lotação contínua com caprinos..... 58

**Tabela 3** - Categorias e taxa de Bocados (Bocados/Minuto<sup>-1</sup>), de cabras em diferentes períodos de pastejo e sistemas de cultivo com capim-Andropogon sob lotação contínua ..... 60

**Tabela 4** - Comportamento ingestivo de cabras em diferentes períodos de pastejo e sistemas de cultivo com capim-Andropogon sob lotação contínua..... 62

**Tabela 5** - Peso vivo médio (Kg), de cabras em diferentes períodos de pastejo e sistemas de cultivo com capim-Andropogon sob lotação contínua..... 63

## LISTA DE FIGURAS

Pág.

**Capítulo 1.**

- Figura 1** - Temperatura média, mínima e máxima em (°C) e umidade relativa do ar (%) no período de março a junho no local experimental, nos dias da avaliação do comportamento animal..... 36
- Figura 2** - Precipitação total (mm), Temperatura média do ar (°C) e Umidade relativa média do ar (%), no período de fevereiro a junho em Teresina, Piauí no ano de 2019..... 38
- Figura 3** - Distribuição das variáveis do comportamento de cabras em pastejo de capim-Andropogon em diferentes períodos de pastejo e sistemas de cultivo..... 43

**Capítulo 2.**

- Figura 1** - Precipitação total (mm), Temperatura média do ar (°C) e Umidade relativa média do ar (%), no período de fevereiro a junho em Teresina, Piauí nos anos de 2011 e 2019..... 53
- Figura 2** - Dados de precipitações pluviométricas e temperaturas máximas de março a junho, relativas a um período histórico dos últimos 20 anos (2000 a 2019), e nos anos de 2011 e 2019..... 55
- Figura 3** - (A) Altura, (B) massa seca das folhas e (C) relação folha/colmo, do pasto de capim-Andropogon em diferentes sistemas de cultivo, sob lotação contínua com caprinos, em um período acumulado de 120 dias..... 57
- Figura 4** - Categorias de Bocados de cabras em pastagem de capim-Andropogon em diferentes sistemas de cultivo..... 60

ZAMBRANO, Eyner Ricardo Arias. 2020. 72f. CARACTERIZAÇÃO DE PASTO DE CAPIM-ANDROPOGON E CONSUMO POR CAPRINOS EM UM SISTEMA SILVIPASTORIL Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2020.

## RESUMO

O presente estudo tem como objetivo avaliar o comportamento ingestivo de caprinos sob lotação contínua em um sistema silvipastoril, formado por capim-Andropogon, *Andropogon gayanus* Kunth var. *Bisquamulatus* cv. Planaltina, em comparação ao seu monocultivo. Além disso, foram avaliadas: a persistência, características agronômicas, estruturais e composição química do pasto. Utilizaram-se vinte cabras, *Capra aegagrus hircus*, fêmeas adultas, mestiças, da raça Anglonubiana. Para avaliar o comportamento ingestivo, adotou-se um delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, os tratamentos (sistema silvipastoril e monocultivo), foram alojados nas parcelas principais e nas subparcelas os meses (Março, Abril, Maio e Junho). Dados dos anos de 2011 e 2019 foram utilizados para avaliar a persistência da pastagem. Não houve interação ( $P > 0,05$ ), entre os sistemas de cultivo e os anos avaliados, para a produção de massa seca de forragem e relação folha/colmo, não obstante, a produção de massa seca de forragem foi significativamente maior ( $P < 0,01$ ), no sistema silvipastoril. Para as características agronômicas e estruturais da pastagem avaliadas em 2019 observou-se interação ( $P < 0,05$ ), entre os sistemas de cultivo e os meses (períodos de pastejo de avaliação dos animais), para a produção de massa seca de material morto, embora verificou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ), para a produção de massa seca de forragem, massa seca de folhas e relação folha/colmo. Houve interação para o conteúdo de proteína bruta ( $P < 0,01$ ), também, observou-se efeito para o conteúdo de FDN ( $P < 0,01$ ). O SSP registrou um tempo de pastejo superior ( $P = 0,01$ ), com uma média de 389,0 minutos, com relação aos tempos de deslocamento, não foram observadas diferenças significativas, entre os tratamentos e os meses de avaliação. Não houve diferenças significativas ( $P > 0,10$ ), para as variáveis do comportamento ingestivo, com exceção da massa do bocado, sendo superior no monocultivo. Foram observadas diferenças significativas para a taxa de bocados, com um valor médio de 17,8 bocados/minuto<sup>-1</sup>. O consumo de MS em relação ao peso vivo foi satisfatório, equivalente ao 2,86% do PV dia<sup>-1</sup>. Não houve diferença significativa na variação do peso vivo médio das cabras ( $P > 0,10$ ), entre os sistemas de cultivo de capim-Andropogon.

**Palavras chaves:** Andropogon gayanus, Cabras, Comportamento de pastejo, Comportamento ingestivo.

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento ingestivo de caprinos bajo pastoreo continuo en un sistema silvopastoril, formado por pasto Andropogon, *Andropogon gayanus* Kunth var. *Bisquamulatus* cv. Planaltina, en comparación con su monocultivo. Además, se evaluó: la persistencia, características agronómicas, estructurales y la composición química del pasto. Se utilizaron veinte cabras, *Capra aegagrus hircus*, hembras adultas, mestizas, de la raza Anglonubiana. Para evaluar el comportamiento ingestivo se utilizó un diseño de bloques al azar con parcelas subdivididas, los tratamientos (sistema silvipastoril y monocultivo), fueron alojados en las parcelas principales y en las sub-parcelas los meses (Marzo, Abril, Mayo y Junio). Se utilizaron datos de los años 2011 y 2019 para evaluar la persistencia del pasto. No hubo interacción ( $P > 0.05$ ), entre los sistemas de cultivo y los años evaluados, para la producción de materia seca y la relación hoja/tallo, sin embargo, la

producción de materia seca fue significativamente mayor ( $P < 0.01$ ), en el sistema silvopastoril. Para las características agronómicas y estructurales del pasto evaluadas en el año 2019 se observó interacción ( $P < 0.05$ ), entre los sistemas de cultivo y los meses (periodos de pastoreo de evaluación animal), para la producción de materia seca de material muerto, no obstante, si hubo efecto significativo ( $P < 0.05$ ) para la producción de materia seca, materia seca en hojas y relación hoja/tallo. Hubo interacción para el contenido de proteína bruta ( $P < 0.01$ ), además, se observó efecto para el contenido de FDN ( $P < 0.01$ ). El sistema silvipastoril registró un tiempo de pastoreo superior ( $P = 0.01$ ), con un promedio de 389.0 minutos, con relación a los tiempos de desplazamiento, no se observaron diferencias significativas, entre los tratamientos y los meses de evaluación. No se observaron diferencias significativas ( $P > 0.10$ ), para las variables de comportamiento ingestivo, con excepción del peso de bocado, siendo superior en el monocultivo. Se observaron diferencias significativas para la tasa de bocados, con un promedio de 17.8 bocados/minuto<sup>-1</sup>. El consumo de MS en relación con el peso vivo fue satisfactorio, equivalente al 2,86% del PV día<sup>-1</sup>. No hubo diferencia significativa en la variación del peso vivo promedio de las cabras ( $P > 0.10$ ), entre los sistemas de cultivo del pasto *Andropogon*.

**Palabras clave:** *Andropogon gayanus*, Cabras, Comportamiento en pastoreo, Comportamiento ingestivo.

#### ABSTRACT

The present study aims to evaluate the ingestive behavior of goats under continuous stocking in a silvopastoral system, formed by *Andropogon* grass, *Andropogon gayanus* Kunth (var. *Bisquamulatus* cv. Planaltina) in comparison to its monoculture. Also, the persistence, agronomic and structural characteristics, and chemical composition of the pasture were evaluated. Twenty adult females goats, *Capra aegagrus hircus*, crossbred Anglo-Nubian were used. The ingestive behavior was evaluated using a randomized block design with split-plots, the treatments (silvopastoral system and monoculture), were evaluated in the plots and the split-plots for the months (March, April, May, and June). Data from the years 2011 and 2019 were used to evaluate the persistence of the pasture. No significant interaction was observed ( $P > 0.05$ ), for the dry matter production and the leaf stem ratio, however, the dry matter production was significantly higher ( $P < 0.01$ ) in the silvopastoral system. For the agronomic and structural characteristics of the pasture evaluated in 2019, a significant interaction was observed ( $P < 0.05$ ), between the cultivation systems and the months (grazing periods of animal evaluation), for the dry matter production of dead material, however, a significant effect was observed ( $P < 0.05$ ) in the production of dry matter, dry matter in leaves and leaf/stem ratio. A significant interaction was observed for the crude protein content ( $P < 0.01$ ), furthermore, a significant effect was observed for the NDF content ( $P < 0.01$ ). The silvopastoral system presented superior grazing time ( $P = 0.01$ ), with an average of 389.0 minutes, Regarding and moving times, no significant differences were observed between treatments and evaluation months. There was no significant difference ( $P > 0.10$ ), for the ingestive variables, except for the bite weight and was higher in the monoculture. Significant differences were observed for the bite rate, with an average of 17.8 bites/minute<sup>1</sup>. The consumption of dry matter about live weight was satisfactory, equivalent to 2.86% of the BW day<sup>-1</sup>. There was no significant difference in the variation of the average body weight of the goats ( $P > 0.10$ ), between the cropping systems of *Andropogon* grass.

**Key words:** *Andropogon* grass, Goats, Grazing behavior, Ingestive behavior.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção de pequenos ruminantes é uma das atividades pecuárias mais importantes na região nordeste do Brasil, onde o clima favorece a produção de forrageiras nativas ou adaptadas. Esta região ocupa uma posição destacada para o desenvolvimento da pecuária brasileira, girando em torno ao 92,8% do censo caprino nacional (DOS SANTOS SOUZA et al., 2019). Em 2018 o rebanho caprino do estado do Piauí era da ordem de 1,83 milhões de animais (IBGE, 2018). A caprinocultura da região nordeste do Brasil caracteriza-se por apresentar baixos índices zootécnicos, sendo a oferta irregular de forragens uma das principais causas (AQUINO et al., 2013).

O estado do Piauí destaca-se por ter fatores ambientais que, junto com as mudanças climáticas, limitam o suprimento de forragem e a lucratividade da produção (LUCENA et al., 2016). A maioria dos produtores de caprinos do nordeste trabalham com forrageiras nativas, em algumas situações caracterizadas pelo baixo acúmulo de biomassa e elevada variação da composição química ao longo do ano (SANTOS et al., 2014), esta situação força a encontrar alternativas de produção de forragens econômicas. A utilização do pasto de capim-*Andropogon* para a alimentação de caprinos é uma alternativa viável, pois é uma gramínea de elevada produção de forragem e se adapta facilmente a diferentes sistemas de cultivo (COSTA, et al., 2017; OLIVEIRA, et al., 2020).

Os sistemas silvipastoris (SSP) são cultivos agroflorestais, que envolve a produção integrada de: Animais, Forragens e Árvores, os quais podem ser estabelecidos em pastagens nativas ou cultivadas (CUBBAGE et al., 2012). O SSP é um sistema de produção que otimiza a eficiência dos recursos forrageiros, tornando-se uma técnica de produção mais sustentável, além podem contribuir para melhorar a qualidade nutricional e o fornecimento de forragem, em comparação com os sistemas de pastagens em monocultivo (SOLORIO et al., 2016). Os SSP registram melhores teores de nitrogênio, diminuindo o uso de fertilizantes (MURGUEITIO et al., 2015; BROOM et al., 2017). Os SSP podem ser mais eficientes em aumentar o desempenho individual do animal, proporcionando maior ganho de peso (PACIULLO et al., 2011).

O consumo de forragem é o principal indicador que influencia diretamente o desempenho animal e a eficiência da produção, caprinos em pastejo adaptam seu consumo em resposta à estrutura e oferta de forragem (GOETSCH et al., 2010). É importante a compreensão do comportamento ingestivo de caprinos em pastagens, para definir práticas que permitirão melhorar a produtividade de forragem (AGREIL et al., 2004; TÖLÜ et al., 2012).

Objetivou-se avaliar a persistência do pasto capim-Andropogon, em um sistema silvipastoril, depois de oito anos de utilização, em comparação ao seu monocultivo; avaliando no pasto as características: agronômicas, estruturais, composição química e seu efeito sobre o comportamento ingestivo em caprinos durante a estação chuvosa.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Capim-Andropogon

No Brasil há aproximadamente 170 milhões de hectares de pastagens (FERREIRA et al., 2018), dos quais 60% são pastagens cultivadas, sendo as restantes de pastagens nativas (IBGE, 2006; DIAS-FILHO., 2014). Entre as espécies forrageiras com maior área cultivada destacam-se os gêneros: *Brachiaria*, *Cynodon*, *Panicum*, *Pennisetum* e *Andropogon* (MACHADO et al., 2010). Na região nordeste do Brasil, o clima favorece a produção de pastagens e forragens, como o pasto capim-Andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth) (COSTA, et al., 2017).

O pasto capim-Andropogon foi avaliado pelo Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado-CPAC (EMBRAPA-Cerrados), mediante uma parceria com o CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) na Colômbia. Foi introduzido no Brasil em abril de 1979, com a finalidade de ser uma espécie forrageira tolerante ao ataque das cigarrinhas (*Hemiptera Cercopidae*) (ROSA et al., 1987). É considerada uma espécie importante para a região subúmida do estado do Piauí, devido à sua palatabilidade e valor nutritivo para ser utilizado na alimentação de ruminantes (MAGALHÃES et al., 2012).

É uma gramínea de origem Africana, perene, com boa adaptação a solos arenosos, destaca-se por sua elevada produção de biomassa e capacidade de tolerar solos ácidos com baixa fertilidade e alta concentração de Alumínio e períodos de seca prolongados (PEDROSA et al., 2019). Requer 400 mm de precipitação por ano, tolerando até nove meses de seca (MAGALHÃES et al., 2013). O capim-Andropogon é amplamente utilizado em áreas de Cerrado, dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e em área de Caatinga, neste último estado, por esses motivos este capim é utilizado como pastagem cultivada (SILVA et al., 2014).

O pasto de capim-Andropogon é ideal para ser consorciada em SSP, graças à sua adaptabilidade em ambientes sombreados, além de sua compatibilidade com espécies herbáceas e arbóreas (OLIVEIRA, et al., 2020; MAGALHÃES et al., 2013). Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos com pasto de capim-Andropogon em monocultura, usando uma altura média de 50 a 60 cm do pasto para o início do pastejo (VANTINI et al., 2001; SOUSA et al., 2010;

ARAÚJO et al., 2015). Segundo estes autores, as principais características estruturais: (produção de massa de folhas, e relação folha/colmo) são observadas nestas alturas do pasto.

Veras et al. (2010), relataram que a produtividade e estrutura do pasto capim-*Andropogon* cultivado em SSP não foram afetadas, relatando medições semelhantes de massa foliar e alongamento do colmo entre áreas sombreadas e não sombreadas, entretanto, o sombreamento pode diminuir a relação folha/colmo nos pastos, dependendo do estágio vegetativo. Portanto, informações sobre a tolerância das forrageiras tropicais ao sombreamento são particularmente valiosas para o gerenciamento de sistemas silvipastoris (GOMES et al., 2019).

## 2.2 Sistema Silvipastoril

Um sistema silvipastoril (SSP) é um modelo de produção pecuária, onde plantas perenes (Árvores e ou Arbustos) interagem com forrageiras e animais domésticos, integrando no mesmo espaço diversos estratos herbáceos destinados à alimentação animal; como alternativa de produção sustentável, reduzindo o impacto ambiental dos sistemas de produção tradicionais (CUBBAGE et al., 2012; MURGUEITIO et al., 2015). Além de oferecer benefícios econômicos: (diversificação da produção e aumento da renda), portanto, os SSP adotaram abordagens diferentes, dependendo dos objetivos de produção (BROOM et al., 2013; JOSE et al., 2019).

O nordeste do Brasil apresenta potencial para desenvolver o SSP, devido à sua grande porção de terra sob cobertura florestal, caracterizada principalmente por os biomas do cerrado e da caatinga, esses biomas cobrem uma área cerca de 35% do território brasileiro (BEUCHLE et al., 2015), apresentando grande diversidade de espécies endêmicas, arbóreas e arbustivas (KLINK et al., 2005; CORREIA et al., 2014), com potencial forrageiro para alimentação de caprinos (PEREIRA-FILHO et al., 2013).

Os sistemas silvipastoris fornecem serviços ecossistêmicos que favorecem a biodiversidade de plantas e animais, recuperando a conexão de florestas fragmentadas (MONTAGNINI et al., 2013). Segundo Ibrahim et al. (2006) e Bosi et al. (2020), a combinação de gramíneas e árvores ajuda a reter água no solo, protegendo bacias hidrográficas e recuperando solos erodidos. SSP são capazes de produzir carne e leite com menor emissão de metano, capturando carbono, contribuindo para a mitigação de gases de efeito estufa, favorecendo a adaptação da produção pecuária às mudanças climáticas (CUARTAS et al., 2014; ARYAL et al., 2019).



O SSP pode melhorar a eficiência da produção, otimizando o ciclo de N nas terras utilizadas para a produção animal (BROOM et al., 2017; SARABIA et al., 2020). A presença de árvores no SSP melhora as condições físico-químico-biológicas do solo, devido a produção de serapilheira, contribuindo com matéria orgânica para o solo, recuperando a produtividade de ambientes degradados (MARTÍNEZ et al., 2014; GHOSH et al., 2018; HOOSBEEK et al., 2018). Segundo Tully et al. (2012), as árvores mitigam a lixiviação de nutrientes, diminuindo o uso de fertilizantes.

A presença de árvores em áreas de pastagens melhora a captura de carbono no solo e no subsolo, devido à bioturbação e renovação das raízes das árvores (HAILE et al., 2010). Azar et al. (2013), encontraram maiores valores de carbono microbiano em solos de *Brachiaria brizantha* cv Marandú, consorciada em sistema silvipastoril, em comparação com o monocultivo da mesma gramínea. A diversidade de plantas presentes em SSP, oferece refúgio, sombra e alimento para animais em pastoreio (CUBBAGE et al., 2012; JOSE et al., 2019), modificando a pressão de pastejo (TÖLGYESI et al., 2018).

Nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, o estresse térmico foi identificado como um fator limitante para a produtividade do gado caprino (HABIBU et al., 2016; EL-TARABANY et al., 2017). O sombreamento com espécies de árvores adequadas pode reduzir a energia consumida no processo de termorregulação (JOSE et al., 2019), diminuindo a carga térmica radiante (PEZZOPANE et al., 2019). Karki et al. (2015), observaram valores médios mais baixos para todas as variáveis microclimáticas medidas em SSP, em comparação com as pastagens abertas.

Árvores e arbustos são uma importante fonte nutricional, aumentando a concentração de ácidos graxos de cadeia curta, não obstante, algumas espécies contêm compostos secundários, que podem afetar a atividade metabólica ruminal (GALINDO et al., 2005). A presença de leguminosas arbóreas e herbáceas em SSP, ajuda a melhorar a qualidade da dieta dos ruminantes, oferecendo entrada de energia adicional (CARVALHO et al., 2017). Além disso, aumentam a concentração de N, melhorando a produtividade de forragem (KLABI et al., 2017). Segundo (KYRIAZOPOULOS et al., 2012), o sombreamento das árvores pode melhorar a qualidade da forragem, aumentando o teor de proteína bruta.

Os sistemas silvipastoris, caracterizam-se por exibir uma maior biodiversidade, multifuncionalidade e heterogeneidade espacial, em comparação com os métodos tradicionais de produção pecuária (PÉREZ-LOMBARDINI et al., 2021). No entanto, a dinâmica funcional e as interações biofísicas, tornam o SSP um sistema complexo de projetar e estudar, portanto,

as espécies arbóreas e forrageiras devem ser cuidadosamente selecionadas, procurando características produtivas, para a sustentabilidade ecológica a longo prazo (ANDERSSON et al., 2012; MARTÍNEZ-PASTUR et al., 2016; JOSE et al., 2019).

### **2.3 Comportamento ingestivo de caprinos em pastagens cultivadas**

Estudos realizados por Meier et al. (2012) e Poudel et al. (2019), reconhecem a importância de estudar o comportamento dos animais em pastejo, para melhorar a produtividade forrageira e o bem-estar animal. Além disso, é essencial entender como a estrutura e composição da vegetação heterogênea tem influência no consumo de forragem (EL-AICH et al., 2007; EGEA et al., 2014; VENTURA-CORDERO et al., 2017; CHEBLI et al., 2020).

De acordo com Allden e Whittaker (1970), conforme citado por Carvalho et al. (2013), o consumo de forragem pode ser definido como uma interação dos componentes do comportamento ingestivo, em outras palavras, é o produto da massa de bocado, taxa de bocado e o tempo de pastejo. Para Boval et al. (2019), a estrutura do pasto é uma causa e efeito do processo de pastejo.

Avaliar o comportamento em pastejo é uma ferramenta fundamental para compreender os componentes da ingestão, alcançar uma estratégia de alimentação mais eficiente e reduzir a degradação da forragem (WAN et al., 2018). esta informação é necessária para o manejo sustentável das pastagens cultivadas (CHAPMAN et al., 2007; CARVALHO et al., 2013).

Os ruminantes podem alterar o comportamento ingestivo em resposta às mudanças na estrutura do pasto, como: tempo de pastejo, taxa e tamanho do bocado. (DA TRINDADE et al., 2012). Com a diminuição da oferta de forragem de melhor qualidade, os animais se deslocam por maiores extensões para suprirem as exigências de alimento (RODRIGUES et al., 2013), resultando em maior perda física de forragem (RIBEIRO et al., 2012; ARAÚJO et al., 2015). Nas pastagens, os caprinos preferem os locais onde as forrageiras têm maior proporção de folhas, independente da espécie forrageira (RODRIGUES et al., 2016). Segundo Fernandes et al. (2016), em alturas extremas, as cabras passam mais tempo para apreender e selecionar as folhas, diminuindo a frequência de bocados.

O tempo de pastejo e a taxa de bocados podem ser influenciados por diferentes ofertas de forragens (LEBOPA et al., 2011; VELOSO-FILHO et al., 2013). Fatores relacionados com as forragens tropicais, como: disponibilidade de forragem, facilidade de prensão e composição química, podem afetar a ingestão voluntária de ruminantes durante a atividade de pastejo (PULINA et al., 2013). Gramíneas como o capim-*Andropogon* podem acumular biomassa

forageira com altas porcentagens de colmos, o que pode afetar o consumo (ARAÚJO et al., 2015).

Existem diferentes técnicas para avaliação da composição botânica da dieta de herbívoros em pastejo, tais como: observação direta do consumo durante o pastejo, microhistologia fecal, digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca e matéria orgânica, quando essas técnicas foram comparadas, a observação direta ofereceu estimativas mais confiáveis da composição da dieta, por se aproximar as condições reais de ingestão (LASHLEY et al., 2016). O consumo diário de forragem é o principal indicador para entender o comportamento dos animais em pastejo (PALHANO et al., 2007).

Avaliar o consumo tem sido um método difícil de desenvolver, devido à dificuldade de obter estimativas confiáveis de massa de bocado (BONNET et al., 2015). Assim, alguns pesquisadores adotam procedimentos tais como diagnóstico visual do consumo de espécies forrageiras disponíveis (AGREIL et al., 2004; MANOUSIDIS et al., 2016; CHEBLI et al., 2020). Métodos de codificação de bocados podem ser adotados em conjunto com as metodologias de observação direta para calcular a ingesta de forragem (BONNET et al., 2015; VENTURA-CORDERO et al., 2017).

A observação direta torna possível registrar eventos infrequentes e outras observações que não podem ser medidas com outras técnicas de avaliação (MEIER et al., 2012). Métodos de observação direta permitem estimar valores de taxa de consumo diário consistentes com a literatura, além de fornecer informações valiosas sobre o comportamento em pastejo (GONZÁLES et al., 2014; ELIAS et al., 2016). Os animais precisam estar familiarizados com a presença do observador e do meio ambiente, já que qualquer tipo de perturbação pode afetar os padrões de comportamento (GOETSCH et al., 2010).

Hoje em dia, diferentes variáveis são medidas com cabras em pastejo e consideradas como parâmetros de comportamento ingestivo, geralmente os comportamentos avaliados são: tempo de pastejo, ruminação, ócio, deslocamento, distâncias percorridas e outras atividades (GONÇALVES et al., 2009; TÖLÜ et al., 2012; SPIGARELLI et al., 2020). Outras variáveis observadas são: taxa de bocados, taxa de ingestão e massa de bocado, todas avaliadas por observação direta (BONNET et al., 2015). A massa de bocado pode ser estimada usando o método de extração manual, que é um processo cumulativo (CHEBLI et al., 2020). O consumo de forragem e a seleção da dieta podem ser descritos visualmente, através da contagem de bocados (BONNET et al., 2011).

Os códigos de bocados são projetados para serem aplicados à diversas espécies de plantas, permitindo registrar o consumo em tempo real em ambientes diversificados (AGREIL et al., 2004). A literatura menciona que esse tipo de metodologia tem sido amplamente utilizada para avaliar o comportamento ingestivo de caprinos (GONZÁLES et al., 2014; MANOUSIDIS et al., 2016; CHEBLI et al., 2020).

### 3. Referências Bibliográficas dos Itens 1 e 2

AGREIL, C.; MEURET, M. An improved method for quantifying intake rate and ingestive behaviour of ruminants in diverse and variable habitats using direct observation, *Journal. Small Ruminant Research*, v.54, n.1-2, p.99-113, 2004.

ANDERSSON, C. E. F.; EVERSON, T. M.; EVERSON, C. S.; Management of oil producing *Jatropha curcas* silvopastoral systems: Risk of herbivory by indigenous goats and competition with planted pastures. *Biomass and Bioenergy*, v.59, p.50-58. 2013.

AQUINO, R. S.; LEMOS, C. G.; ALENCAR, C. A.; SILVA, E. G.; SILVA LIMA, R.; GOMES, J. A. F.; SILVA, A. F. A realidade da caprinocultura e ovinocultura no semiárido brasileiro: um retrato do sertão do Araripe, Pernambuco. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.10, n.4 p.271-281, 2016.

ARAÚJO, D. L. C.; OLIVEIRA M. E.; LOPES, J. B.; ALVES, A. A.; RODRIGUES, M. M.; MOURA, R. L.; MOREIRA FILHO, M. A. Desempenho e comportamento de caprinos em pastagem de capim-andropógon sob diferentes ofertas de forragem. *Semina: Ciências Agrárias*, v.36, n.3, p.2301-2316, 2015.

ARYAL, D. R.; GÓMEZ-GONZÁLEZ, R. R.; HERNÁNDEZ-NURIASMÚ, R.; Morales-Ruiz, D. E. Carbon stocks and tree diversity in scattered tree silvopastoral systems in Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems*, v.93, p.213-227 2019.

AZAR, G. S.; ARAÚJO, A. S. F.; OLIVEIRA, M. E.; AZEVÊDO, D. M. M. R. Biomassa e atividade microbiana do solo sob pastagem em sistemas de monocultura e silvipastoril. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, n.6, p.2727-2736, 2013.

BEUCHLE, R.; GRECCHI, R. C.; SHIMABUKURO, Y. E.; SELIGER, R.; EVA, H. D.; SANO, E.; ACHARD, F. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Applied Geography**, v.58, p.116-127, 2015.

BONNET, O. J. F.; HAGENAH, N.; HEBBELMANN, L.; MEURET, M.; SHRADER, A. M. Is hand-plucking an accurate method of estimating bite mass and instantaneous intake rate of grazing herbivores? **Rangeland Ecology and Management**, v.64, p.366-374, 2011.

BONNET, O. J. F.; MEURET, M.; TISCHLER, M. R.; CEZIMBRA, I. M.; AZAMBUJA, J. C. R.; CARVALHO, P. C. F. Continuous bite monitoring: a method to assess the foraging dynamics of herbivores in natural grazing conditions. **Animal Production Science**, v.55, p.339-349, 2015.

BOSI, C.; PEZZOPANE, J. R. M.; SENTELHAS, P. C. Soil water availability in a full sun pasture and in a silvopastoral system with eucalyptus. **Agroforestry Systems**, v.94, p.429–440 2020.

BOVAL, M.; SAUVANT, D. Ingestive behaviour of grazing ruminants: meta-analysis of the components of bite mass. **Animal Feed Science and Technology**, v.251, p.96-111, 2019.

BROOM, D. M.; GALINDO, F. A.; MURGUEITIO, E. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. **Proceedings of the Royal Society**, v.280, Issue 1771, 2013.

BROOM, D. E. Components of sustainable animal production and the use of silvopastoral systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.46, n.8, p.683-688, 2017.

CARVALHO, P. C. F. Can grazing behavior support innovations in grassland management? **Tropical Grasslands**, v.1, n.2, p.137-155. 2013.

CARVALHO, W. F.; OLIVEIRA, M. E.; ALVES, A. A.; MOURA, R. L. et al. Energy supplementation in goats under a silvopastoral system of tropical grasses and leucaena. **Journal Ciência Agronômica**, v.48, p.199-207. 2017.

CHAPMAN D. F.; PARSONS A. J.; COSGROVE G. P.; BARKER D. J. et al. Impacts of spatial patterns in pasture on animal grazing behavior, intake and performance. **Crop Science Society of America**, v.47, p.399-415. 2007.

CHEBLI, Y.; OTMANI, S. E.; CHENTOUF, M.; HORNICK, J. L.; BINDELLE, J.; CABARAUX, J. F. Foraging Behavior of Goats Browsing in Southern Mediterranean Forest Rangeland. **Animals**, v.10, n.2, p.196. 2020.

CORREIA, M. D.; MENEZES R. S. C.; OLINDA, R. A. Modelagem geoestatística da distribuição de carbono do solo e biomassa de herbáceas em sistema silvopastoril na região nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biomassa**, v.31 n.2, p.116-129. 2014.

COSTA, C. S.; RODRIGUES, R. C. et al. Structural characteristics and chemical composition of andropogon grass pasture managed under different defoliation intensities and rest periods. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.18, n.4, p.492-504, 2017.

CUARTAS, C. C.; NARANJO, R. J.; TARAZONA, M. A.; MURGUEITIO, R. E.; CHARÁ, O. J.; KU, V. J.; SOLORIO, S. F.; FLORES, E. M. X. et al. Contribution of intensive silvopastoral systems to animal performance and to adaptation and mitigation of climate change. **Revista Colombiana Ciencia Pecuaria**, v.27, n.2, p.76-94., 2014.

CUBBAGE, F.; BALMELLI, G.; BUSSONI, A.; NOELLEMAYER, E. et al. Comparing silvopastoral systems and prospects in eight regions of the world. **Agroforestry Systems**, v.86, n.3, p.303-314. 2012.

DA TRINDADE, J. K.; PINTO, C. E.; NEVES, F. P.; MEZZALIRA, J. C.; BREMM, C.; GENRO, T. C. M.; TISCHLER, M. R. et al. Forage allowance as a target of grazing management: implications on grazing time and forage searching. **Rangeland Ecology & Management**, v.65, n.4, p.382-393, 2012.

DIAS-FILHO, M.B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Belém, PA: **Embrapa Amazônia Oriental**, 36p. 2014. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 402). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/986147/1/DOC402.pdf> Acesso em: 30/11/2019.

DOS SANTOS SOUZA, M. F.; PASSETTI, L. C. G.; GONÇALVES, T. R.; PASSETTI, R. A. C.; DE ARRUDA SANTOS, G. R. Characterisation of goat product consumers and goat farming systems in the Brazilian Northeast region. **Small Ruminant Research**, v.179, p.7-13, 2019.

EGEA, A. V.; ALLEGRETTI, L.; PAEZ LAMMA, S.; GRILLI, D.; SARTOR, C.; FUCILI, M.; GUEVARAA, J. C.; PASSERAC, C. Selective behavior of Creole goats in response to the functional heterogeneity of native forage species in the central Monte de Argentina. **Small Ruminant Research**, v.120, n.1, p.90-99, 2014.

EL-AICH, A.; EL-ASSOULI, N.; FATHI, A.; MORAND-FEHR, P.; BOURBOUZE, A. Ingestive Behaviour of Grazing Goats in the Southwestern Argan (*Argania spinosa*) forest of Morocco. **Small Ruminant Research**, v.70, p.248-256, 2007.

EL-TARABANY, M. S.; EL-TARABANY, A. A.; ATTA, M. A. Physiological and lactation responses of Egyptian dairy Baladi goats to natural thermal stress under subtropical environmental conditions. **International Journal of Biometeorology**, v.61, p.61-68, 2017.

ELIAS, D.; TISCHEW, S.; Goat pasturing-A biological solution to counteract shrub encroachment on abandoned dry grasslands in Central Europe? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.234, p.98-106, 2016.

FERNANDES, M. H. M. R.; FERNANDES, J. J. S.; DE RESENDE, K. T.; BONFA, H. C.; REIS, R. A. et al. Grazing behavior and intake of goats rotationally grazing Tanzania-grass pasture with different post-grazing residues. **Tropical Grasslands**, v.4, n.4, p.91-100, 2016.

FERREIRA, G. C. V.; FERREIRA NETO, J. A. Usos de geoprocessamento na avaliação de degradação de pastagens no assentamento ilha do coco, Nova Xavantina - Mato Grosso, Brasil. **Engenharia na Agricultura**, v.26, n.2, p.140-148, 2018.

GALINDO, J.; DELGADO, D.; PEDRAZA, R.; GARCÍA, D. E. Impact of trees, shrubs and other legumes on the ruminal ecology of animals fed fibrous diets. **Pastos y Forrajes**, v.28, n.1, p.59-68, 2005.

GHOSH, P.K.; MAHANTA, S.K. Silvopastoral System: A Key Component for Rehabilitation of Ravine Lands. Ravine Lands. **Greening for Livelihood and Environmental Security**, p.385-396, 2018.

GOETSCH, A. L.; GIPSON, T. A.; ASKAR, A. R.; PUCHALA, R. Invited review: feeding behaviour of goats. **Journal of Animal Science**, v.88, n.1, p.361-373. 2010.

GOMES, F. J.; PEDREIRA, C. G. S.; BOSI, C.; CAVALLI, J.; HOLSCHUCH, S. G.; MOURÃO, G. B.; PEDREIRA, B. C. Shading effects on Marandu palisadegrass in a silvopastoral system: Plant morphological and physiological responses. **Agronomy Journal**, v.111, n.5, p.1-9. 2019.

GONÇALVES, E. N.; CARVALHO, P. C. F.; KUNRATH, T. R.; CARASSAI, I. J.; BREMM, C.; FISCHER, V. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1655-1662, 2009.

GONZÁLEZ, P. P. G.; TORRES, A. J. F. J.; SANDOVAL, C. C. A. Adapting a bite coding gid for small ruminants browsing a deciduous tropical forest. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.17, n.1, p.63-70, 2014.

HABIBU, B.; KAWU, M. U.; MAKUN, H. J.; ALUWONG, T.; YAQUB, L. S. Seasonal variation in body mass index, cardinal physiological variables and serum thyroid hormones profiles in relation to susceptibility to thermal stress in goat kids. **Small Ruminant Research**, v.145, p.20-27, 2016.



HAILE, S. G.; NAIR, V. D.; NAIR, P. K. R.; Contribution of trees to carbon storage in soils of silvopastoral systems in Florida, USA. **Global Change Biology**, v.16, p.427-438, 2010.

HOOSBEEK, M. R.; REMME, R. P.; RUSCH, G. M. Trees enhance soil carbon sequestration and nutrient cycling in a silvopastoral system in south-western Nicaragua. **Agroforest Systems**, v.92, p.263-273, 2018.

IBRAHIM, M.; VILLANUEVA, C.; CASASOLA, F.; ROJAS, J. Silvopastoral systems as a tool for the improvement of productivity and restoration of the ecological integrity of cattle production landscapes. **Pastos y Forrajes**, v.29, n.4, p.383-419, 2006.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal: Culturas temporárias e permanentes, 2018. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/> Acesso em: 30/12/2019.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados agregados, 2006. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: 02/01/2020.

JOSE, S.; WALTER, D.; MOHAN-KUMAR, B. Ecological considerations in sustainable silvopasture design and management. **Agroforest System**, v.93, p.317-331, 2019.

KARKI, U.; GOODMAN, M. S.; Microclimatic differences between mature loblolly-pine silvopasture and open-pasture. **Agroforestry System**, v.89, p.319-325, 2015.

KLABI, R.; BELL, T. H.; HAMEL, C.; IWAASA, A.; SCHELLENBERG, M.P.; ARNAUD, M. Contribution of *Medicago sativa* to the productivity and nutritive value of forage in semi-arid grassland pastures. **Grass and Forage Science**, v.73, n.1, p.159-173, 2017.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v.19, p.707-713, 2005.

KYRIAZOPOULOS, A. P.; ABRAHAM, E. M.; PARISSI, Z. M.; KOUKOURA, Z.; NASTIS, A. S. Forage production and nutritive value of *Dactylis glomerata* and *Trifolium subterraneum*

mixtures under different shading treatments. **Grass and Forage Science**, v.68, n.1, p.72-82. 2012.

LASHLEY, M. A.; CHITWOOD, M. C.; STREET, G. M.; MOORMAN, C. E.; DEPERNO C. S. Do indirect bite count surveys accurately represent diet selection of white-tailed deer in a forested environment? **Wildlife Research**, v.43, p.254-260, 2016.

LEBOPA, C. K.; BOOMKER E. A.; CHIMONYO M.; MULUGETA S. D. Factors affecting the feeding behaviour of freeranging Tswana and Boer goats in the False Thornveld of the Eastern Cape, South Africa. **Life Science Journal**, v.8, p.70-80, 2011.

LUCENA, D. B.; MEDEIROS, R. M.; SABOYA, L. M. F.; NASCIMENTO, P. L. Aptidão e zoneamento agroclimático da palma forrageira para o Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.4, p.809-819, 2016.

MACHADO, L. A. Z.; LEMPP, B.; VALLE, C. B.; JANK, L.; BATISTA, L. A. R.; POSTIGLIONI, S. R.; RESENDE, R. M. S.; FERNANDES, C. D.; VERGIGNASSI, J.R.; VALENTIM, J. F.; ASSIS, G. M. L.; ANDRADE, C. M. S. Principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens para gado de corte. In. PIRES, A.V. (Ed.), **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, v.1, 760p. 2010.

MAGALHÃES, J. A.; CARNEIRO, M. S. de S.; ANDRADE, A. C.; PEREIRA, E. S.; SOUTO, J.S.; PINTO, M. S. C.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. de L.; MOCHEL FILHO, W. J. E. Nitrogen use efficiency, yield and composition of andropogon-grass under irrigation and fertilization. **Archivos de Zootecnia**, v.61, n.236, p.577-588, 2012.

MAGALHÃES, J. et al. Morphogenetic and structural characteristics of andropogon grass under irrigation and fertilization. **Journal Ciências Agrárias**, v.34, p.2427-2436. 2013.

MANOUSIDIS, T.; KYRIAZOPOULOS, A. P.; PARISSI, Z. M.; ABRAHAM, E. M.; KORAKIS, G.; ABAS, Z. Grazing behavior, forage selection and diet composition of goats in a Mediterranean woody rangeland, **Small Ruminant Research**, v.145, p.142-153, 2016.

MARTÍNEZ, J.; CAJAS, Y. S.; LEÓN, J. D.; OSORIO, N. W. Silvopastoral systems enhance soil quality in grasslands of Colombia. **Applied and environmental soil science**, p.8, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2014/359736> Acesso em: 28/10/2019.

MARTÍNEZ PASTUR, G.; PERI, P. L.; SOLER, R.; SCHINDLER, S.; LENCINAS, M. V. Biodiversity potential of *Nothofagus* forests in Tierra del Fuego, Argentina, **international journal of biodiversity science, ecosystem services & management**, v.13, n.2, p.1-11, 2016.

MEIER, J. S.; KREUZER M.; MARQUARDT, S. Design and methodology of choice feeding experiments with ruminant livestock. **Applied Animal Behaviour Science**, v.140, p.105-120, 2012.

MONTAGNINI, F.; IBRAHIM, M.; MURGUEITIO, E. Silvopastoral systems and climate change mitigation in Latin America. **Bois et Forêts des Tropiques**, v.67, n.316 (2), p.3-16, 2013.

MURGUEITIO, E.; BARAHONA, R.; CHARÁ, J. D.; FLORES, M. X.; MAURICIO, R. M.; MOLINA, J. J. The intensive silvopastoral systems in Latin America sustainable alternative to face climatic change in animal husbandry. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v.49, n.4, p.541-554, 2015.

OLIVEIRA, G. L.; OLIVEIRA, M. E.; MACEDO, O. E.; ALEX, C. A.; EDVAN, R. L. Effect of shading and canopy height on pasture of *Andropogon gayanus* in silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v.94, p.953-962, 2020.

PACIULLO, D.; DE CASTRO, C.; GOMIDE, C.; MAURÍCIO, R.; PIRES, M.; MÜLLER, M.; XAVIER, D. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science** v.141 p.166–172. 2011.

PALHANO, A. L.; CARVALHO, P. C. F.; DITTRICH, J. R. et al. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagem de capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1014-1021, 2007.

PEDROSA, A. L.; PEDROZA, M. M.; CAVALLINI, G. S. Post-treatment of paint industry effluents by filtration using *Andropogon* biochar (*Andropogon gayanus* Kunth cv. Planaltina). **Environmental Science and Pollution Research**, v.26, p.33294–33303, 2019.

PEREIRA-FILHO, J. M.; SILVA, A. M. A.; CEZAR, M. F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.1, p.77-90, 2013.

PÉREZ-LOMBARDINI, F.; MANCERA, K. F.; SUZÁN, G.; CAMPO, J.; SOLORIO, J.; GALINDO, F. Assessing Sustainability in Cattle Silvopastoral Systems in the Mexican Tropics Using the SAFA Framework. **Animals**, v.1, n.1, 109, 2021,

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

POUDEL, S.; KARKI, U.; KARKI, Y.; TILLMAN, A. Diurnal behavior of Kiko wethers in southern-pine silvopastures planted with warm-season forages. **Small Ruminant Research**. v.175, p.1-6, 2019.

PULINA, G.; AVONDO, M.; MOLLE, G.; FRANCESCONI, A. H. D.; ATZORI, A. S. CANNAS, A. Models for estimating feed intake in small ruminants. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.42, n.9, p.675-690, 2013.

RIBEIRO, A. M.; OLIVEIRA, M. E.; SILVA, P. C.; RUFINO, M. O. A.; RODRIGUES, M. M.; SANTOS, M. S. Canopy characteristics, animal behavior and forage intake by goats grazing on Tanzania-grass pasture with different heights. **Revista Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.34, n.4, p.371-378, 2012.

RODRIGUES, M. M.; OLIVEIRA, M. E.; MOURA, R. L.; RUFINO, M. O. A.; SILVA, W. K. A.; NASCIMENTO, M. Forage intake and behavior of goats on Tanzania-grass pasture at two regrowth ages. **Revista Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.35, n.1, p.37-41, 2013.

RODRIGUES, M. M.; OLIVEIRA, M. E.; LEAL, T. M.; MOURA R. L.; ARAÚJO, D. L.; DOS SANTOS, M. S.; RODRIGUES F. N.; RODRIGUES, V. S. Forage intake process of goats on a Massai grass pasture with different sward Heights. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.6 p.4339-4348, 2016.

ROSA, B.; BORGES, A. J. S. Composição química e rendimento do capim Andropogon (Andropogon gayanus var. bisquamulatus cv. Planaltina) em diferentes idades de corte. **Anais Esc. Agron. e Vet.** v.17, p.49-58, 1987.

SANTOS, G. R.; MENDONÇA, R. C.; SILVA, M. A.; QUEIROZ, L. O. Caracterização da caprinocultura na bacia leiteira sergipana. **Scientia Plena**, v.10, p.8101- 8111, 2014.

SARABIA, L.; SOLORIO, J. F. et al. Improving the Nitrogen Cycling in Livestock Systems Through Silvopastoral Systems. **Nutrient Dynamics for Sustainable Crop Production; Springer: Singapore**, p.189-213, 2020.

SILVA, D. C.; ALVES, A. A.; LACERDA, M. S. B.; MOREIRA FILHO, M. A.; OLIVEIRA, M. E.; LAFAYETTE, E. A. Valor nutritivo do capim-andropogon em quatro idades de rebrota em período chuvoso. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, p.626-636, 2014.

SOLORIO, F. J.; BASU, S. K.; SARABIA, L.; AYALA, A.; RAMÍREZ, L.; AGUILAR, C.; ERALES, J. A.; KU, J. C.; WRIGHT, J. The potencial of silvopastoral systems for milk and meat organic production in the tropics. **Organic Farming for Sustainable Agriculture**, v.9, n.1, p.169-183, 2016.

SOUSA, B. M. L.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S. C. et al. Morphogenetic and structural characteristics of andropogon Grass submitted to different cutting Heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2141-2147, 2010.

SPIGARELLI, C.; ZULIANI, A.; BATTINI, M.; MATTIELLO, S.; BOVOLENTA, S. Welfare assessment on pasture: a review on animal-based measures for ruminants, **Animals**. v.10, n.4 S. p.609, 2020.

TÖLÜ, C.; YURTMAN, I. Y.; BAYTEKIN, H.; ATAŞOĞLU, C.; SAVAŞ. T. Foraging strategies of goats in a pasture of wheat and shrubland. **Animal Production Science**, v.52, p.1069-1076, 2012.

TÖLGYESI, C.; BÁTORI, Z.; GALLÉ, R.; URÁK, I.; HARTEL, T. Shrub Encroachment Under the Trees Diversifies the Herb Layer in a Romanian Silvopastoral System. **Rangeland Ecology & Management**, v.71, n.5, p.571-577, 2018.

TULLY, K. L.; LAWRENCE, D.; SCANLON, T. M. More trees less loss: nitrogen leaching losses decrease with increasing biomass in coffee agroforests. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.161, n.15, p.137-144, 2012.

VANTINI, P. P.; RODRIGUES, T. J. D.; RODRIGUES, L. R. de A.; CARNEIRO, M. S. de S.; FERNANDES, A. C. Morfologia de *Andropogon gayanus* Kunth sob adubação mineral e orgânica em três estratos verticais. **Revista Acta Scientiarum**, v.23, p.769-774, 2001.

VELOSO-FILHO, E. S.; RODRIGUES, M. M.; OLIVEIRA, M. E.; RUFINO, M. O. A.; CÂMARA, C. S.; GARCEZ, B. S. Comportamento de caprinos em pastagem de capim-Marandu manejado sob lotação rotacionada em duas idades de rebrotação. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.3, p.238-243, 2013.

VENTURA, C. J.; GONZÁLEZ, P. P. G.; SANDOVAL, C. C. A.; TORRES, A. J. F. J.; TUN, G.J. Feed resource selection by Criollo goats browsing a tropical deciduous forest. **Animal Production Science** v.58, n.2, p.2314-2320. 2017.

VERAS, V. S.; OLIVEIRA, M. E.; LACERDA, M. S. B.; CARVALHO T.B. et al. Produção de biomassa e estrutura do pasto de capim-andropógon em sistema silvipastoril e monocultura. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária Zootecnia**, v.62, n.1, p.200-207, 2010.

WAN, L.; LIU, K.; WU, W.; LI, J.; ZHAO, T.; SHAO, X.; LI, X. Effect of stocking rate on grazing behaviour and diet selection of goats on cultivated pasture. **The Journal of Agricultural Science**, v.156, n.7, p.914-921, 2018.

## 4. CAPÍTULO 1

### CARACTERIZAÇÃO DO PASTO DE CAPIM-ANDROPOGON E COMPORTAMENTO EM PASTEJO DE CAPRINOS EM UM SISTEMA SILVIPASTORIL

### CHARACTERIZATION OF ANDROPOGON GRASS AND BEHAVIOR OF GRAZING GOATS IN A SILVOPASTORAL SYSTEM

**Resumo:**

Objetivou-se avaliar as características do pasto e o comportamento de caprinos em pastejo sob lotação contínua em um sistema silvipastoril (SSP) de capim-Andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth cv. Planaltina) em comparação com seu monocultivo. Os tratamentos contaram de dois sistemas de produção: monocultivo de capim-Andropogon e sistema silvipastoril-SSP de árvores nativas consorciadas com capim-Andropogon, avaliados em cinco períodos de pastejo com cabras (Fevereiro, Março, Abril, Maio e Junho). Foram avaliados a altura do pasto, relação folha/colmo e massa seca de forragem, folha, colmo e material morto. O comportamento de pastejo das cabras também foi avaliado. Foi observado efeito significativo de interação ( $P < 0,05$ ) na altura do pasto e na massa seca do material morto da pastagem, entre os sistemas de cultivo e os períodos de pastejo. Para os diferentes sistemas houve efeito ( $P < 0,05$ ), na produção de massa seca de forragem, massa seca de folhas e relação folha/colmo. O SSP registrou um tempo de pastejo superior ( $P = 0,01$ ), com uma média de 389,0 minutos. Com relação aos tempos de ruminação e deslocamento, não foi observada diferença entre os sistemas de cultivo e os períodos de pastejo ( $P > 0,05$ ). O capim-Andropogon tem potencial para ser utilizado em SSP com pastejo de cabras sob lotação contínua, influenciando o pasto e o comportamento animal de forma positiva.

**Palavras-chaves:** *Andropogon gayanus*, Cabras, Gramíneas, Pastagem, Sistema pecuária-floresta

**Abstract:**

The objective was to evaluate the characteristics of the pasture and the behavior of grazing goats under continuous stocking in a silvopastoral system (SPS) of Andropogon grass (*Andropogon gayanus* Kunth cv. Planaltina) in comparison to its monoculture. The treatments consisted of two cropping systems: monoculture of Andropogon grass and silvopastoral system – SPS of native trees mixed with Andropogon grass, evaluated in five grazing periods using goats (February, March, April, May and June). Pasture height, leaf/stem ratio and the dry mass of forage, leaf, stem and dead material were evaluated. The grazing behavior of goats was also assessed. Significant effect of interaction was observed ( $P < 0.05$ ) on pasture height and on the dead material dry mass yield of the pasture among cropping systems and grazing periods. There was a significant effect of the different systems ( $P < 0.05$ ) on the yield of forage dry matter, leaf dry matter and leaf/stem ratio. The SPS presented superior grazing time ( $P = 0.01$ ), with an average of 389.0 minutes. Regarding rumination and moving times, there was no difference between cropping systems and grazing periods ( $P > 0.05$ ). The Andropogon grass has the potential to be used in SPS with grazing goats under continuous stocking, positively affecting the pasture and animal behavior.

**Keywords:** *Andropogon gayanus*, Goats, Grasses, Livestock-Forestry Systems, Pasture

## Introdução

A caprinocultura é uma atividade importante para o desenvolvimento da pecuária brasileira, embora caracterize-se por apresentar baixos índices zootécnicos (Santos et al., 2014), existem diversos fatores que limitam o desenvolvimento desta atividade, um dos principais é a produção irregular de forragens (Riet-Correa et al., 2013). As alternativas alimentares para caprinos no nordeste do Brasil, baseiam-se na produção e conservação de espécies forrageiras, principalmente nativas e em menor grau introduzidas (Aquino et al., 2016).

O pasto capim-*Andropogon* (*Andropogon gayanus* Kunth) é uma opção viável para a alimentação de caprinos, pois apresenta boa adaptação às condições edafoclimáticas de regiões tropicais, oferece uma apropriada produção de biomassa sob condições de baixa fertilidade (Ribeiro et al., 2014), tem grande potencial para ser utilizado em sistemas silvipastoris (SSP), principalmente devido à sua adaptação ao sombreamento (Oliveira et al., 2020).

O uso de SSP melhora a sustentabilidade dos recursos forrageiros, otimizando a eficiência do sistema de produção (Murgueitio et al., 2011; Jose, et al., 2019), portanto os SSP têm potencial para oferecer serviços ecossistêmicos, locais e globais (Solorio et al., 2016) devido à sua capacidade de restaurar a fertilidade do solo, fornecendo um suprimento constante de matéria orgânica. A sombra sob as árvores cria um microclima que aumenta a disponibilidade de umidade do solo e a mineralização de N, melhorando a qualidade e nutrição da forragem. Os sistemas silvipastoris podem otimizar o desempenho animal (Peri et al., 2016) por diferentes formas, uma vez que, com a integração de espécies arbóreas e gramíneas forrageiras o valor nutricional da forragem pode melhorar em comparação com as pastagens baseadas em monocultivo (Broom et al., 2013), além de proporcionar um ambiente com recursos que reduzem o impacto das condições ambientais no comportamento de pastejo das cabras. Além disso, os SSP podem aumentar o rendimento cármico por hectare, influenciado por níveis mais altos de proteína (Broom 2017), os SSP podem ainda contribuir para mitigar as emissões de gases de efeito estufa (Cuartas et al., 2014).

Na análise do comportamento animal, diferentes variáveis são medidas com cabras em pastejo e classificadas como parâmetros de comportamento ingestivo, esses comportamentos compreendem o tempo de pastejo, ruminação, ócio, deslocamento, distâncias percorridas e outras atividades (Wan et al., 2018; Spigarelli et al., 2020). Na avaliação de um SSP também é importante avaliar o desenvolvimento da planta objetivando testar seu potencial sobre a influência do pastejo animal (Bernardino, Tonucci, Garcia, Neves & Rocha, 2011).



Nesse sentido, Informações sobre as características estruturais do pasto de capim-Andropogon e do comportamento em pastejo em SSP, são importantes para a aplicação de métodos de manejo e futuras avaliações a longo prazo, procurando a sustentabilidade desse sistema. Dessa forma esse trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar as características do pasto e comportamento em pastejo de caprinos sob lotação contínua em um sistema silvipastoril (SSP) de capim-Andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth cv. Planaltina) em comparação ao monocultivo.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a junho de 2019, no Setor de Caprinocultura, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí (UFPI) em Teresina, latitude 05°05'21" Sul, e longitude 42°48'07" Oeste, altitude 74,4 m. O clima do local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo clima Aw-tropical e chuvoso (megatérmico), com inverno seco e verão chuvoso, com maior precipitação pluviométrica concentrada nos meses de janeiro a abril e os máximos de deficiência hídrica ocorrem de outubro a novembro. Com uma temperatura média de 26,01°C e umidade relativa do ar de 80,1%. A vegetação local é classificada como matas de babaçuais e florestas estacionais semidecíduas (Fernandes, 1982; Emperaire, 1989).

O delineamento experimental para avaliar as características estruturais e agronômicas do pasto e para avaliação do comportamento de caprinos em pastejo foi em blocos ao acaso (dois), com parcelas subdivididas, na parcela principal alocaram-se os sistemas de produção [Monocultivo: capim-Andropogon cv. Planaltina (*Andropogon gayanus* Kunth); e Sistema silvipastoril–SSP: árvores nativas consorciadas com capim-Andropogon], e nas subparcelas os períodos de pastejo de avaliação dos animais (fevereiro, março, abril, maio e junho). Para estimativa de altura do pasto, relação folha/colmo e características agronômicas do pasto capim-Andropogon, foram coletadas seis amostras x piquete, totalizando doze repetições por tratamento. Para a avaliação do comportamento em pastejo sob lotação contínua utilizaram-se cinco repetições (cabras), por piquete totalizando dez repetições por tratamento.

A área experimental de 1,33 ha, foi composta por duas áreas de 0,66 ha de monocultivo e 0,66 ha de SSP, cada tipo de pastagem foi subdividida em dois piquetes de 0,33 ha, que foram cercados para o controle do acesso dos animais. A densidade de árvores no SSP foi 71 plantas/ha, ocorrendo as seguintes espécies; babaçu (*Attalea speciosa*), caneleiro (*Cenostigma macrophyllum* Tul), espinheiro (*Mimosa acustipula*), jatobá (*Hymenaea courbaril*), mofumbo

(*Combretum leprosum*), pau-dárco, (*Handroanthus impetiginosus*), pau-jangada (*Apeiba tibourbou*) e sipaúba (*Thiloa glaucocarpa* Benth). A área do SSP foi implantada no ano de 1990, as árvores foram raleadas e o plantio do capim-*Andropogon* ocorreu nas áreas abertas. Desde sua implantação a área tem sido manejada com caprinos e não recebeu adubação química, a densidade de espécies lenhosas é mantida através de controle do crescimento deste estrato. A área do monocultivo de capim-*Andropogon* foi implantada no ano de 2000 em uma área contígua.

Os trabalhos de campo começaram em dezembro de 2018, realizou-se corte com roçadeira mecânica para uniformização da altura do pasto no monocultivo e no SSP, a uma altura de 30 cm; e no SSP, corte manual das rebrotas de espécies lenhosas, a uma altura média de 30 cm. O período de utilização do pasto foi de 120 dias, com coletas de dados a cada 30 dias. Foram colhidas amostras de solo na camada de 0 a 20 cm para determinação da textura e fertilidade (Tabela 1). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, de acordo com a classificação proposta pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006).

**Tabela 1.** Caracterização físico-química do solo no sistema silvipastoril e no monocultivo.

	Sistema.	
	Silvipastoril	Monocultivo
Textura	FA*	FA*
pH (H <sub>2</sub> O)	5,1	5,0
P (mg/dm <sup>3</sup> )	0,07	0,03
K (mg/dm <sup>3</sup> )	3,0	2,0
Na (mg/dm <sup>3</sup> )	4,0	3,0
Ca (cmol(c)/dm <sup>3</sup> )	1,3	1,0
Mg (cmol(c)/dm <sup>3</sup> )	0,43	0,33
Al (cmol(c)/dm <sup>3</sup> )	0,1	0,15
Soma de bases	1,75	1,35
CTC	3,1	2,6
Saturação por Ca (%)	41,94	38,46
Saturação por bases (%)	56,45	51,92

\*FA: solo franco-arenoso.

A massa de forragem e as características estruturais foram medidas nos meses: fevereiro, março, abril, maio e junho, mediante lançamento de seis quadros com área 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 x 0,5 m), em pontos que representassem a altura média do pasto por tratamento, realizando-se o corte da forragem a 20 cm de altura do solo (Gardner, 1986). A altura do pasto foi determinada usando

uma régua de 2 metros de comprimento, graduada em centímetros, sendo medidos seis pontos aleatórios por tratamento.

As amostras foram pesadas e posteriormente foram retiradas duas alíquotas representativas das amostras colhidas, uma para estimativa da massa de forragem e outra para caracterização do pasto, mediante fracionamento do material em lâmina foliar e colmo, as quais foram pré-secas em estufa a 55 °C por 72 horas para determinação da matéria seca (Silva e Queiroz, 2002). Os valores de massa de forragem e dos componentes morfológicos foram convertidos para t MS/ha<sup>-1</sup> e foi determinada a relação folha/colmo (F/C).

Utilizaram-se vinte cabras mestiças da raça Anglonubiana (*Capra aegagrus hircus*), com peso vivo médio de 41,50±5,85Kg, foram randomizadas em quatro grupos (cinco por piquetes) e identificadas com um brinco de cor diferente. Depois das 17:00 horas, as cabras permaneciam no aprisco onde receberam suplementação mineral e água à vontade. Todos os animais foram pesados ao início do experimento e a cada 30 dias para determinara variação de peso, após 15 horas de jejum. Também foi realizado o teste famacha® para monitoramento de infecção por endoparasitos. O uso das cabras foi aprovado pela comissão de ética no uso de animais (CEUA) da UFPI, protocolo N.º 541/18.

Adotou-se o método de pastejo em lotação contínua, ajustada de acordo com a disponibilidade de massa da forragem, os animais foram adicionados ou retirados em cada piquete mantendo 10 cabras por tratamento. No momento da entrada dos animais nos piquetes, a altura do pasto capim-*Andropogon* foi 66,5 cm, com oferta inicial forragem de 14,4% do peso vivo. A oferta de forragem foi calculada usando a seguinte fórmula:  $OF = (DPF / (PV / 100) / DIA)$  em que: DPF = disponibilidade de forragem em kg de MS/ha; PV = peso vivo das cabras; DIA = duração do período experimental em número de dias (Allen et al., 2011; Araújo et al., 2015).

O comportamento em pastejo foi avaliado nos meses: março, abril, maio e junho, foram avaliadas 10 cabras por tratamento, no período das 08:40 às 17:00 horas. Participaram, quatro avaliadores treinados, cada um ficou responsável por um piquete. As anotações foram realizadas a cada 10 minutos, após observação visual, com registro das atividades de pastejo, ruminação, deslocamento, ócio e outras atividades, de acordo com o protocolo descrito por Hughes e Reid (1951). Durante esta avaliação, os dados microclimáticos foram registrados à cada hora, utilizando um termômetro digital em cada tratamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento (PROC GLM) do pacote estatístico SAS (2004). As diferenças entre as médias das características estruturais,

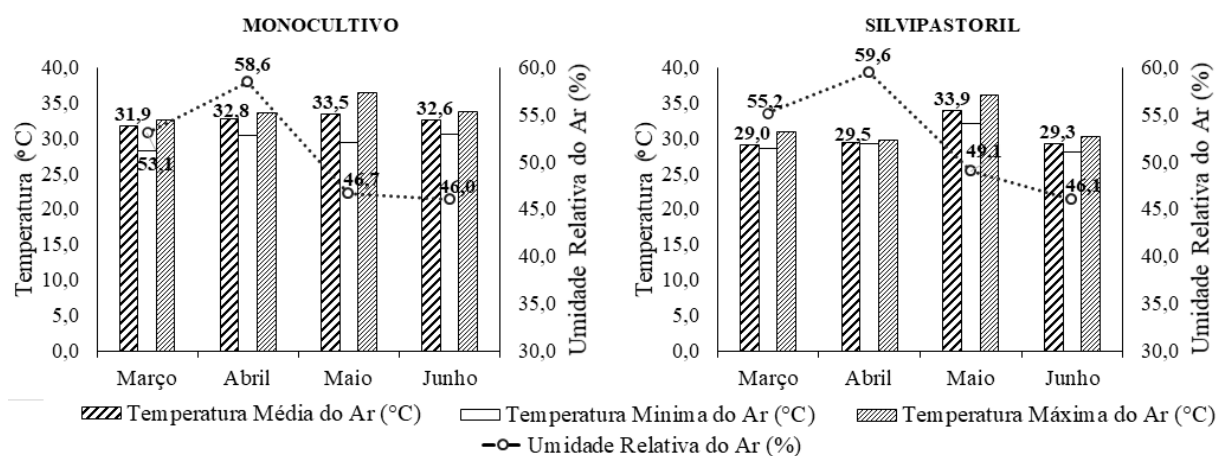
massa de forragem e comportamento em pastejo foram comparadas pelo teste de Tukey a significância de  $P < 0,05$ . O modelo estatístico adotado foi:  $Z_{ij} = \mu + F_i + E_{ij} + B_j + F \times E_{ij} + \epsilon_{ij}$

Onde  $Z_{ij}$  = representa o valor observado.  $F_i$  = o efeito fixo dos sistemas de produção  $i$ , onde  $i$  = sistema de produção 1 e sistema de produção 2.  $E_{ij}$  = o efeito fixo dos períodos de pastejo  $j$ , onde  $j = 1, 2, 3, 4$  y  $5$ .  $B_j$  = efeito do bloco  $k$ , onde  $k = 1, 2, 3$  e  $4$ .  $(F \times E) = ij$  a interação entre sistemas de produção e períodos de pastejo.  $\epsilon_{ij}$  = erro experimental associado aos valores observados ( $Y_{ik}$ ).

## Resultado e Discussão

A temperatura média durante o dia foi menor no SSP, com redução de até  $3^\circ\text{C}$ , com  $30,44^\circ\text{C}$  contra  $33,68^\circ\text{C}$  do monocultivo, sendo maio o mês que registrou as temperaturas mais altas nos dois sistemas de cultivo. Comportamento inverso observou-se para a umidade relativa do ar, sendo mais elevada no SSP, com uma média de  $52,49\%$  (Figura 1). Criação de microclimas em SSP tem sido observado em vários trabalhos, com temperaturas mais baixas e umidade relativa superior em ambientes sombreados (Bahamonde et al., 2012; Sousa et al., 2015). Esse fato também influencia o comportamento animal, segundo Joseph, Schmitt Filho, Sinisgalli, Farley e Zambiasi (2019), o SSP beneficia a produção animal, principalmente em regiões quentes.

**Figura 1.** Temperatura média, mínima e máxima em ( $^\circ\text{C}$ ) e umidade relativa do ar (%) no período de março a junho no local experimental, nos dias da avaliação do comportamento animal.



Houve interação entre os períodos de pastejo e os sistemas de cultivo sobre a altura do pasto e produção massa seca de material morto ( $P < 0,05$ ), para as demais variáveis agrônômicas e estruturais do pasto de capim-Andropogon não houve interação (Tabela 2). A altura do pasto

foi similar entre os sistemas de cultivo ( $P>0,05$ ). Observou-se redução na altura do pasto nos dois sistemas, no pastejo realizado a partir do mês de abril ( $P<0,01$ ), provavelmente devido ao consumo de lâminas foliares pelas cabras, permanecendo constante nos meses de maio e junho. Outro fator que também contribuiu para a diminuição da altura foi a precipitação pluviométrica, que reduziu consideravelmente nos dois últimos meses do período de pastejo, o sombreamento no SSP não influenciou na altura do pasto capim-Andropogon em comparação com o monocultivo. Segundo Oliveira et al. (2013), sombreamentos entre 30% e 50% da área cultivada podem não afetar o crescimento em gramíneas que sejam tolerantes ao sombreamento.

**Tabela 2.** Caracterização de pasto de capim-Andropogon em diferentes períodos de pastejo e sistemas de cultivo sob lotação contínua com caprinos.

SC <sup>‡</sup>	Período de pastejo (PP)						P - Valor			EPM <sup>‡</sup>
	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	M.d* <sup>‡</sup>	SC <sup>‡</sup>	PP	SC×PP	
Altura do dossel (cm)										
Mono <sup>°</sup>	66,2Aa	61,4Aab	54,5Bc	56,5Abc	54,2Ac	58,6	0,06	<0,01	0,02	1,86
SSP <sup>°°</sup>	66,8Aa	65,1Aab	59,0Ab	60,1Ab	53,8Ac	61,0				
Média	66,5	63,2	56,7	58,3	54,0					
MSF <sup>‡</sup> (t MS ha <sup>-1</sup> )										
Mono <sup>°</sup>	1,69	1,78	1,83	1,83	1,78	1,8B	<0,01	0,04	0,70	0,20
SSP <sup>°°</sup>	1,90	2,10	2,26	2,01	1,87	2,0A				
Média	1,79b	1,94ab	2,04a	1,92ab	1,82ab					
MSFL <sup>£</sup> (t MS ha <sup>-1</sup> )										
Mono <sup>°</sup>	1,05	0,94	0,78	0,78	0,62	0,84A	<0,01	<0,01	0,65	0,07
SSP <sup>°°</sup>	0,99	0,81	0,75	0,60	0,42	0,72B				
Média	1,02a	0,88ab	0,77b	0,69b	0,52c					
MSCO <sup>£</sup> (t MS ha <sup>-1</sup> )										
Mono <sup>°</sup>	0,53	0,56	0,63	0,61	0,57	0,58	0,30	0,04	0,19	0,06
SSP <sup>°°</sup>	0,59	0,73	0,72	0,61	0,46	0,62				
Média	0,56ab	0,64ab	0,68a	0,61ab	0,51b					
MSMM <sup>£</sup> (t MS ha <sup>-1</sup> )										
Mono <sup>°</sup>	0,10Bd	0,28Bc	0,41Bb	0,44Bb	0,58Ba	0,36	<0,01	<0,01	0,02	0,03
SSP <sup>°°</sup>	0,30Ad	0,55Ac	0,78Ab	0,80Ab	1,00Aa	0,68				
Média	0,20	0,42	0,59	0,62	0,79					
Folha/Colmo										
Mono <sup>°</sup>	2,02	1,55	1,45	1,25	1,10	1,49A	<0,01	<0,01	0,45	0,1
SSP <sup>°°</sup>	1,70	1,18	1,04	1,00	0,98	1,18B				
Média	1,86a	1,37b	1,25bc	1,12c	1,04c					

‡SC: Sistema de cultivo da pastagem. °Mono: Monocultivo de capim-Andropogon. °°SSP: Silvopastoril com capim-Andropogon. SC×PP: Interação sistema de cultivo x período de pastejo. ‡EPM: Erro padrão da média. \*M.d: Média geral dos sistemas. ‡MSF: Massa seca de forragem. £MSFL: Massa seca de folhas. £MSCO: Massa seca de colmo. £MSMM: Massa seca de material morto. Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas iguais e na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey.

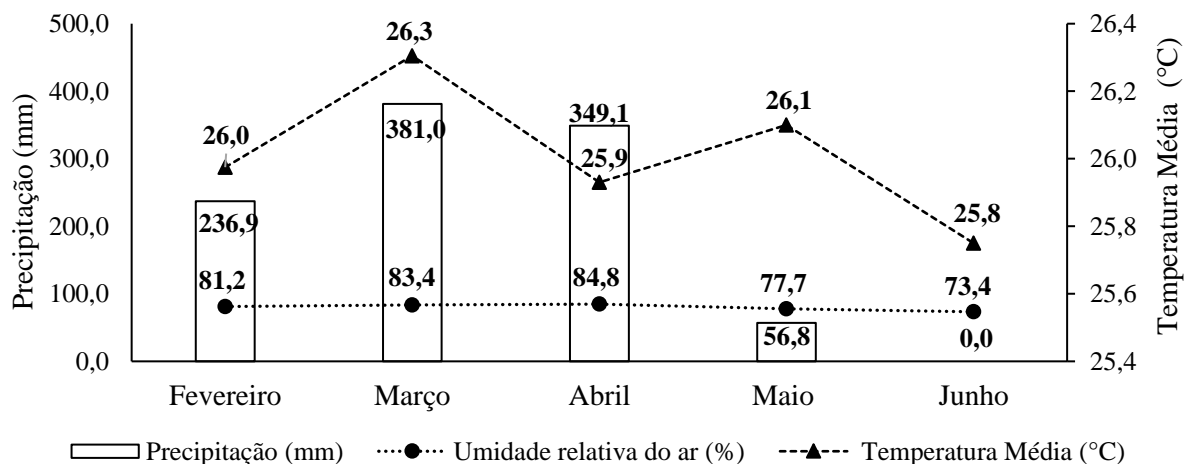
A produção de massa seca de forragem (MSF), variou entre os sistemas de cultivo ( $P<0,01$ ) e os meses do ano ( $P=0,04$ ), observa-se aumento na produção de MSF nos períodos de pastejo realizados nos meses de março e abril, com queda no mês de junho, coincidindo com a precipitação observada no período experimental, em relação aos sistemas de cultivo foi

superior no SSP. A maior produção de forragem no SSP demonstra a adaptabilidade do capim-Andropogon ao sistema consorciado com plantas arbóreas, Veras, et al. (2010) também observaram boa adaptabilidade do capim-Andropogon em SSP de mata nativa arbórea.

A produção média de MSF no SSP ( $2,0 \pm 0,2$  t MS ha<sup>-1</sup>) foi maior que na monocultura ( $1,8 \pm 0,2$  t DM ha<sup>-1</sup>) mostrando outra vantagem do SSP, provavelmente devido à sua capacidade de restaurar a fertilidade do solo, fornecendo um suprimento constante de matéria orgânica na serrapilheira, aumentando a disponibilidade de umidade e mineralização do nitrogênio, melhorando a qualidade nutricional da forragem. Da mesma forma, em SSP, com animais em pastejo, parte dos gases de fermentação entérica são usados, tanto por árvores quanto por gramíneas, promovendo um aumento na produção de biomassa das árvores e uma recuperação mais rápida da forragem, além de mitigar esses gases nocivos (López-Santiago et al., 2019).

Houve efeito ( $P < 0,01$ ), nos períodos de pastejo e sistemas de cultivo, sobre o acúmulo de massa seca das folhas (MSFL), sendo observado um decréscimo nos dois sistemas a partir de fevereiro. Entre fevereiro e junho a queda no monocultivo foi de 0,43 t MS ha<sup>-1</sup> e no SSP a redução foi de 0,57 t MS ha<sup>-1</sup>. A produção média de MSFL, foi menor especificamente no mês de junho, coincidindo com o mês de menor precipitação (Figura 2). Segundo Habermann et al. (2019) o déficit de água no solo reduz a produção de massa seca de folhas em gramíneas tropicais C4. A biomassa foliar tem uma relação positiva com a disponibilidade de água, pois o estresse hídrico aumenta a relação C/N e C/P, desequilibrando a homeostase estequiométrica (Viciedo, Prado, Martinez, Habermann & Piccolo, 2019).

**Figura 2.** Precipitação total (mm), Temperatura média do ar (°C) e Umidade relativa média do ar (%), no período de fevereiro a junho em Teresina, Piauí no ano de 2019.



Durante os períodos de pastejo entre abril e junho, a produção da MSF diminuiu progressivamente, isso pode ser explicado pelo desfolhamento causado pelo consumo das cabras, ao mesmo tempo que ocorre a diminuição das chuvas. De acordo com Santos et al. (2016), a oferta hídrica é o fator mais determinante para a produção de massa de forragem verde, pois a temperatura não é um fator limitante ao crescimento do capim-*Andropogon* (Magalhães et al., 2012) em regiões tropicais.

A produção média da MSFL no monocultivo foi  $0,8 \pm 0,07$  t MS ha<sup>-1</sup>, que é equivalente a 44,4% da produção de MSF e no SSP foi  $0,7 \pm 0,07$  t MS ha<sup>-1</sup>, sendo o 35% da produção de MSF. A menor massa de folhas foi registrada no SSP, esse decréscimo na produtividade deve-se à uma combinação de diferentes fatores como: redução das chuvas, desfolhamento causado pelas cabras no sistema de lotação contínua e o sombreamento.

Segundo Amaral, Pagliarini, Haga e Castilho (2019), a baixa luminosidade do ambiente tem efeito negativo no crescimento da massa foliar, devido à redução dos tecidos parenquimatosos. Veras et al. (2010), observaram que o sombreamento diminuiu a porcentagem de folhas no pasto capim-*Andropogon* aos 35 dias de rebrota em comparação ao monocultivo. A menor produção da MSFL registrada no SSP foi no mês de junho, ( $0,42 \pm 0,07$  t MS ha<sup>-1</sup>) no entanto, somente essa produção de folhas garantiu uma oferta de forragem equivalente a um consumo de 3,5% do PV para esse período, oferecendo uma sobre a oferta de forragem para as cabras no SSP.

A massa seca de colmos (MSCO), não diferiu entre os sistemas de cultivo ( $P > 0,05$ ), com uma produção média de  $0,6 \pm 0,06$  t MS ha<sup>-1</sup>. A MSCO permaneceu constante nos períodos com maior incidência de chuva, o resultado confirma que o consumo de MSCO foi praticamente nulo, o que explica a preferência das cabras pelo consumo de folhas em relação às outras estruturas da planta, embora diminuiu em junho ( $P = 0,05$ ), no mês com menor precipitação. Segundo Duarte et al. (2019), o estresse hídrico retarda o crescimento do pasto, afetando a taxa de reprodução de perfilhos, isso explica que sob condições normais de pastejo, os caprinos preferem selecionar material verde em crescimento, e da mesma forma, selecionam folhas ao invés de colmos (Araújo et al., 2015; Lee et al., 2019).

Observou-se interação ( $P < 0,05$ ), entre os sistemas de cultivo e os períodos de pastejo para a massa seca de material morto MSMM. O acúmulo de material morto variou para os sistemas de cultivo e os meses ( $P < 0,01$ ), os maiores teores de MSMM foram observados na fase final do experimento, conforme avançou, aumentou a produção de material morto e folhas senescentes,

esse acréscimo pode ser influenciado pelo deslocamento dos animais pelas áreas de pastagens ao longo do experimento. De acordo com Costa et al. (2017), uma das principais razões do aumento de material morto em pastagens cultivadas é a remoção da gema apical por efeito do pastejo, também a diminuição das chuvas aumentou a produção de MSMM. As proporções de material morto no pasto podem ser consideradas elevadas e poderia ser um indício de sobra na oferta de forragem produzida, pois a massa seca de material morto se acumulou sem ser consumida pelas cabras.

A quantidade de MSMM foi superior no SSP ( $P < 0,05$ ), com uma produção média de  $0,68 \pm 0,03$  t MS ha<sup>-1</sup>, sendo 52,9% superior, em comparação à monocultivo. O aumento da MSMM no SSP pode ser explicado pela idade superior do pasto nesse sistema que foi implantado em 1990, enquanto o monocultivo em 2000. De acordo com Calzada-marin et al. (2014), a biomassa do material morto está correlacionada com o aumento da longevidade da planta. Paciullo et al. (2014) e Devkota, Kemp, Hodgson, Valentine e Jaya (2009), observaram semelhanças na produção de material morto em áreas abertas e sombreadas, entretanto Gómez, Guenni e Guenni (2012) e Guerra, Moraes, Recco, Silva e Gimenes (2016), obtiveram uma maior quantidade de material morto em gramíneas expostas ao sol. Segundo Oliveira et al. (2020), o acúmulo de material morto do pasto capim-*Andropogon* em ambiente sombreado não é influenciado pela diminuição da luminosidade.

A relação folha/colmo (F/C) variou para cada período de pastejo e sistema de cultivo e diminuiu progressivamente com a atividade de pastejo ( $P < 0,01$ ), observando-se a maior relação F/C em fevereiro. A relação F/C foi maior no monocultivo ( $P < 0,01$ ), verificou-se a maior relação folha/colmo de 2,02, este valor mostrou-se similar à observado por Magalhães et al. (2012), para capim-*Andropogon* fertilizado com uma dose de 400 N (kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e um nível de irrigação de 80%. No SSP foi observada uma relação F/C de 1,70 e está próxima à obtida por Veras et al. (2010) e Oliveira et al. (2020), que avaliaram a mesma grama em ambiente sombreado. A menor relação F/C observada foi em média 1,04 e está próximo ao valor crítico de 1,0 para qualidade do pasto capim-*Andropogon* (Lacerda et al., 2009).

A diminuição na relação F/C no SSP pode ser atribuída ao acúmulo de material senescente. O pasto neste sistema não é submetido a um roço para redução do material morto, portanto ocorre um acúmulo deste material ao longo do tempo. situação diferente do monocultivo, pois anualmente ocorre um roço mecânico, a uma altura entre 20 e 30 cm, logo após as primeiras chuvas, o que contribuiu para a redução do material morto. A relação F/C diminui paralelamente ao aumento da quantidade de material morto. Além disso, à medida que



os perfilhos envelhecem, o perfilhamento se reduz e assim a porcentagem de folhas tende a diminuir (Bauer, Pacheco, Chichorro, Vasconcelos & Pereira, 2011). Segundo Alvarenga, Euclides, Montagner, Barbosa e Araujo (2020), os perfilhos mais jovens apresentaram maior número de folhas vivas e maior área de lâmina foliar (Santos et al., 2020), em comparação aos perfilhos maduros.

O tempo de pastejo foi diferente ( $P=0,01$ ) para os sistemas de cultivo (Tabela 3), registrando o maior valor para o SSP, fato explicado pelo maior acúmulo de MSMM e menor oferta da MSFL, dificultando a seleção das porções foliares, aumentando assim o tempo de pastejo dos animais. Nos dois sistemas as cabras permaneceram a maior parte do tempo pastando, correspondendo a 74,9% do tempo total do monocultivo e 79,4% para o SSP, este resultado está de acordo com Costa, Oliveira, Moura, Costa Júnior e Rodrigues (2015); Rodrigues et al. (2013); e Poudel, Karki, Karki e Tillman (2019). Os caprinos têm grande capacidade de priorizar o consumo de forragem e adiar outras atividades (Charpentier, Caillat, Gastal & Delagarde, 2019).

**Tabela 3.** Comportamento de cabras em diferentes períodos de pastejo e sistemas de cultivo com capim-Andropogon sob lotação contínua.

	Pastejo (minuto <sup>-1</sup> )	Ruminação (minuto <sup>-1</sup> )	Deslocamento (minuto <sup>-1</sup> )	Ócio (minuto <sup>-1</sup> )	Outras atividades (minuto <sup>-1</sup> )
Sistema de cultivo (SC)					
°Mono.	367,2B	13,7A	51,2A	56,5A	7,2A
°°SSP	389,0A	10,2A	49,0A	35,7B	6,0A
Período de pastejo (PP)					
Março	342,0B	13,5A	54,5A	72,5A	7,5A
Abril	385,0A	14,0A	46,0A	35,0B	10,0A
Maior	376,2A	13,0A	52,5A	44,0B	5,0A
Junho	397,5A	7,5A	49,5A	36,5B	4,5A
<i>P-Valor</i>					
SC	0,01	0,22	0,63	0,02	0,61
PP	0,01	0,33	0,58	0,02	0,36
SC × PP	0,21	0,88	0,83	0,33	0,22

°Mono: Monocultivo de capim-Andropogon. °°SSP: Silvipastoril com capim-Andropogon. Médias na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey.

Em referência aos períodos de pastejo, observou-se um aumento de 55,5 minutos para o tempo de pastejo no mês de junho, em relação ao mês de março ( $P=0,01$ ). Essa variação é justificada pelo maior acúmulo de material morto na pastagem e redução da relação F/C. Quando a qualidade da forragem diminuiu, o comportamento seletivo aumentou, as cabras procuraram estruturas vegetais mais digeríveis, aumentando o tempo de pastejo. Os caprinos aumentam o tempo de pastejo, como mecanismo de adaptação à menor disponibilidade e

qualidade da forragem (Askar et al., 2013; Mkhize et al., 2015), essas mudanças são importantes para que os animais em pastejo atendam à demanda diária de ingestão de MS (Gonçalves et al., 2009).

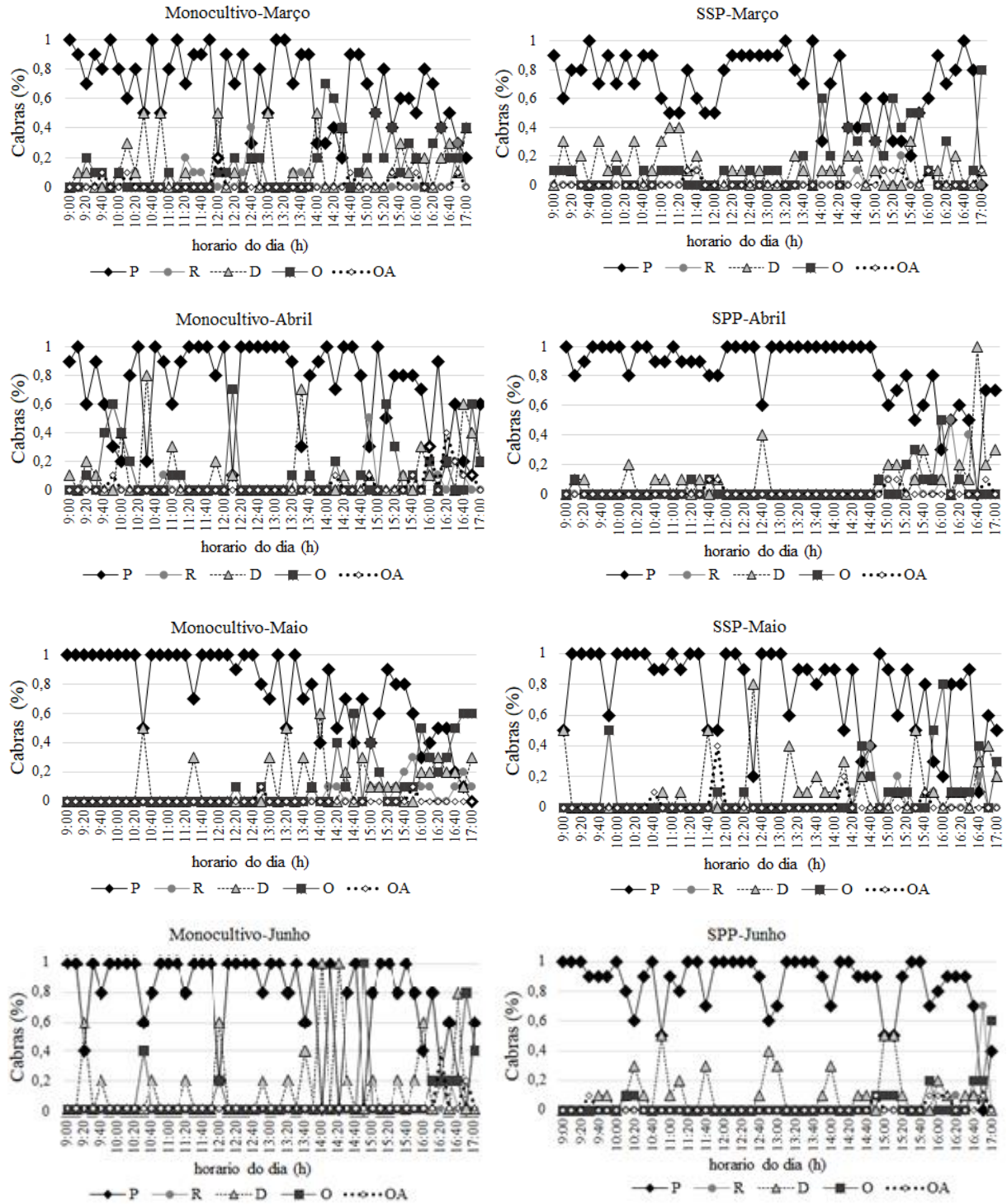
O tempo médio de pastejo foi de 367,2 minutos no monocultivo e 389,0 minutos no SSP, os tempos no SSP foram inferiores aos registrados por Costa et al. (2015). Os resultados observados na monocultura foram semelhantes aos tempos obtidos por Ribeiro et al. (2012) e Rodrigues et al. (2013), registrando tempos de 354 e 300 minutos de pastejo respectivamente, para cabras adultas mantidas em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia). Macedo et al. (2015), registrou valores entre 253,2 e 395,4 minutos de pastejo, utilizando cabras da raça Anglonubiana, alimentadas com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

O tempo médio de ruminação das cabras foi de  $12 \pm 4,9$  minutos e não variou entre os tratamentos e os meses ( $P > 0,05$ ), principalmente as cabras ficaram ruminando em decúbito, o resultado foi relativamente próximo ao obtido por Araújo et al. (2015), que relataram tempo médio de ruminação de  $14 \pm 1,7$  minutos, fato explicado porque essa atividade é principalmente realizada no período da noite (Costa et al., 2015; Rodrigues et al., 2013).

Não foram observadas diferenças entre os sistemas de cultivo e os períodos de pastejo ( $P > 0,05$ ), para a o tempo de deslocamento. O tempo médio de deslocamento observado foi de 50,1 minutos, e correspondeu 10,22% do período avaliado, esse baixo valor é justificado pela sobra na oferta de forragem durante todo o período experimental. Segundo Gonçalves et al. (2009); Tölü et al. (2012) e Garcez et al. (2019), os tempos de deslocamentos mais curtos podem ser explicados por homogeneidade no ambiente e pelas características da pastagem. Os picos desta atividade ocorreram nas primeiras horas da manhã, com o reconhecimento da área, e no final do dia, quando os animais terminaram a ingestão de forragem.

Os tempos de ócio foram diferentes entre os sistemas de cultivo e os períodos de pastejo ( $P < 0,05$ ), sendo a segunda atividade mais observada no monocultivo, com um tempo médio de 56,5 minutos, comparado aos 35,7 minutos registrados no SSP. O maior tempo dessa atividade foi verificado no mês de maio, observando uma relação inversa entre tempo de pastejo e tempo de ócio. A medição do tempo de ócio é de fundamental importância, pois animais inativos consomem menos energia (Araújo et al., 2019). As outras atividades como interação social foram estáveis e não houve diferenças entre os tratamentos e os meses de observação ( $P > 0,05$ ). A percentagem das atividades diárias do pastejo confirmaram que nas primeiras horas do dia as cabras pastejaram com mais intensidade, diminuindo o ritmo após 14-15 h, aumentando os picos de deslocamento e ócio (Figura 3).

**Figura 3.** Distribuição das variáveis do comportamento de cabras em pastejo de capim-Andropogon em diferentes períodos de pastejo e sistemas de cultivo.



P: Pastejo, R: Ruminação, D: deslocamento, O: Ócio, OA: Outras Atividades.

## Conclusões

O pasto de capim-Andropogon é perene em sistema de monocultivo e silvipastoril durante a estação chuvosa. O pasto de capim-Andropogon tem potencial para ser utilizado em sistema silvipastoril.

A atividade de pastejo de cabras em sistema silvipastoril registra maior tempo, influenciado principalmente pela menor oferta de massa seca de folhas. A diminuição das chuvas e o pastejo sob lotação contínua afetaram a oferta de folhas, aumentando a massa seca de material morto do pasto de capim-Andropogon.

## Referências Bibliográficas

Allen, V. G., Batello, C., Berretta, E. J., Hodgson, J., Kothmann, L. I. X., Mcivor, J., Milne, J., & Morris, C.; Peeters, A. (2011). An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass and Forage Science*, Oxford, 66(1), 2-28. doi: 10.1111/j.1365-2494.2010.00780.x

Alvarenga, C. A. F., Euclides, V. B. P., Montagner, D. B., Barbosa, R. A., & Araujo, A. R. (2020). Animal performance and sward characteristics of Mombaça guineagrass pastures subjected to grazing frequencies. *Tropical Grasslands*, 8(1), 1-10. doi: 10.17138/tgft(8)1-10

Amaral, J. A., Pagliarini, M. K., Haga, K.I., & Castilho, R. M. M. (2019). Luminosity levels and substrates composition on Bermuda Grass development. *Ornamental Horticulture*, 25(2), 168-179. doi: 10.14295/oh.v25i2.1454

Aquino, R. S., Lemos, C. G., Alencar, C. A., Silva, E. G., Lima, R. S., Gomes, J. A. & Silva, A. F. (2016). A realidade da caprinocultura e ovinacultura no semiárido brasileiro: um retrato do sertão do Araripe, Pernambuco. *Publicações em Medicina veterinária e Zootecnia*, 10(4), 271-281. doi: 10.22256/pubvet.v10n4.271-281

Araújo, D. L. C., Oliveira, M. E., Lopes, J. B., Alves, A. A., Rodrigues, M. M., Moura, R. L., & Moreira Filho, M. A. (2015). Performance and goats behavior in pasture of Andropogon grass under different forage allowances. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(3), 2301-2316. doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p2301

Araújo, R. A. D., Neiva, J. N. M., Rogério, M. C. P., Pimentel, P. G., Furtado, R.N., Mariz, L. D. S., Cândido, M. J. D., & Pompeu, R. C. F. F. (2019). Ingestive behavior and physiological parameters of lactating goats fed diets containing detoxified castor cake. *Biological Rhythm Research*, 50, 1-13. doi: 10.1080/09291016.2019.1594120

Askar, A. R., Gipson, T. A., Puchala, R., Tesfai, K., Detweiler, G. D., Asmare, A., Kelic, A., Sahlua, T., & Goetsch, A. L. (2013). Effects of stocking rate and physiological state of meat goats grazing grass/forb pastures on forage intake, selection, and digestion, grazing behavior, and performance. *Livestock Science* 154, 82-92. doi: 10.1016/j.livsci.2013.02.015

Bahamonde, H.A., Peri, P.L., Alvarez, R., Barneix, A., Moretto, A., & Martinez-Pastur, G. (2012). Litter decomposition and nutrients dynamics in *Nothofagus antarctica* forests under silvopastoral use in Southern Patagonia. *Agroforestry Systems*, 84, 345-360. doi: 10.1007/s10457-012-9479-7

Bauer, M. O., Pacheco, L. P. A., Chichorro, J. F., Vasconcelos, L. V., & Pereira, D. F. C. (2011). Produção e características estruturais de cinco forrageiras do gênero *Brachiaria* sob intensidades de cortes intermitentes. *Ciência Animal Brasileira*, 12(1), 17-25. doi: 10.5216/cab.v12i1.4817

Bernardino, F. S., Tonucci, R. G., Garcia, R., Neves, J. C. L., & Rocha, G. C. (2011). Produção de forragem e desempenho de novilhos de corte em um sistema silvipastoril: efeito de doses de nitrogênio e oferta de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(7), 1412-1419. doi: 10.1590/S1516-35982011000700003

Broom, D. M., Galindo, F. A., & Murgueitio, E. (2013). Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings of the Royal Society*, 280(1771), 1-9. doi: 10.1098/rspb.2013.2025

Broom, D. E. (2017). Components of sustainable animal production and the use of silvopastoral systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(8), 683-688. doi: 10.1590/S1806-92902017000800009

Calzada-Marin, J. M., Enríquez, Q. J. F., Hernández, G. A., Ortega, J. E., & Mendoza, P. S. (2014). Growth analysis of maralfalfa grass (*Pennisetum* sp.) in a warm humid climate. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 5(2) 247-260. Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242014000200009&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242014000200009&script=sci_abstract&tlng=en)

Charpentier, A., Caillat, H., Gastal, F., & Delagarde, R. (2019). Intake, milk production and grazing behaviour responses of strip-grazing dairy goats to daily access time to pasture and to dehydrated lucerne supplementation. *Livestock Science*, 229, 90-97. doi: 10.1016/j.livsci.2019.09.019

Costa, J. V., Oliveira, M. E., Moura, R. M. A. S., Costa Júnior, M. J. N., & Rodrigues, M. M. (2015). Grazing behavior and ingestive goats in silvopastoral system. *Revista Ciência Agronômica*, 46(4), 865-872. doi: 10.5935/1806-6690.20150075

Costa, C. S., Rodrigues, R. C., Santos, F. N. S., Araújo, R. A., Sousa, G. O. C., Lima, J. R. L., Nunes, D. R., & Rodrigues, M. M. (2017). Structural characteristics and chemical composition of andropogon grass pasture managed under different defoliation intensities and rest periods. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 18(4), 492-504. doi: 10.1590/s1519-99402017000400001

Cuartas, C. C., Naranjo, R. J., Tarazona, M. A., Murgueitio, R. E., Chará, O. J., Ku, V. J., Solorio, F., Flores, E. M., Solorio, B., & Barahona R. (2014). Contribution of intensive silvopastoral systems to animal performance and to adaptation and mitigation of climate change. *Revista Colombiana Ciencia Pecuaria*, 27(2), 76-94. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-06902014000200003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902014000200003)

Devkota, N. R., Kemp, P. D., Hodgson, J., Valentine, I., & Jaya, I. K. D. (2009). Relationship between tree canopy height and the production of pasture species in a silvopastoral system based on alder trees. *Agroforestry Systems*, 76, 363-374. doi: 10.1007/s10457-008-9192-8

Duarte, C. F. D., Prochera, D. L., Paiva, L. M., Fernandes, H. J., Biserra, T. T., Cassaro, L. H., Flores, L. S., & Fernandes, R. L. (2019). Morfogênese de braquiárias sob estresse hídrico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71(5), 1669-1676. doi: 10.1590/1678-4162-10844

Emperaire, L. (1989). *Vegetation et gestion des ressources naturelles dans la caatinga du sud-est du Piauí (Bresil)*. Doctorat d'Etat es Sciences Naturelles, Université Pierre et Marie Curie. Paris.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. (2006). Centro Nacional de Pesquisa do Solo, Sistema brasileiro de classificação de solos, *Embrapa Solos*, (2da ed.). Rio de Janeiro.

Fernandes, A. (1982). A vegetação do Piauí. In *32a Congresso Nacional de Botânica*, 32, 313-318.

Garcez, B. S., Alves, A. A., Araújo, D. L. C., Oliveira, M. E., Pompeu, R. C. F. F., Rogério M. C. P., Moreira A. L., & Lima I. S. S. (2019). Performance and grazing behavior of growing goats supplemented with palm tree fruit. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 48, 1-12. doi: 10.1590/rbz4820180159

Gardner, A. L. (1986). Técnicas de pesquisa em pastagens aplicabilidade de resultados em sistemas de produção, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, Embrapa. Brasília.

Gómez, S., Guenni, O., & Guenni L. B., (2012). Growth, leaf photosynthesis and canopy light use efficiency under differing irradiance and soil N supplies in the forage grass *Brachiaria decumbens* Stapf. *Grass and Forage Science*, 68(3), 395-407. doi: 10.1111/gfs.12002

Gonçalves, E. N., Carvalho, P. C. F., Kunrath, T. R., Carassai, I. J., Bremm, C., & Fischer, V. (2009). Plant-animal relationships in pastoral heterogeneous environment: process of herbage intake. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(9), 1655-1662. doi: 10.1590/S1516-35982009000900003

Guerra, C. R. S. B., Moraes, M. L. T., Recco, C. R. S. B., Silva, C. L. S. P., & Gimenes, F. M. de A. (2016). Forage yield and nutritive value of naturally growing *Brachiaria decumbens* as undergrowth to an aroeira tree stand in a silvopasture system. *African Journal of Agricultural Research*, 11(40), 3922-3928. doi: 10.5897/AJAR2016.11529

Habermann, E., Oliveira, E. A. D. D., Contin, D.R., Del Vecchio, G., Martinez, C. A., Viciedo, D.O., Moraes, M. A. D., Prado, R. D. M., Costa, K. A. D. P., & Braga, M. R. (2019). Warming and water deficit impact leaf photosynthesis and decrease forage quality and digestibility of a C4 tropical grass. *Physiologia Plantarum*, 165(2), 383-402. doi: 10.1111/pp1.12891

Hughes, G. P., & Reid, D. (1951). Studies on the behavior of cattle and sheep in relation to utilization of grass. *Journal Agricultural Science*, 41(1), 350-355. doi: 10.1017/S0021859600049534

Instituto Nacional de Meteorologia-INMET. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>

Joseph, L., Schmitt Filho, A., Sinisgalli, P., Farley, J., & Zambiasi, D. (2019). Sistemas silvipastoris e serviços ecossistêmicos: a visão dos produtores de leite do Sul do Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, 42(3), 261-270. doi: 10.19084/rca.17116

Jose, S., Walter, D., & Mohan Kumar, B. (2019). Ecological considerations in sustainable silvopasture design and management. *Agroforestry Systems*, 93, 317-331. doi: 10.1007/s10457-016-0065-2

Lacerda, M. S. B., Alves, A. A., Oliveira, M. E., Rogério, M. C. P., Carvalho, T. B., & Veras, V. S. (2009). Composição bromatológica e produtividade do capim andropógon em diferentes idades de rebrota em sistema silvipastoril. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 31(2), 123-129. doi: 10.4025/actascianimsci.v31i2.4549

Lee, S. H., Lee, J., Chowdhury, M. M., Jeon, D., Lee, S. S., Kim, S., Kim, Do., & Kim, K. W. (2019). Grazing Behavior and Forage Selection of Goats (*Capra hircus*). *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*. 39(3), 189-194. doi: 10.5333/KGFS.2019.39.3.189.

López-Santiago, J. G., Casanova-Lugo, F., Villanueva-López, G., Echeverria-Diaz, V. F., Solorio-Sanchez, F. J., Martinez-Zurimendi, P., Aryal, D. R., Chay-Canul A. J. (2019). Carbon storage in a silvopastoral system compared to that in a deciduous dry forest in Michoacán, Mexico. *Agroforestry Systems* 93, 199–211. doi: 10.1007/s10457-018-0259-x

Macedo, E. O., Oliveira, M. E., Silva, P. C., Ribeiro, A. M., Oliveira, G. L., Andrade, A. C., & Rodrigues, M. M. (2015). Intake and ingestive behavior of goats on marandu-grass pasture. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(3), 2175-2184. doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p2175

Magalhães, J. A., Carneiro, M. S. de S., Andrade, A. C., Pereira, E. S., Souto, J. S., Pinto, M. S. de C., Costa, N., de C., & Mochel Filho, W. (2012). Nitrogen use efficiency, yield and composition of andropogon-grass under irrigation and fertilization. *Archivos de Zootecnia*, 61(236), 577-588. doi: 10.4321/S0004-05922012000400010

Mkhize, N. R., Heitköniga, I. M. A., Scogings, P. F., Dziba, L. E., Prins, H. H. T., & De Boer, W. F. (2015). Condensed tannins reduce browsing and increase grazing time of free-ranging goats in semi-arid savannas. *Applied Animal Behaviour Science*. 169, 33-37. doi: 10.1016/j.applanim.2015.04.012

Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A., & Solorio, B. (2011). Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *forest ecology and management*, 261(10), 1654-1663. doi: 10.1016/j.foreco.2010.09.027

Oliveira, F. L. R., Mota, V. A., Ramos, M. S., Tuffi, S. L. D., Oliveira, N. J. F., & Geraseev, L. C. (2013). Performance of *Andropogon gayanus* and *Panicum maximum* cv. 'Tanzania' in the shading. *Ciência Rural*, 43(2), 348-354. doi: 10.1590/S0103-84782013000200026



- Oliveira, G. L., Oliveira, M. E., Macedo, O. E., Alex, C. A., & Edvan, R. L. (2020). Effect of shading and canopy height on pasture of *Andropogon gayanus* in silvopastoral system. *Agroforestry Systems*, 94, p.953-962. doi: 10.1007/s10457-019-00458-5
- Paciullo, D. S. C., Pires, M. F. A., Aroeira, L. J. M., Morenz, M. J. F., Maurício, R. M., Gomide, C. A. M., & Silveira, S. R. (2014). Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass–legume pastures shaded by tropical trees. *Animal (Agroecology: integrating animals in agroecosystems)*, 8(8), 1264-1271. doi: 10.1017/S1751731114000767
- Peri, P. L., Bahamonde, H. A., Lencinas, M. V., Gargaglione, V., Soler, R., Ormaecha, S., Martínez-Pastur, G. (2016). A review of silvopastoral systems in native forests of *Nothofagus antarctica* in southern Patagonia, Argentina. *Agroforest Systems*, 90, 933-960. doi: 10.1007/s10457-016-9890-6
- Poudel, S., Karki, U., Karki, Y., & Tillman, A. (2019). Diurnal behavior of Kiko wethers in southern-pine silvopastures planted with warm-season forages. *Small Ruminant Research*. 175, 1-6. doi: 10.1016/j.smallrumres.2019.03.005
- Ribeiro, A. M., Oliveira, M. E., Carvalho, P., Rufino, M. O. A., Rodrigues, M. M., & Santos, M. S. (2012). Canopy characteristics, animal behavior and forage intake by goats grazing on Tanzaniagrass pasture with different heights. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 34(4), 371-378. doi:10.4025/actascianimsci.v34i4.14544
- Ribeiro jr, G. O., Teixeira, A. M., Velasco, F. O., Faria jr, W. G., Pereira, L. G. R., Chaves, A.V., Gonçalves, L. C., & Mcallister, T. A. (2014). Production, Nutritional Quality and In vitro Methane Production from *Andropogon gayanus* Grass Harvested at Different Maturities and Preserved as Hay or Silage. *Asian- Australasian Journal of Animal Science*, 27(3), 330-341. doi: 10.5713/ajas.2013.13161
- Riet-Correa, B., Simões, S. V. D., Pereira Filho, J. M., Azevedo, S. S. A., Melo, D. B., Batista, J. A., & Riet-Correa F. (2013). Sistemas produtivos de caprinocultura leiteira no semiárido paraibano: caracterização, principais limitantes e avaliação de estratégias de intervenção. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 33(3), 345-352. doi: 10.1590/S0100-736X2013000300012
- Rodrigues, R. C., Souza, T. V. R., Melo, M. A. A., Araujo, R. P. L., Costa, C. S., Oliveira, M. E., Parente, M. O. M., & Sampaio, I. B. M. (2014). Agronomic, morphogenic and structural characteristics of tropical forage grasses in northeast Brazil. *Tropical Grasslands*, 2(2), 214-222. doi: 10.17138/tgft(2)214-222
- Santos, G. R., Mendonça, R. C., Silva, M. A., & Queiroz, L. O. (2014). Caracterização da caprinocultura na bacia leiteira sergipana. *Scientia Plena*, 10(11), 1-11. Retrieved from <https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/1995/1071>
- Santos, D. C., Júnior, R. G., Vilela, L., Pulrolnik, K., Bufon, V. B., Souza, A. F. F. (2016). Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 233(3), 16-24. doi: 10.1016/j.agee.2016.08.026



Santos, M. E. R., Carvalho B. H. R., Carvalho A. N. de., Rocha, G. de O., Van Cleef, F. de O. S., Queiroz, G. J. da S., Moraes, L. S. de., & Carmo, L. L. S. do. (2020). Number and morphology of tiller age groups during summer in Marandu palisadegrass pastures previously used under deferred grazing. *Bioscience Journal*, 36(1), 173-182. doi: 10.14393/BJ-v36n1a2020-42215

SAS Institute. (2004). *SAS/ETS 9.1 User's Guide*. SAS Institute.

Silva, D. C., & Quieroz, A. C. (2002). *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. (3rd ed). Universidade Federal de Viçosa: UFV.

Solorio, F. J., Basul, S. K., Sarabia, L., Ayala, A., Ramírez, L., Aguilar, C., Eroles, J. A., KU, J. C., & Wright, J. (2016). The potential of silvopastoral systems for milk and meat organic production in the tropics. *Organic Farming for Sustainable Agriculture*, 9, 169-183. doi: 10.1007/978-3-319-26803-3\_8

Sousa, L. F., Maurício, R. M., Paciullo, D. S. C., Silveira, S. R., Ribeiro, R. S., Calsavara, L. H., Moreira, G. R. (2015). Forage intake, feeding behavior and bio-climatological indices of pasture grass, under the influence of trees, in a silvopastoral system. *Tropical Grasslands*, 3(3), .129-141. doi: 10.17138/TGFT(3)129-141

Spigarelli, C., Zuliani, A., Battini, M., Mattiello, S., & Bovolenta, S. (2020). Welfare assessment on pasture: a review on animal-based measures for ruminants. *Animals*, 10(4), 609. doi: 10.3390/ani10040609

Tölü, C., Yurtman, I. Y., Baytekin, H., Ataşoğlu, C., Savaş, T. (2012). Foraging strategies of goats in a pasture of wheat and shrubland. *Animal Production Science*, 52, 1069-1076. doi: 10.1071/AN11251

Veras, V. S., Oliveira, M. E., Lacerda, M. S. B., Carvalho, T. B., & Alves A. A., (2010). Biomass production and pasture structure of *Andropogon* grass in a silvopastoral system and in monoculture *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária Zootecnia*, 62(1), 200-207. doi: 10.1590/S0102-09352010000100027

Viciedo, D. O., Prado, R. D., Martinez, C. A., Habermann, E., & Piccolo, M. D. (2019). Shortterm warming and water stress affect *Panicum maximum* Jacq. Stoichiometric homeostasis and biomass production. *Science of The Total Environment*, 681, 267-274. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.05.108

Wan, L., Liu, K., Wu, W., Li, J., Zhao, T., Shao, X., He, F., Lv, H., & Li, X. (2018). Effect of stocking rate on grazing behaviour and diet selection of goats on cultivated pasture. *The Journal of Agricultural Science*, 156(7), 914-921. doi:10.1017/S0021859618000849

## 5. CAPÍTULO 2

### PERSISTÊNCIA DO PASTO DE CAPIM-ANDROPOGON E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CAPRINOS EM UM SISTEMA SILVIPASTORIL

### PERSISTENCE OF ANDROPOGON GRASS PASTURE AND INGESTIVE BEHAVIOR OF GRAZING GOATS IN A SILVIPASTORAL SYSTEM

#### Resumo:

O objetivo deste trabalho foi avaliar a persistência, composição química do pasto e o comportamento ingestivo de caprinos sob lotação contínua em um sistema silvipastoril, formado por capim-Andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth var. *Bisquamulatus* cv. Planaltina), em comparação com seu monocultivo. Os tratamentos contaram de dois sistemas de produção: monocultivo, capim-Andropogon e sistema silvipastoril-SSP com árvores nativas consorciadas com capim-Andropogon. A persistência foi avaliada com dados dos anos (2011 e 2019) e as demais características foram avaliadas nos períodos de pastejo (março, abril, maio e junho) do 2019 em um período acumulado de 120 dias. Não houve interação ( $P > 0,05$ ), entre os sistemas de cultivo e os anos avaliados, para a produção de massa seca de forragem e relação folha/colmo, não obstante a produção de massa seca de forragem foi maior ( $P < 0,01$ ), no sistema silvipastoril. Houve interação para o conteúdo de proteína bruta ( $P < 0,01$ ), também observou-se efeito no conteúdo de FDN ( $P < 0,01$ ), nos dois sistemas. Não houve diferenças significativas ( $P > 0,10$ ), para as variáveis de comportamento ingestivo, com exceção de gMS/minuto<sup>-1</sup> e foi maior no monocultivo. Foram observadas diferenças significativas para a taxa de bocados, com um valor médio de 17,8 bocados/minuto<sup>-1</sup>. O consumo de MS em relação ao peso vivo foi equivalente ao 2,86% do PV dia<sup>-1</sup>.

**Palavras chaves:** *Andropogon gayanus*, Cabras, Comportamento ingestivo.

#### Abstract:

The objective of this work was to evaluate the persistence, chemical composition of the pasture and ingestive behavior of goats under continuous stocking in a silvopastoral system formed by Andropogon grass (*Andropogon gayanus* Kunth var. *Bisquamulatus* cv. Planaltina), in comparison to its monoculture. The treatments counted on two production systems: monoculture, Andropogon grass and silvopastoral system-SSP with native trees intercropped with Andropogon grass. The persistence was evaluated with the data of the years (2011 and 2019), and the other characteristics were evaluated in the pasture periods (march, april, may and june) of 2019 in an accumulated period of 120 days. Interaction was no observed ( $P > 0.05$ ), between the pasture cultivation system and the years evaluated, for the dry matter production and the leaf stem ratio, however, the dry matter production was higher ( $P < 0.01$ ) in the silvopastoral system. Interaction was observed for the crude protein content ( $P < 0.01$ ), furthermore an effect was observed for the NDF content ( $P < 0.01$ ) for the different systems. There was no significant difference ( $P > 0.10$ ), for the ingestive behavior variables, with the exception of gMS/minute<sup>-1</sup>, and was higher in monoculture. Significant differences were observed for the bite rate, with an average of 17.8 bites/minute<sup>1</sup>. The consumption of DM in relation to live weight was satisfactory, equivalent to 2.86% of the BW day<sup>-1</sup>.

**Keywords:** *Andropogon gayanus*, Goats, Ingestive behavior.

## **Introdução**

Nos últimos anos, a produção de caprinos tem apresentado um crescimento significativo em uma escala global, especialmente em países caracterizados por condições ambientais adversas (Darcan & Silanikove., 2018). Brasil é o principal produtor de caprinos da América do Sul (Lu & Mille., 2019), concentrado o 97,8% do rebanho na região nordeste (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018), no entanto, esta atividade caracteriza-se por ser marginal e pouco produtiva (Dos Santos Souza., et al., 2019), uma das principais causas desse problema é o fornecimento irregular de forragens (Santos et al., 2014).

A persistência é definida como a capacidade das plantas cultivadas de fornecer serviços ao longo de uma escala de tempo, apesar da importância biológica e econômica deste parâmetro, há pouca informação sobre a persistência das pastagens e seu efeito nos sistemas de pastejo (Malcolm, Smith, & Jacobs, 2014). A utilização do pasto capim-*Andropogon* para a alimentação de caprinos é uma alternativa viável, pois é uma gramínea de elevada produção de forragem e se adapta facilmente a diferentes sistemas de cultivo e condições climáticas restritivas (Costa, et al., 2017; Pedrosa et al., 2019; Oliveira, et al., 2020).

Os sistemas silvipastoris (SSP) fornecem serviços ecossistêmicos, otimizando a eficiência dos recursos forrageiros e o desempenho animal (Broom et al., 2017; Sarabia et al., 2020), adaptando a produção de forrageiras às mudanças climáticas (Aryal et al., 2019). Os SSP são um sistema complexo de projetar e estudar, portanto, as espécies arbóreas e forrageiras devem ser selecionadas, procurando características produtivas para a sustentabilidade do sistema (Jose et al., 2019).

A observação direta é uma ferramenta fundamental para compreender os componentes da ingestão e alcançar uma estratégia de alimentação mais eficiente (Bonnet et al., 2015), diferentes autores usaram essa metodologia para calcular o consumo de forragem por caprinos (González-Pech, et al., 2014; Costa et al., 2015; Manousidis et al., 2016; Wan et al., 2018; Chebli et al., 2020; Formiga et al., 2020). É importante a compreensão do comportamento ingestivo das cabras em pastagens, para definir práticas enfocadas em melhorar a produtividade do sistema (Agreil & Meuret, 2004; Goetsch et al., 2010). Objetivou-se avaliar a persistência do pasto capim-*Andropogon* em um sistema silvipastoril, após de oito anos de utilização em comparação ao seu monocultivo, avaliando no pasto; produção de massa seca de folhas, composição química e seu efeito sobre o comportamento ingestivo em caprinos.

## Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no período de fevereiro a junho de 2019, no Setor de Caprinocultura, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí (UFPI) em Teresina, latitude 05°05'21" Sul, e longitude 42°48'07" Oeste, altitude 74,4 m. O clima do local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo clima Aw-tropical e chuvoso (megatérmico), com inverno seco e verão chuvoso, com maior precipitação pluviométrica concentrada nos meses de janeiro a abril e os máximos de deficiência hídrica ocorrem de outubro a novembro. Com uma temperatura média de 26,01°C e umidade relativa do ar de 80,1%. A vegetação local é classificada como matas de babaquais e florestas estacionais semidecíduas (Fernandes, 1982; Emperaire, 1989).

Para avaliar a persistência do pasto capim-*Andropogon* (avaliação da massa de forragem e relação folha/colmo), adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso (dois) com parcelas subdivididas, as parcelas constaram do tipo de sistema de cultivo (monocultivo e SSP), e as subparcelas os anos (2011 e 2019), com doze repetições (medições) por tratamento.

Para avaliar o comportamento ingestivo das cabras, adotou-se um delineamento experimental em blocos ao acaso (dois) com parcelas subdivididas, na parcela principal alocaram-se os sistemas de produção, [Monocultivo: capim-*Andropogon* cv. Planaltina (*Andropogon gayanus* Kunth) e Sistema silvipastoril-SSP: árvores nativas consorciadas com capim-*Andropogon*], e nas subparcelas os meses (períodos de pastejo). Para estimativa de altura do pasto, relação folha/colmo e produção de MSFL do pasto capim-*Andropogon*, foram coletadas seis amostras x piquete, totalizando doze repetições por tratamento.

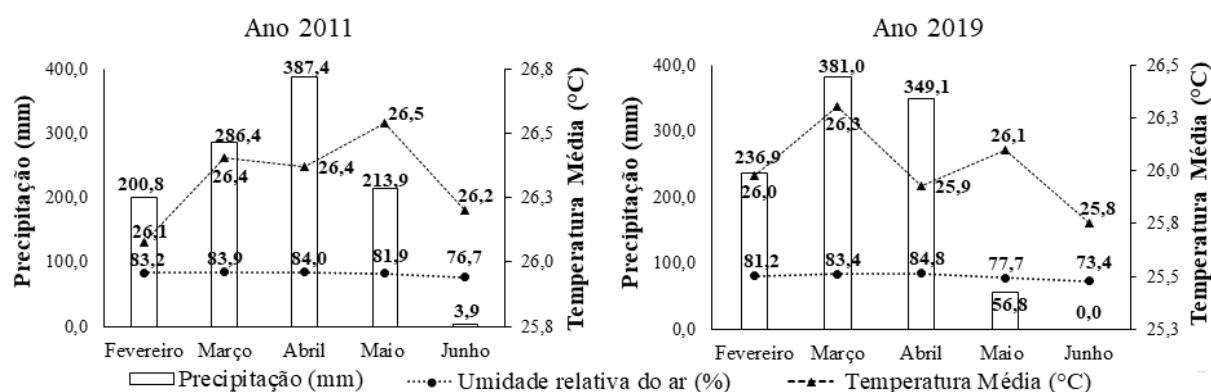
Para a avaliação da composição química do pasto, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas, as parcelas constaram do tipo de sistema de cultivo (SSP e monocultivo) e as subparcelas os meses: (março, abril, maio e junho), com cinco repetições por tratamento.

A área experimental de 1,33 ha, foi composta por duas áreas de 0,66 ha de monocultivo e 0,66 ha de SSP, cada tipo de pastagem foi subdividida em dois piquetes de 0,33 ha, que foram cercados para o controle do acesso dos animais. A densidade de árvores no SSP foi 71 plantas/ha, ocorrendo as seguintes espécies; babaçu (*Attalea speciosa*), caneleiro (*Cenostigma macrophyllum* Tul), espinheiro (*Mimosa acustipula*), jatobá (*Hymenaea courbaril*), mofumbo (*Combretum leprosum*), pau-dárco, (*Handroanthus impetiginosus*), pau-jangada (*Apeiba tibourbou*) e sipaúba (*Thiloa glaucocarpa* Benth). A área do SSP foi implantada no ano de 1990, as árvores foram raleadas e o plantio do capim-*Andropogon* ocorreu nas áreas abertas.

Desde sua implantação a área tem sido manejada com caprinos e não recebeu adubação química, a densidade de espécies lenhosas é mantida através de controle do crescimento deste estrato. A área do monocultivo de capim-Andropogon foi implantada no ano de 2000 em uma área contígua.

Os trabalhos de campo começaram em dezembro de 2018, realizou-se corte com roçadeira mecânica para uniformização da altura do pasto no monocultivo e no SSP, a uma altura de 30 cm; e no SSP, corte manual das rebrotas de espécies lenhosas, a uma altura média de 30 cm. O período de utilização do pasto foi de 120 dias, com coletas de dados a cada 30 dias. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, de acordo com a classificação proposta pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006). Para subsidiar avaliação sobre a persistência do SSP ao longo do tempo, foram utilizados dados publicados em 2011 e dados coletados neste experimento, em 2019. Informações sobre elementos do clima indicaram as variações entre estes anos (Figura 1).

**Figura 1.** Precipitação total (mm), Temperatura média do ar (°C) e Umidade relativa média do ar (%), no período de fevereiro a junho em Teresina, Piauí nos anos de 2011 e 2019.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) 2020, Estação, Teresina-PI (OMM: 82578), disponível em; <http://www.inmet.gov.br/portal/>

A altura do pasto foi determinada usando uma régua de 2 metros de comprimento, graduada em centímetros, sendo medidos 6 pontos aleatórios por piquete, totalizando 12 amostras por tratamento. A massa seca de folhas e a relação folha/colmo foram medidas nos meses: fevereiro, março, abril, maio e junho, mediante lançamento de seis quadros com área 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 x 0,5 m), em pontos que representassem a altura média do pasto de cada piquete, realizando-se o corte da forragem a 20 cm de altura do solo (Gardner, 1986).

As amostras foram pesadas e posteriormente foram retiradas duas alíquotas representativas das amostras colhidas, uma para estimativa da massa de folhas e outra para o

fracionamento do material em lâmina foliar e colmo, as quais foram pré-secas em estufa a 55 °C por 72 horas para determinação da massa seca (Silva & Queiroz, 2002). Os valores de massa de folhas foram convertidos para kg de MS/ha e foi determinada a relação folha/colmo (F/C).

Utilizaram-se vinte cabras mestiças da raça Anglonubiana (*Capra aegagrus hircus*), com peso vivo médio de 41,50±5,85Kg, foram randomizadas em quatro grupos e identificadas com um brinco de cor diferente. Depois das 17:00 horas, as cabras permaneciam no aprisco onde receberam suplementação mineral e água à vontade. Todos os animais foram pesados ao início do experimento e a cada 30 dias para determinar a variação de peso, após 15 horas de jejum. Também foi realizado o teste famacha® para monitoramento de infecção por endoparasitos. O uso das cabras foi aprovado pela comissão de ética no uso de animais (CEUA) da UFPI, protocolo N.º 541/18.

Adotou-se o método de pastejo em lotação contínua, ajustada de acordo com a disponibilidade de massa da forragem, os animais foram adicionados ou retirados em cada piquete, mantendo 10 cabras por tratamento. No momento da entrada dos animais nos piquetes, a altura do pasto capim-*Andropogon* foi 66,5 cm.

Para calcular o tempo de pastejo diário foi realizada uma avaliação mensal, foram avaliadas 10 cabras por tratamento, no período das 08:40 às 17:00 horas de acordo com o protocolo descrito por Hughes e Reid (1951). O comportamento ingestivo foi avaliado nos meses: março, abril, maio e junho, quatro cabras foram observadas (duas por tratamento), por um período de 40 minutos, a uma distância segura, onde o animal não foi perturbado, registrando a categoria de bocados consumidos no pasto e as outras plantas consumidas pelos animais, com a ajuda de um cronômetro manual, binóculos e gravador de voz. As diferenças foram estimadas em quatro categorias bocado: (alto, médio, baixo e outras espécies). O resultado foi ajustado para calcular a taxa de bocados em bocados/minuto<sup>-1</sup>.

A massa de bocado foi simulada pela retirada manual dos tecidos vegetais, selecionando as mesmas estruturas consumidas pelas cabras, correspondentes à cada categoria de bocado e das outras plantas consumidas durante o teste de pastejo. Os bocados foram simulados, selecionando 10 plantas/piquete, para formar uma amostra composta por 10 simulações de cada categoria, isso garantiu que os bocados simulados fossem representativos (Bonnet, et al., 2011; Bonnet et al., 2015). O material coletado foi separado por categoria, as amostras foram pesadas para determinar o peso em massa verde e submetidas a pré-secagem em estufa com circulação forçada por 72 horas a 55 °C. Esse material foi posteriormente utilizado para calcular: a massa do bocado, taxa de ingestão, consumo diário e análises químicas.

A massa do bocado ( $\text{gMS}/\text{minuto}^{-1}$ ) foi expressa como:  $\text{MB} = (\text{TB} \times \text{MSb})$ , onde TB é a taxa de bocados ( $\text{TB}/\text{minuto}^{-1}$ ) e  $\text{MSb}$  = valores em g de MS de cada categoria de bocado. A taxa de ingestão (TI) em ( $\text{gMS}/\text{Minuto}^{-1}/\text{kg PV}$ ), foi determinada pelo quociente da equação:  $\text{TI} = (\text{MB}/\text{PV})$ , onde: PV = peso vivo médio das cabras (Costa et al., 2015).

O consumo diário em gramas de massa seca/quilograma de PV ( $\text{gMS}/\text{kg de PV}/\text{dia}$ ), foi calculado por meio da formula:  $\text{consumo diário} = \sum_{j=1}^n (\text{Tib} \times \text{TPb})$ , onde:  $n$  = número de cada categoria de bocados ( $n = 4$ ),  $\text{Tib}$  (taxa de ingestão de bocado) = ( $\text{gMSbocado}/\text{min}^{-1}/\text{Kg PV}$ ) e  $\text{TPb}$  = tempo diário de pastejo por bocado, obtido através da avaliação do comportamento em pastejo.

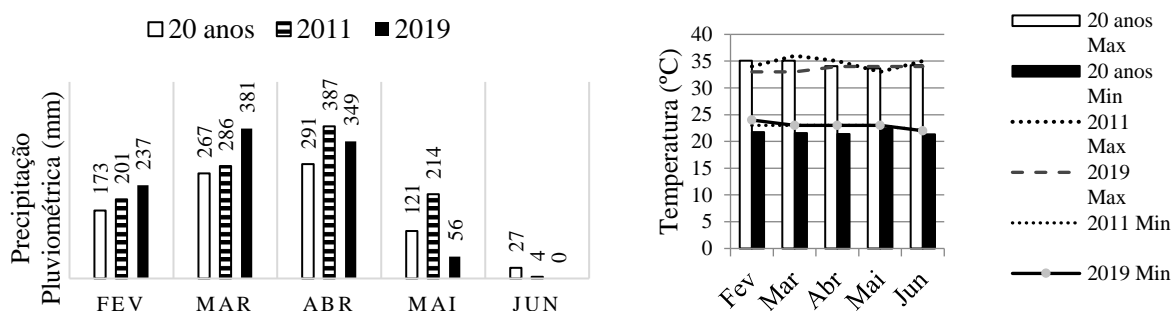
Para as análises químicas, as amostras foram moídas em moinho tipo *Willey*, com peneira de malha (1,0 mm) e utilizadas para a determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e cinzas, de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz, (2002). Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), segundo o método de Van Soest, adaptado por Souza et al. (1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento (PROC GLM) do pacote estatístico SAS (2004). As diferenças entre as médias da caracterização e composição química do pasto, foram comparadas pelo teste de Tukey com significância de  $P < 0,05$  e  $P < 0,10$  de significância para os dados de comportamento ingestivo das cabras.

## Resultado e Discussão

Com relação a precipitação pluviométrica, o padrão de ocorrência de chuvas é similar entre a série histórica e os anos de 2011 e 2019, a maior concentração de chuvas ocorre entre fevereiro e abril e queda a partir do mês de maio (Figura 2).

**Figura 2.** Dados de precipitações pluviométricas e temperaturas máximas de março a junho, relativas a um período histórico dos últimos 20 anos (2000 a 2019), e nos anos de 2011 e 2019.



FEV: fevereiro. MAR: março. ABR: abril. MAI: maio. JUN: junho. Max: Temperatura máxima do ar. Min: Temperatura mínima do ar. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) 2020, Estação, Teresina-PI (OMM: 82578), disponível em; <http://www.inmet.gov.br/portal/>

A quantidade de chuvas é variável, nos anos de 2011 e 2019 registrou-se maior acúmulo de chuvas, comparativamente aos últimos 20 anos, entre os meses de fevereiro e abril; entre os dois anos também se registrou variação nestes quantitativos, o que indica a elevada variabilidade anual da precipitação pluviométrica no município. A temperatura ambiente tem pouca variação entre a série histórica e os anos de 2011 e 2019, a temperatura máxima fica próximo aos 35°C e a mínima próximo a 22°C.

Não houve interação ( $P>0,05$ ), entre o sistema de cultivo da pastagem (SSP e monocultivo) e os anos em avaliação (2011 e 2019). Foi verificado efeito ( $P<0,05$ ), entre os anos avaliados para a massa seca de forragem (MSF) e relação folha/colmo (F/C) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Massa seca de forragem (MSF) e relação folha colmo (F/C) do pasto de capim-Andropogon em SSP e monocultivo, em dois períodos de avaliação diferentes.

	MSF (t-ha <sup>-1</sup> MS)	Relação (F/C)
Ano		
2011	1,56B	2,7A
2019	1,79A	1,9B
Sist.‡		
Mono.	1,59B	1,7A
SSP	2,90A	2,0A
<i>P - Valor</i>		
Ano	0,01	< 0,01
Sistema	<0,01	0,07
Sistema*Ano	0,17	0,21

‡Sist: Sistema de cultivo da pastagem. °Mono: Monocultivo de capim-Andropogon. °°SSP: Silvipastoril com capim-Andropogon. Médias na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste Tukey.

Observou-se aumento no acúmulo de massa forragem ( $P=0,01$ ) e diminuição na relação F/C no ano 2019 ( $P<0,01$ ), avaliando os últimos oito anos de uso. Esses resultados indicam a persistência do pasto capim-Andropogon nos dois sistemas de cultivo, considerando que o SSP e a monocultura foram implantados há 29 e 19 anos atrás, respectivamente. A relação F/C diminui conjuntamente com o aumento da longevidade da pastagem, segundo Bauer et al., (2011) e Alvarenga et al., (2020), os perfilhos maduros apresentam menor produção de folhas.

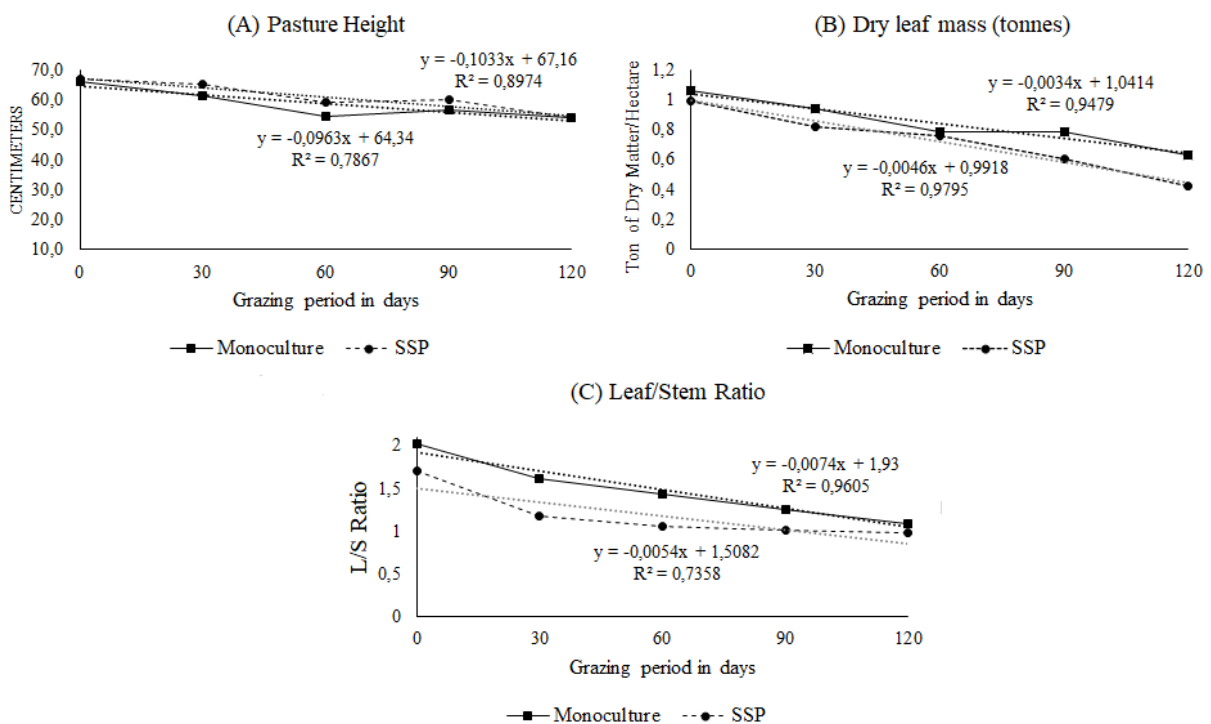
Diferenças significativas foram observadas para a quantidade de MSF entre os dois sistemas ( $P<0,01$ ), maior produção no SSP em comparação com o monocultivo, essa superioridade de produção pode ser associada a melhora da qualidade do solo em SSP, o acúmulo de material formador da serapilheira sob as árvores consegue favorecer os atributos químicos e físicos do solo e conseqüentemente interferir no desenvolvimento da gramínea (Pezzoni et al., 2012; Calil et al., 2016). Sousa et al. (2010), observaram aumentos na produção



de massa seca de forragem em plantas sombreadas, esse resultado também indicou a adaptação do capim-Andropogon à sombra. De acordo com Oliveira et al. (2013), neste capim ocorrem adaptações morfofisiológicas, aumentando a produção de matéria seca em ambientes sombreados.

Não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ), para a relação F/C, nos dois sistemas de cultivo. De acordo com Oliveira et al. (2020), a relação F/C não é influenciada pelo ambiente sombreado para o pasto capim-Andropogon, considerando este parâmetro um dos mais importantes para a avaliação de forragens (Magalhães et al., 2012).

**Figura 3.** (A) Altura, (B) massa seca das folhas e (C) relação folha/colmo, do pasto de capim-Andropogon em diferentes sistemas de cultivo, sob lotação contínua com caprinos, em um período acumulado de 120 dias.



Monoculture: Monocultivo de capim-Andropogon. SSP: Silvipastoril com capim-Andropogon.

Observou-se diminuição na altura do pasto nos períodos de pastejo, exceto no mês de maio, aos 90 dias de pastejo. O sombreamento no SSP não afetou a altura do pasto em comparação com o monocultivo, neste caso a diminuição da altura está relacionada com o consumo de lâminas foliares (Figura 3). Constatou-se também crescimento negativo ao final do período experimental, nas variáveis avaliadas do pasto de capim-Andropogon. O acúmulo de massa seca de folhas diminuiu pôr a atividade de pastejo e foi significativamente menor no SSP,

não obstante o SSP ofereceu uma ótima capacidade de suporte, considerando que a pastagem em 29 anos nunca foi fertilizada.

Houve interação ( $P < 0,01$ ), entre o sistema de cultivo e os meses do ano, para o conteúdo de proteína bruta (PB), para as demais variáveis da composição química do pasto não houve interação (Tabela 2). Não houve efeito ( $P > 0,05$ ), nos sistemas de cultivo e os meses de avaliação, para os conteúdos de matéria seca, observando um valor médio de  $254,1 \text{ g/kg}^{-1}$ .

**Tabela 2.** Composição química do pasto de capim-Andropogon em diferentes períodos de pastejo e sistemas de cultivo sob lotação contínua com caprinos.

SC <sup>‡</sup>	Período de pastejo (PP) em meses				Média	P - Valor			EPM <sup>†</sup>
	Março	Abril	Maió	Junho		Sist. <sup>§</sup>	Mês	SC×PP	
	Matéria seca ( $\text{g kg}^{-1}$ )								
Mono <sup>°</sup>	251,4	253,2	249,8	257,4	253,0	0,16	0,37	0,19	4.45
SSP <sup>°°</sup>	253,4	257,3	256,2	254,1	255,3				
Média	252,4	255,2	253,0	255,7					
	Proteína ( $\text{g kg}^{-1}\text{MS}$ )								
Mono <sup>°</sup>	101,8Ba	104,2Ba	91,4Ab	78,2Ac	93,9	<0,01	<0,01	<0,01	4.33
SSP <sup>°°</sup>	113,5Ab	127,0Aa	94,0Ac	79,3Ad	103,5				
Média	107,7	115,6	92,7	78,7					
	Fibra em detergente ácido ( $\text{g kg}^{-1}\text{MS}$ )								
Mono <sup>°</sup>	336,2	304,1	304,5	308,6	313,4	0,16	0,04	0,20	15.9
SSP <sup>°°</sup>	326,1	322,8	325,6	311,7	321,6				
Média	331,2a	313,5b	315,1b	310,1b					
	Fibra em detergente neutro ( $\text{g kg}^{-1}\text{MS}$ )								
Mono <sup>°</sup>	675,2	658,6	648,4	639,2	655,3A	<0,01	<0,01	0,06	9.62
SSP <sup>°°</sup>	647,9	656,0	644,4	627,0	643,9B				
Média	661,6a	657,3a	646,4ab	632,6b					
	Cinzas ( $\text{g kg}^{-1}\text{MS}$ )								
Mono <sup>°</sup>	68,0	66,1	65,1	64,6	66,0	0,22	0,04	0,16	2.48
SSP <sup>°°</sup>	64,5	67,8	65,2	62,0	64,9				
Média	66,2a	67,0a	65,1ab	63,3b					

‡SC: Sistema de cultivo da pastagem. °Mono: Monocultivo de capim-Andropogon. °°SSP: Silvipastoril com capim-Andropogon. SC×PP: Interação sistema de cultivo x período de pastejo. †EPM: Erro padrão da média. Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas iguais e na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Observou-se o maior conteúdo de PB no SSP ( $P < 0,01$ ), nos períodos de (março e abril) e uma redução da proteína nos meses de maio e junho nos dois sistemas de cultivo ( $P < 0,01$ ). As concentrações médias de PB observadas foram de  $101,8 \text{ g kg}^{-1}\text{MS}$  (10,2 %) e  $113,5 \text{ g kg}^{-1}\text{MS}$  (11,3 %) no início, e  $78,2 \text{ g kg}^{-1}\text{MS}$  (7,8 %) e  $79,3 \text{ g kg}^{-1}\text{MS}$  (7,9 %) no final do período avaliado, estando sempre acima do mínimo necessário para adequada fermentação ruminal (Van Soest, 1994; Cavalcanti et al., 2016).

Segundo Broom et al. (2013); Santos et al. (2018) e Orefice, et al. (2019), as plantas forrageiras em SSP apresentam valores nutricionais superiores a o monocultivo. Lacerda et al. (2009), observaram maiores conteúdos de nitrogênio em folhas de pasto capim-andropogon em

ambientes sombreados em comparação ao ambiente em área aberta. De acordo com Wilson, (1996), conforme citado por Paciullo et al. (2011), o sombreamento natural aumenta a degradação da matéria orgânica e a reciclagem de N no solo, acrescentando os teores de PB no pasto. O menor valor de PB apresentou o valor mínimo nos dois últimos períodos (meses), associado à relação F/C mais baixa, influenciado pela diminuição da precipitação, tendo em vista que os maiores teores de PB estão contidos nas folhas (SILVA et al., 2014).

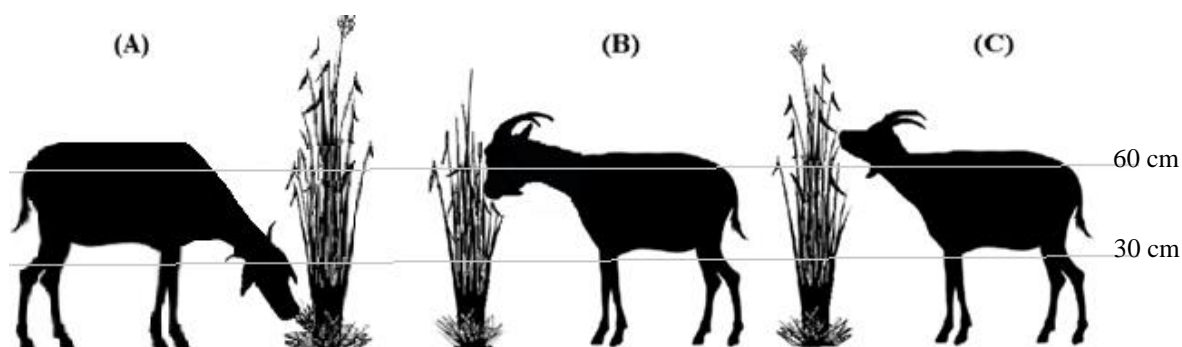
Não foram observadas diferenças ( $P>0,05$ ), para o conteúdo de FDA, entre os sistemas de cultivo. Os valores médios de FDA no monocultivo e SSP foram  $313,4 \text{ g kg}^{-1}$  (31,3 %) e  $321,6 \text{ g kg}^{-1}$  (32,1 %) na MS, respectivamente. Segundo Kyriazopoulos et al. (2013), o sombreamento tem pouco efeito sobre as frações fibrosas.

O conteúdo de FDN, foi superior no monocultivo ( $P<0,01$ ), correspondente a um valor médio estimado de  $655,3 \text{ g kg}^{-1}$  (65,3 %) na MS. Os teores de FDN diminuíram ao longo do período experimental ( $P<0,01$ ), nos dois sistemas de cultivo. Os menores teores observados de FDN e FDA são justificados pela menor altura do pasto e o consumo de folhas mais novas, produto da rebrotação. Variações nas frações fibrosas podem ser explicadas pela influência do sombreamento e o estágio fisiológico da gramínea Paciullo et al. (2011), no entanto, essas diferenças não influenciaram no consumo de forragem.

Os teores de matéria mineral não diferiram entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), no entanto, foram observadas diferenças entre os meses do ano ( $P<0,01$ ), com uma média de  $65,45 \text{ g kg}^{-1}$  MS (6,54 %). A diminuição do conteúdo mineral pode ser explicada pela redução da MSF, de acordo com Baroni et al. (2010), os maiores teores de cinzas são encontrados nas folhas. Os resultados de MS, PB, FDN, FDA e cinzas são semelhantes aos descritos por (Lacerda et al., 2009; Silva et al., 2014), para o pasto capim-Andropogon.

Foram observados três tipos de bocados diferentes que as cabras fazem ao momento de consumir e selecionar forragem de capim-Andropogon, sendo bocados altos médios e baixos (Figura 4). Os bocados altos ( $>60 \text{ cm}$ ), feitos na altura do dossel, as cabras levantam o pescoço para consumir as folhas mais elevadas, os bocados do nível meio (60-30 cm), são feitos na altura do animal, as cabras consomem forragem sem necessidade de dobrar a região cervical e os bocados baixos ( $<30 \text{ cm}$ ), feitos nas áreas mais basais da planta, onde os animais abaixam o pescoço ao nível do solo para consumir. O tipo e estrutura da vegetação, influencia a posição e postura de cabras (Goetsch et al., 2010; Tölü et al., 2012).

**Figura 4.** Categorias de Bocados de cabras em pastagem de capim-Andropogon em diferentes sistemas de cultivo.



Cada imagem ilustra um tipo diferente de bocado. (A): Bocados nível baixo, <30 cm. (B): Bocados nível Médio, 30-60cm. (C): Bocados nível Alto, >60 cm. Fonte: Autor.

As categorias de bocados não apresentaram diferenças ( $P>0,10$ ), entre os dois sistemas de cultivo (Tabela 3), o que significa que o processo de seleção de forragem pelas cabras foi semelhante entre os sistemas adotados, porém observou-se diferenças ( $P<0,10$ ) para os bocados em outras espécies, taxa de bocados e os meses do ano.

**Tabela 3.** Categorias e taxa de Bocados (Bocados/Minuto<sup>-1</sup>), de cabras em diferentes períodos de pastejo e sistemas de cultivo com capim-Andropogon sob lotação contínua.

	Alto*	Médio*	Baixo*	Outra*	Totais*
Sistema de cultivo (SC)					
°Mono.	1,24A	13,80A	2,35A	0,22B	17,49B
°°SSP	1,39A	14,24A	1,99A	0,47A	18,05A
Período de pastejo (PP)					
Março	1,72A	13,12B	1,30C	0,27B	16,15B
Abril	1,80A	14,67A	1,25C	0,12B	17,80A
Mai	0,97B	14,22A	2,60B	0,52A	18,30A
Junho	0,75B	14,05A	3,52A	0,47A	18,80A
<i>P - Valor</i>					
SC	0,43	0,24	0,19	0,06	0,09
PP	0,01	0,06	<0,01	0,04	<0,01
SC x PP	0,41	0,17	0,80	0,13	0,11

°Mono: Monocultivo de capim-Andropogon. °°SSP: Silvipastoril com capim-Andropogon. \*Número de Bocados/Minuto<sup>-1</sup>. Médias na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si ( $P>0,10$ ) pelo teste Tukey.

O número de bocados na porção alta foi superior nos meses de março e abril ( $P=0,01$ ), fato explicado pela maior oferta de lâminas foliares nos estratos altos da planta nesses períodos. À medida que a altura do dossel diminuiu, aumentou o consumo nas porções médias da planta ( $P<0,05$ ). As maiores taxas de bocados foram observadas no estrato médio da planta, registrando taxas de 78,9% para os dois sistemas de cultivo. Esses resultados provavelmente explicam a preferência dos animais por consumir pasto capim-Andropogon em alturas de 30 a

60 cm. De acordo com Zobel et al. (2019) as cabras selecionam a forragem na altura dos olhos, esta ação é um comportamento natural das cabras para evitar predadores e reduzir a exposição aos parasitas que habitam a superfície do solo.

A maior taxa de bocados na porção baixa foi observada para o mês de junho ( $P < 0,01$ ), coincidindo com a menor oferta de MSFL, circunstância que força as cabras a procurar folhas nas porções inferiores da planta, este estudo ressaltou a alta capacidade das cabras para ajustar sua seleção com a disponibilidade da forragem, o que concorda com os resultados obtidos por Manousidis et al. (2016).

O número de bocados de outras espécies foi maior no SSP ( $P < 0,10$ ), fato explicado pela maior oferta de outras espécies forrageiras nesse ambiente. O número de bocados de outras espécies aumentou ao longo dos meses ( $P < 0,05$ ), simultaneamente com a redução da oferta de folhas. As cabras consumiram outras espécies como: Babaçu (*Attalea speciosa*), Mofumbo (*Combretum leprosum*) e Jatobá (*Hymenaea courbaril*) porém essa oferta não excedeu o 1,29% do total de bocados no monocultivo e 2,63% para o SSP, sendo superior nos últimos períodos.

A taxa de bocados entre os dois sistemas apresentou diferenças significativas ( $P < 0,10$ ), observando o maior registro no SSP, com um valor médio de 18,03 bocados totais. De acordo com Rodrigues et al. (2013) e Veloso et al. (2013), as maiores taxas de bocados são relacionadas com a diminuição na massa do bocado, pois à medida que as cabras apreendem mais forragem, gastaram mais tempo para mastigar e executar o próximo bocado, coincidindo com os resultados desta pesquisa, já que o monocultivo manifestou uma maior oferta da MSFL durante todo o período experimental. A menor taxa de bocados foi observada no mês de março, registrando 16,15 bocados/minuto<sup>-1</sup>, o resultado foi diferente ( $P < 0,01$ ), em relação aos demais períodos de avaliação, fato explicado por que no mês de março as cabras consumiam forragens de melhor qualidade, com maior relação F/C.

Resultados da literatura relataram diferentes taxas de bocados para caprinos pastejando gramíneas forrageiras em diversos ambientes. Rodrigues et al. (2013), observaram valores médios de 19,06 e 23,07 bocados minuto<sup>-1</sup>, para cabras pastejando em monocultivo de capim-Tanzânia. Araújo et al. (2015), obtiveram uma média de 16,0 e 26,8 bocados minuto<sup>-1</sup>, para caprinos em pastagem de capim-Andropogon. Enquanto Costa et al. (2015), encontraram taxas de 18,8 bocados minuto<sup>-1</sup> para caprinos em sistema silvipastoril, composto por diferentes espécies de gramíneas e leguminosas. Esses resultados mostram a plasticidade que os caprinos têm para adaptar seu consumo de acordo com a oferta de forragem. As cabras em pastejo consomem principalmente as folhas dos estratos altos e médios, seguidas dos estratos mais

baixos. Segundo Egea et al. (2014), os caprinos adaptam o consumo de forragem em resposta às características estruturais da planta.

Não houve interação, entre os sistemas de cultivo e os meses do ano ( $P>0,10$ ), para as variáveis do comportamento ingestivo (Tabela 4). Entretanto, observa-se maior consumo em  $\text{gMS}/\text{minuto}^{-1}$  e taxa de ingestão em gramas de matéria seca/Minuto/Quilograma de peso vivo ( $\text{gMS}/\text{Min}/\text{kg}$  de PV), no monocultivo ( $P<0,10$ ), relacionado ao maior suprimento de MSFL nesse sistema. Para as demais variáveis do consumo não houve efeito ( $P>0,10$ ), o que indica que a menor oferta da MSFL ao longo da avaliação não foi um fator limitante para a ingestão de forragem.

**Tabela 4.** Comportamento ingestivo de cabras em diferentes períodos de pastejo e sistemas de cultivo com capim-Andropogon sob lotação contínua.

	$\text{gMS}/\text{Minuto}^*$	$\text{gMS}/\text{Min}/\text{kg}$ de PV $^\infty$	$\text{gMS}/\text{kg}$ de PV/dia*	$\text{gMS}/100$ kg de PV $^\circ$
Sistema de cultivo (SC)				
$^\circ$ Mono.	4,93A	0,117A	29,0A	2,87A
$^\circ$ SSP	4,51B	0,105B	28,7A	2,86A
Período de pastejo (PP)				
Março	5,23A	0,123A	29,5A	2,95A
Abril	4,39B	0,106B	29,6A	2,95A
Mai	4,82AB	0,113AB	29,1A	2,87A
Junho	4,45B	0,104B	27,4A	2,70A
<i>P-Valor</i>				
SC	0,04	0,06	0,76	0,90
PP	0,03	0,04	0,30	0,26
SC x PP	0,74	0,80	0,84	0,82

$^\circ$ Mono: Monocultivo de capim-Andropogon.  $^\circ$ SSP: Silvipastoril com capim-Andropogon.  $^*$  $\text{gMS}/\text{Minuto}$ : Gramas de matéria seca/Minuto.  $^\infty$  $\text{gMS}/\text{Min}/\text{kg}$  de PV: Taxa de ingestão em gramas de matéria seca/Minuto/Quilograma de peso vivo.  $^*$  $\text{gMS}/\text{kg}$  de PV/dia: Consumo em gramas de matéria seca/Quilograma de peso vivo/Dia.  $^\circ$  $\text{gMS}/100$  kg de PV: Consumo em gramas de matéria seca/100 quilograma de peso vivo. Médias na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si ( $P>0,10$ ) pelo teste Tukey.

O consumo em  $\text{gMS}/\text{minuto}^{-1}$  e  $\text{gMS}/\text{Min}/\text{kg}$  de PV, foram significativamente diferentes entre os períodos de pastejo ( $P<0,10$ ), os maiores valores foram observados no mês de março, influenciados pela maior altura do pasto e a maior oferta da MSFL, o aumento da massa do bocado ocasionou aumento da ingestão de  $\text{MS}/\text{Min}^{-1}$ . De acordo com Fernandes, et al. (2016), e Boval, et al. (2019), as características estruturais do pasto têm influência na alteração da massa do bocado. Resultados da literatura encontraram tendências semelhantes. Ribeiro et al. (2012), observaram uma relação positiva entre densidade de lâminas folheares e massa do bocado. Macedo, et al. (2015), obtiveram um aumento linear na massa do bocado, com a elevação da altura do dossel, fato explicado por o aumento da área de apreensão.

As variáveis de consumo diário, gMS/Kg de PV/dia<sup>-1</sup> e consumo em gramas de MS/100 Kg de PV, não apresentaram diferenças entre os meses de avaliação ( $P>0,10$ ), com média de 28,9 gMS/kgPV/dia<sup>-1</sup> e 2,86 gMS/100 kgPV. O consumo médio de MS em relação ao peso vivo foi de 2,86% PV dia<sup>-1</sup>, este valor está de acordo com os requerimentos descritos pelo National Research Council (2007) para cabras em manutenção. Pesquisas realizadas em diferentes locais do mundo observaram consumos de MS em cabras alimentadas com gramíneas tropicais e árvores, entre 1,66 e 3,17 % do peso vivo (Palmer et al., 2010; Otaru et al., 2011; Rodríguez-Zamora et al., 2012; Garcez et al., 2020).

Não foi observada variação ( $P>0,10$ ) no peso das cabras, nos sistemas de cultivo e nos períodos de avaliação (Tabela 5). O peso médio foi de 42,6 kg. A manutenção do peso corporal durante o período experimental deve-se principalmente a acúmulo de MS ao longo do ciclo avaliado. O pasto de capim-Andropogon forneceu ótima capacidade de suporte nos dois sistemas de cultivo, demonstrando o potencial que esse capim tem quando é implementado em SSP.

**Tabela 5.** - Peso vivo médio (Kg), de cabras em diferentes períodos de pastejo e sistemas de cultivo com capim-Andropogon sob lotação contínua.

Sistema de cultivo (SC)		Período de pastejo (PP)			
°Mono.	°SSP	Março	Abril	Maió	Junho
43.0A	42.3A	42.9Aa	42.9Aa	43.1Aa	43.0Aa
		42.0Aa	42.1Aa	42.5Aa	42.7Aa
		42.5A	42.5A	42.8A	42.8A
<i>P – Valor:</i>		PP: 0,95		SC x PP: 0,92	

°Mono: Monocultivo de capim-Andropogon. °SSP: Silvipastoril com capim-Andropogon. Médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas iguais e na mesma coluna seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si ( $P>0,10$ ) pelo teste Tukey.

## Conclusões

O pasto de capim-Andropogon, cultivado em sistema silvipastoril, apresenta persistência, com massa de forragem e composição química apropriada para a nutrição de caprinos, durante a estação chuvosa.

A preferência alimentar das cabras varia em função da disponibilidade da forragem.

Algumas variáveis do comportamento ingestivo são influenciadas pelas características estruturais da pastagem, principalmente por causa da disponibilidade da MSFL, não obstante, este fato não afetou o consumo de massa seca de forragem.

## Referências Bibliográficas

- Agreil, C., & Meuret, M. (2004). An improved method for quantifying intake rate and ingestive behaviour of ruminants in diverse and variable habitats using direct observation. *Small Ruminant Research*, 54(1-2), 99-113. doi: 10.1016/j.smallrumres.2003.10.013
- Alvarenga, C. A. F., Euclides, V. B. P., Montagner, D. B., Barbosa, R. A., & Araujo, A. R. (2020). Animal performance and sward characteristics of Mombaça guineagrass pastures subjected to grazing frequencies. *Tropical Grasslands*, 8(1), 1-10. doi: 10.17138/tgft(8)1-10
- Araújo, D. L. C., Oliveira, M. E., Lopes, J. B., Alves, A. A., Rodrigues, M. M., Moura, R. L., & Moreira Filho, M. A. (2015). Performance and goats behavior in pasture of Andropogon grass under different forage allowances. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(3), 2301-2316. doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p2301
- Aryal, D. R., Gómez-González, R. R., Hernández-Nuriasmu, R., & Morales-Ruiz, D. E., (2019). Carbon stocks and tree diversity in scattered tree silvopastoral systems in Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems*, 93, 213-227. doi: 10.1007/s10457-018-0310-y
- Bauer, M. O., Pacheco, L. P. A., Chichorro, J. F., Vasconcelos, L. V., & Pereira, D. F. C. (2011). Produção e características estruturais de cinco forrageiras do gênero *Brachiaria* sob intensidades de cortes intermitentes. *Ciência Animal Brasileira*, 12(1), 17-25. doi: 10.5216/cab.v12i1.4817
- Baroni, C. E. S., Lana, R. P., Mancio, A. B., Queiroz, A. C., Sverzut, C. B., & Mendonça, B. P. C. (2010). Performance of steers supplemented and finished on pasture in the dry season and pasture evaluation. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62(2), 373-381. doi: 10.1590/S0102-09352010000200018
- Bonnet, O., Hagenah, N., Hebbelmann, L., Meuret, M., & Shrader, A. M. (2011). Is hand plucking an accurate method of estimating bite mass and instantaneous intake of grazing herbivores?. *Rangeland Ecology & Management*, 64(4), 366-374. doi: 10.2111/REM-D-10-00186.1
- Bonnet, O. J. F., Meuret, M., Tischler, M. R., Cezimbra, I. M., Azambuja, J. C. R., & Carvalho P. C. F. (2015) Continuous bite monitoring: a method to assess the foraging dynamics of herbivores in natural grazing conditions. *Animal Production Science*, 55, 339-349. doi: 10.1071/AN14540
- Boval, M., & Sauvant, D. (2019). Ingestive behaviour of grazing ruminants: meta-analysis of the components of bite mass. *Animal Feed Science and Technology*, 251, 96-111. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2019.03.002
- Broom, D. M., Galindo, F. A., & Murgueitio, E. (2013). Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings of the Royal Society*, 280(1771), 1-9. doi: 10.1098/rspb.2013.2025
- Broom, D. E. (2017). Components of sustainable animal production and the use of silvopastoral systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(8), 683-688. doi: 10.1590/S1806-92902017000800009



Cavalcanti, A. C., Saliba, E. O. S., Gonçalves, L. C., Rodrigues, N. M., Borges, I., & Borges, A. L. C. C. (2016). Intake and apparent digestibility of andropogon gayanus hay at three different ages. *Ciência Animal Brasileira*, 17(14), 482-490. doi: 10.1590/1089-6891v17i416026

Calil, F. N., Lima, N. L., Silva, R. T., de Moraes, M. D. A., Barbosa, P. V. G., Lima, P. A. F., & dos Reis Nascimento, A. (2016). Biomass and nutrition stock of grassland and accumulated litter in a silvopastoral system with Cerrado species. *African Journal of Agricultural Research*, 11(38), 3701-3709. doi: 10.5897/AJAR2016.11369

Chebli, Y., El Otmani, S., Chentouf, M., Hornick, J. L., Bindelle, J., & Cabaraux, J. F., (2020). Foraging behavior of goats browsing in Southern Mediterranean forest rangeland. *Animals*, 10(2), 196 doi: 10.3390/ani10020196

Costa, J. V., Oliveira, M. E., Moura, R. M. A. S., Costa Júnior, M. J. N., & Rodrigues, M. M. (2015). Grazing behavior and ingestive goats in silvopastoral system. *Revista Ciência Agronômica*, 46(4), 865-872. doi: 10.5935/1806-6690.20150075

Costa, C. S., Rodrigues, R. C., Santos, F. N. S., Araújo, R. A., Sousa, G. O. C., Lima, J. R. L., Nunes, D. R., & Rodrigues, M. M. (2017). Structural characteristics and chemical composition of andropogon grass pasture managed under different defoliation intensities and rest periods. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 18(4), 492-504. doi: 10.1590/s1519-99402017000400001

Darcan, N. K., & Silanikove, N. (2018). The advantages of goats for future adaptation to Climate Change: A conceptual overview. *Small Ruminant Research*, 163, 34-38. doi: 10.1016/j.smallrumres.2017.04.013

Dos Santos Souza, M. F, Passetti, L. C. G., Gonçalves, T. R., Passetti, R. A. C., & de Arruda Santos, G. R. (2019). Characterisation of goat product consumers and goat farming systems in the Brazilian Northeast region. *Small Ruminant Research*, 179, 7-13. doi: 10.1016/j.smallrumres.2019.08.017

Egea, A. V., Allegretti, L., Lama, S. P., Grilli, D., Sartor, C., Fucili, M., Guevara, J. C., & Passera, C. (2014). Selective behavior of Creole goats in response to the functional heterogeneity of native forage species in the central Monte desert, Argentina. *Small Ruminant Research*, 120(1), 90-99. doi; 10.1016/j.smallrumres.2014.04.005

Emperaire, L. (1989). Vegetation et gestion des ressources naturelles dans la caatinga du sud-est du Piauí (Bresil). Doctorat d'Etat es Sciences Naturelles, Universite Pierre et Marie Curie. Paris.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. (2006). Centro Nacional de Pesquisa do Solo, Sistema brasileiro de classificação de solos, Embrapa Solos, (2da ed.). Rio de Janeiro.

Fernandes, A. (1982). A vegetação do Piauí. In 32a Congresso Nacional de Botânica, 32, 313-318.

Fernandes, M. H. M. R., Fernandes, J. S., De Resende, K. T., Bonfa, H. C., Reis, R. A., Ruggieri, A. C., Fernandes, J. J. R., & Santos, P. M. (2016). Grazing behavior and intake of goats rotationally grazing Tanzania-grass pasture with different post-grazing residues. *Tropical Grasslands*, 4(2), 91-100. doi: 10.17138/TGFT(4)91-100

Formiga, L. D. A. da S., Paulo, P. F. de M., Cassuce, M. R., De Andrade, A. P., Da Silva, D. S., & Saraiva, E. P. (2020). Ingestive behavior and feeding preference of goats reared in degraded caatinga. *Ciência Animal Brasileira (Brazilian Animal Science)*, 21(1), doi: 10.1590/1809-6891v21e-52435

Garcez, B. S., Alves, A. A., Oliveira, M. E., Moreira-Filho, M. A., Azevêdo, D. M. M. R., & Lacerda, M. S. B. (2020). Nutrient metabolism and ingestive behavior of goats fed diets containing palm tree fruit. *Revista Ciência Agronômica*, 51(2), 1-10. doi: 10.5935/1806-6690.20200034

Gardner, A. L. (1986). *Técnicas de pesquisa em pastagens aplicabilidade de resultados em sistemas de produção*, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, Embrapa. Brasília.

Goetsch, A. L., Gipson, T. A., Askar, A. R., & Puchala, R. (2010). Invited review: feeding behaviour of goats. *Journal of Animal Science*, 88(1), 361-373. doi: 10.2527/jas.2009-2332

González-Pech, P. G., Torres-Acosta, J. F. J., & Sandoval-Castro, C. A., (2014). Adapting a bite coding grid for small ruminants browsing a deciduous tropical forest. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(1), 63-70. Retrieved from <http://www.revista.cbpa.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/1965>

Hughes, G. P., & Reid, D. (1951). Studies on the behavior of cattle and sheep in relation to utilization of grass. *Journal Agricultural Science*, 41(1), 350-355. doi: 10.1017/S0021859600049534

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. Produção Agrícola Municipal: Culturas temporárias e permanentes, (2018). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/> Access in: 30/12/2019.

Instituto Nacional de Meteorologia-INMET. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/> Access in: 10/01/2020.

Jose, S., Walter, D., & Mohan Kumar, B. (2019). Ecological considerations in sustainable silvopasture design and management. *Agroforest System*, 93, 317-331. doi: 10.1007/s10457-016-0065-2

Kyriazopoulos, A. P., Abraham, E. M., Parissim, Z. M., Koukoura, Z. & Nastis, A. S. (2013). Forage production and nutritive value of *Dactylis glomerata* and *Trifolium subterraneum* mixtures under different shading treatments. *Grass and forage Science*, 68(1), 72-82. doi: 10.1111/j.1365-2494.2012.00870.x

Lacerda, M. S. B., Alves, A. A., Oliveira, M. E., Rogério, M. C. P., Carvalho, T. B., & Veras, V.S. (2009). Composição bromatológica e produtividade do capim andropógon em diferentes

idades de rebrota em sistema silvipastoril. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 31(2), 123-129. doi: 10.4025/actascianimsci.v31i2.4549

Lu, C.D., & Miller, B.A. (2019). Current status, challenges and prospects for dairy goat production in the Americas. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(8), 1244-1255. doi: 10.5713/ajas.19.0256

Magalhães, J. A., Carneiro, M. S. de S., Andrade, A. C., Pereira, E. S., Souto, J. S., Pinto, M. S. de C., Costa, N., de C., & Mochel Filho, W. (2012). Nitrogen use efficiency, yield and composition of andropogon-grass under irrigation and fertilization. *Archivos de Zootecnia*, 61(236), 577-588. Retrieved from <http://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v61n236/art10.pdf>

Macedo, E. O., Oliveira, M. E., Silva, P. C., Ribeiro, A. M., Oliveira, G. L., Andrade, A. C., & Rodrigues, M. M. (2015). Intake and ingestive behavior of goats on marandu-grass pasture. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(3), 2175-2184. doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p2175

Malcolm, B., Smith, K. F., & Jacobs, J. L. (2014). Perennial pasture persistence: the economic perspective, *Crop and Pasture Science*, 65(8), 713-720. doi: 10.1071/CP13419

Manousidis, T., Kyriazopoulos, A. P., Parissi, Z. M., Abraham, E. M., Korakis, G., & Abas, Z. (2016). Grazing behavior, forage selection and diet composition of goats in a Mediterranean woody rangeland. *Small Ruminant Research*, 145, 142-153. doi: 10.1016/j.smallrumres.2016.11.007

National Research Council-NRC. (2007). Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. *National Academy of Science*, Washingtgon, D.C.

Oliveira, F. L. R., Mota, V. A., Ramos, M. S., Tuffi, S. L. D., Oliveira, N. J. F., & Geraseev, L. C. (2013). Performance of *Andropogon gayanus* and *Panicum maximum* cv. 'Tanzania' in the shading. *Ciência Rural*, 43(2), 348-354. doi: 10.1590/S0103-84782013000200026

Oliveira, G. L., Oliveira, M. E., Macedo, O. E., Alex, C. A., & Edvan, R. L. (2020). Effect of shading and canopy height on pasture of *Andropogon gayanus* in silvopastoral system. *Agroforestry Systems*, 94, p.953-962. doi: 10.1007/s10457-019-00458-5

Orefice, J., Smith, R. G., Carroll, J., Asbjornsen, H., & Howard, T. (2019). Forage productivity and profitability in newly-established open pasture, silvopasture, and thinned forest production systems. *Agroforestry System*, 93, 51–65. doi : 10.1007/s10457-016-0052-7

Otaru, S. M., Adamu, A. M., Ehoche, O. W., & Makun, H. J., (2011). Effects of varying the level of palm oil on feed intake, milk yield and composition and postpartum weight changes of Red Sokoto goats. *Small Ruminant Research*, 96(1), 25-35. doi: 10.1016/j.smallrumres.2010.11.004

Paciullo, D. S. C., Castro, C. R. T., Gomide, C. A. M., Maurício, R. M., Piresa, M. F. A., Müller, M. D., & Xavier, D. F. (2011). Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. *Livestock Science*, 141(2-3), 166-172. doi: 10.1016/j.livsci.2011.05.012

Palmer, B., Jones, R. J., Poathong, S., & Chobtang, J. (2010). The value of *Leucaena leucocephala* bark in leucaena-grass hay diets for Thai goats. *Tropical animal health and production*, 42(8), 1731-1735. doi: 10.1007/s11250-010-9628-9

Pedrosa, A. L., Pedroza, M. M., Cavallini, G. S. (2019). Post-treatment of paint industry effluents by filtration using *Andropogon* biochar (*Andropogon gayanus* Kunth cv. Planaltina). *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 33294-3330. doi: 10.1007/s11356-019-06463-6

Pezzoni, T., Victorino, A. C. T., Daniel, O., & Lempp, B., (2012). Influence of *Pterodon emarginatus* Vogel on physical and chemical attributes of the ground and nutritional value of *Brachiaria decumbens* Stapf in silvipastoral system. *Cerne*, 18(2), 293-301. doi: 10.1590/S0104-77602012000200014

Ribeiro, A. M., Oliveira, M. E. D., Silva, P. C. D., Rufino, M. D. O. A., Rodrigues, M. M., & Santos, M. S. D. (2012). Canopy characteristics, animal behavior and forage intake by goats grazing on Tanzania-grass pasture with different heights. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 34(4), 371-378. doi:10.4025/actascianimsci.v34i4.14544

Rodríguez-Zamora, J., & Elizondo-Salazar, J. (2012). Consumo, calidad nutricional y digestibilidad aparente de morera (*Morus alba*) y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en cabras. *Agronomía Costarricense*, 36(1), 13-23. Retrieved from [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242012000100001&lng=en&nrm=is](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242012000100001&lng=en&nrm=is)

Rodrigues, M. M., Oliveira, M. E., Moura, R.L., Rufino, M. O. A., SILVA, W. K. A., & Nascimento, M. P. S. C. B. (2013). Forage intake and behavior of goats on Tanzania-grass pasture at two regrowth ages. *Revista Acta Scientiarum Animal Sciences*, 35(1), 37-41. doi: 10.4025/actascianimsci.v35i1.16035

Santos, G. R., Mendonça, R. C., Silva, M. A., & Queiroz, L. O. (2014). Caracterização da caprinocultura na bacia leiteira sergipana. *Scientia Plena*, 10(11), 1-11. Retrieved from <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/1995/1071>

Santos, D.C., Guimarães, R., Vilela, Jr., Maciel, G.A., & França, A.F.S. (2018). Implementation of silvipastoral systems in Brazil with *Eucalyptus urograndis* and *Brachiaria brizantha*: Productivity of forage and an exploratory test of the animal response. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 266, 174-180. doi: 10.1016/j.agee.2018.07.017

Sarabia, L., Solorio, F. J., Ramírez, L., Ayala, A., Aguilar, C., Ku, J., Almeida, C., Cassador, R., Alves, B. J., & Boddey, R. M. (2020). Improving the Nitrogen Cycling in Livestock Systems through Silvipastoral Systems. *Nutrient Dynamics for Sustainable Crop Production; Springer: Singapore*, 189-213. doi: 10.1007/978-981-13-8660-2\_7

SAS Institute. (2004). *SAS/ETS 9.1 User's Guide*. SAS Institute.

Silva, D. C., & Quieroz, A. C. (2002). Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. (3rd ed). Universidade Federal de Viçosa: UFV.

Silva, D. C., Alves, A. A., Lacerda, M. S. B, Moreira Filho, M. A., Oliveira, M. E., & Lafayette, E.A. (2014). Nutritional value of andropogon grass in four regrowth ages during rain session *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15(3), 626-636. doi: 10.1590/S1519-99402014000300004

Souza, G. B., Nogueira, A. R. A., Sumi, L. M., & Batista, L. A. R. (1999). Método alternativo para a determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido. São Carlos: *Embrapa Pecuária Sudeste*, (Boletim de Pesquisa, 4). 21p.

Sousa, L. F., Maurício, R. M., Moreira, G. R., Gonçalves, L.C., Borges, I., & Pereira, L. G. R. (2010). Nutritional evaluation of “Braquiaraço” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. *Agroforestry Systems*, 79, 189-199. doi: 10.1007/s10457-010-9297-8

Tölä, C., Yurtman, I. Y., Baytekin, H., Ataşoğlu, C., Savaş, T. (2012). Foraging strategies of goats in a pasture of wheat and shrubland. *Animal Production Science*, 52, 1069-1076. doi: 10.1071/AN11251

Van Soest, P.J. (1994). Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca: *Cornell University Press*, 476p.

Veloso Filho, E. S., Rodrigues, M. M., Oliveira, M. E., Rufino, M. O. A., Câmara, C. S., & Garcez, B. S. (2013). Comportamento de caprinos em pastagem de capim Marandu manejado sob lotação rotacionada em duas idades de rebrotação. *Comunicata Scientiae*, 4(3), 238-243. doi:10.14295/cs.v4i3.304

Wan, L., Liu, K., Wu, W., Li, J., Zhao, T., Shao, X., He, F., Lv, H., & Li, X. (2018). Effect of stocking rate on grazing behaviour and diet selection of goats on cultivated pasture. *The Journal of Agricultural Science*, 156(7), 914-921. doi:10.1017/S0021859618000849

Zobel, G., Neave, H. W., & Webster, J. (2019). Understanding natural behavior to improve dairy goat (*Capra hircus*) management systems. *Translational Animal Science*, 3(1), 212-224. doi: 10.1093/tas/txy145

## Agroforestry Systems

### Characterization of pasture of *Andropogon* grass and behavior of grazing goats in silvopastoral system

--Manuscript Draft--

<b>Manuscript Number:</b>	AGFO-D-21-00024
<b>Full Title:</b>	Characterization of pasture of <i>Andropogon</i> grass and behavior of grazing goats in silvopastoral system
<b>Article Type:</b>	Original Research
<b>Keywords:</b>	<i>Andropogon gayanus</i> ; goats; Grasses; livestock-Forestry Systems; Pasture
<b>Corresponding Author:</b>	Tairon Silva IFSP AVARE, sp BRAZIL
<b>Corresponding Author Secondary Information:</b>	
<b>Corresponding Author's Institution:</b>	IFSP
<b>Corresponding Author's Secondary Institution:</b>	
<b>First Author:</b>	Eyner Ricardo Arias Zambrano
<b>First Author Secondary Information:</b>	
<b>Order of Authors:</b>	Eyner Ricardo Arias Zambrano Ricardo Loiola Edvan Maria Elizabete Oliveira Daniel Louçana Da Acosta Araujo Jandson Vieira Costa Ivone Rodrigues Da Silva Dhiéssica Morgana Alves Barros Graziele De Sousa Reis Tairon Silva
<b>Order of Authors Secondary Information:</b>	
<b>Funding Information:</b>	
<b>Abstract:</b>	<p>The objective was to evaluate the characteristics of the pasture and the behavior of grazing goats under continuous stocking in a silvopastoral system (SPS) of <i>Andropogon</i> grass (<i>Andropogon gayanus</i> Kunth cv. Planaltina) in comparison to its monoculture. The treatments consisted of two cropping systems: monoculture of <i>Andropogon</i> grass and silvopastoral system - SPS of native trees mixed with <i>Andropogon</i> grass. The other treatments consisted of five grazing periods using goats (February, March, April, May and June). Pasture height, leaf/stem ratio and the dry mass of forage, leaf, stem and dead material were evaluated. The grazing behavior of the goats was also assessed. Significant effect of interaction was observed (<math>p &lt; 0.05</math>) on pasture height and on the dead material dry mass yield of the pasture among cropping systems and grazing periods. There was a significant effect of the different systems (<math>p &lt; 0.05</math>) on the yield of forage dry matter, leaf dry matter and leaf/stem ratio. The SPS presented superior grazing time (<math>p = 0.01</math>), with an average of 389.0 minutes. Regarding rumination and moving times, there was no difference between cropping systems and grazing periods (<math>p &gt; 0.05</math>). The <i>Andropogon</i> grass has the potential to be used in SPS with grazing goats under continuous stocking, positively affecting the pasture and animal behavior.</p>

17/05/2021

Gmail - Your Submission AGFO-D-21-00024R1 - [EMID:c61a860cb0a0ec3a]



tairon pannunzio &lt;tairon.mvet@gmail.com&gt;

## Your Submission AGFO-D-21-00024R1 - [EMID:c61a860cb0a0ec3a]

1 mensagem

**Agroforestry Systems (AGFO)** <em@editorialmanager.com>

8 de maio de 2021 15:12

Responder a: "Agroforestry Systems (AGFO)" <iswariya.keerthivasan@springernature.com>

Para: Tairon Silva <tairon.mvet@gmail.com>

Dear Dr Silva,

We are pleased to inform you that your manuscript, "Characterization of pasture of Andropogon grass and behavior of grazing goats in silvopastoral system", has been accepted for publication in Agroforestry Systems.

You will be contacted by Author Services in due course with a link to complete the grant of rights. Please note that you will receive your proofs after the publishing agreement has been received through our system.

Please remember to quote the manuscript number, AGFO-D-21-00024R1, whenever inquiring about your manuscript.

With best regards,

Prof. Shibu Jose, Ph.D., Editor-In-Chief

H.E. Garrett Endowed Professor and Director, University of Missouri Center for Agroforestry

Please note that this journal is a Transformative Journal (TJ). Authors may publish their research through the traditional subscription access route or make their paper open access through payment of an article-processing charge (APC). <a href="https://www.springernature.com/gp/open-research/transformative-journals">Find out more about Transformative Journals</a>

**\*\*Our flexible approach during the COVID-19 pandemic\*\***

If you need more time at any stage of the peer-review process, please do let us know. While our systems will continue to remind you of the original timelines, we aim to be as flexible as possible during the current pandemic.

This letter contains confidential information, is for your own use, and should not be forwarded to third parties.

Recipients of this email are registered users within the Editorial Manager database for this journal. We will keep your information on file to use in the process of submitting, evaluating and publishing a manuscript. For more information on how we use your personal details please see our privacy policy at <https://www.springernature.com/production-privacy-policy>. If you no longer wish to receive messages from this journal or you have questions regarding database management, please contact the Publication Office at the link below.

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL: <https://www.editorialmanager.com/agfo/login.asp?a=r>). Please contact the publication office if you have any questions.





## Characterization of pasture of *Andropogon* grass and behavior of grazing goats in a silvopastoral system

Eyner Ricardo Arias Zambrano · Ricardo Loiola Edvan · Maria Elizabete Oliveira · Daniel Louçana Da Costa Araujo · Jandson Vieira Costa · Ivone Rodrigues Da Silva · Dhiéssica Morgana Alves Barros · Grazielle De Sousa Reis · Tairon Pannunzio Dias-Silva

Received: 18 January 2021 / Accepted: 11 May 2021  
 © The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature B.V. 2021

**Abstract** The objective was to evaluate the characteristics of the pasture and the behavior of grazing goats under continuous stocking in a silvopastoral system (SPS) of *Andropogon* grass (*Andropogon gayanus* Kunth cv. Planaltina) in comparison to its monoculture (MC). The treatments consisted of two cropping systems: monoculture of *Andropogon* grass and silvopastoral system—SPS of native trees mixed with *Andropogon* grass, evaluated in five grazing periods using goats (February, March, April, May and

June). Pasture height, leaf/stem ratio and the dry mass of forage, leaf, stem and dead material were evaluated. The grazing behavior of the goats was also assessed. Significant effect of interaction was observed ( $p < 0.05$ ) on pasture height and on the dead material dry mass yield of the pasture among cropping systems and grazing periods. There was a significant effect of the different systems ( $p < 0.05$ ) on the yield of forage dry matter, leaf dry matter and leaf/stem ratio. The SPS presented superior grazing time ( $p = 0.01$ ), with

E. R. A. Zambrano · R. L. Edvan · M. E. Oliveira · D. L. Da Costa Araujo · J. V. Costa · I. R. Da Silva · D. M. A. Barros Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, CCA-UFPI, Teresina, PI, Brazil e-mail: eyrariasza@unal.edu.com

R. L. Edvan  
 e-mail: edvan@ufpi.edu.br

M. E. Oliveira  
 e-mail: maeliz@uol.com.br

D. L. Da Costa Araujo  
 e-mail: danielloucana@hotmail.com

J. V. Costa  
 e-mail: jandsonvc@gmail.com

I. R. Da Silva  
 e-mail: ivonezootecnista@gmail.com

D. M. A. Barros  
 e-mail: morganaabarrosl@hotmail.com

E. R. A. Zambrano · R. L. Edvan · J. V. Costa · I. R. Da Silva · D. M. A. Barros · T. P. Dias-Silva (✉)  
 Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Tropical, CPCE-UFPI, Bom Jesus, PI, Brazil  
 e-mail: tairon.mvet@gmail.com

G. De Sousa Reis  
 Discente do Programa de Graduação em Engenharia Agrônômica, CCA-UFPI, Teresina, PI, Brazil  
 e-mail: grazysousa\_gsr@hotmail.com