

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE OVINOS DE
CORTE EM PASTAGENS DE *Urochloa brizantha* (syn. *Brachiaria*) NO
NORDESTE DO BRASIL**

JOELMA DA SILVA SOUZA

Belo Horizonte, 2020

JOELMA DA SILVA SOUZA

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE OVINOS DE
CORTE EM PASTAGENS DE *Urochloa brizantha* (syn. *Brachiaria*) NO
NORDESTE DO BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia da Escola de Veterinária/Universidade Federal
de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do
título de Doutora em Zootecnia

Área de concentração: Produção Animal

Orientadora: Profa. Ângela Maria Quintão Lana

Coorientador: Prof. Gelson dos Santos Difante

Belo Horizonte, 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

	Souza, Joelma da Silva.1988-
S729a	Avaliação do potencial de produção de ovinos de corte em pastagens de <i>Urochloa brizantha</i> (<i>syn. Brachiaria</i>) no Nordeste do Brasil / Joelma da Silva Souza. 2020.
	90f:il.
	Orientadora: Ângela Maria Quintão Lana Coorientador: Gelson dos Santos Difante Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais
Gerais	Área de concentração: Produção Animal Inclui bibliografia.
	1- Ovino - Teses - 2 - carne - Qualidade - Teses - 3 – Produção animal - Teses - I – Lana, Ângela Maria Quintão – II – Difante, Gelson dos Santos - III – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária – IV – Título.
	CDD – 636.08

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569



Escola de Veterinária
UFMG

ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Av. Antônio Carlos 6627 - CP 567 - CEP 31212-970 - Belo Horizonte - MG
TELEFONE (31) 409-2173

www.vet.ufmg.br/informacoes/pos-graduaao
E-mail: cpgzootecnia@vet.ufmg.br

ATA DE DEFESA DE TESE DE JOELMA DA SILVA SOUZA

Às 14:00 horas do dia 19 de fevereiro de 2020, reuniu-se, na Escola de Veterinária da UFMG a Comissão Examinadora de Tese, indicada pelo Colegiado em reunião no dia 03/12/2019, para julgar, em exame final, a defesa da tese intitulada: Produção de carne de corte em pastagens de *Urochloa brizantha* (Syn. *Braquiária*) no Nordeste do Brasil, como requisito final para a obtenção do Grau de Doutor em Zootecnia área de concentração Produção Animal.

Aberto a sessão, a Presidente da Comissão, Prof. Ângela Maria Quintão Lana, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da Defesa de Tese, passou a palavra ao (a) candidato (a), para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato (a). Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento da tese, tendo sido atribuídas as seguintes indicações:

	Aprovada	Reprovada
Prof(a)Dr(a) <u>Elciza Da C. Simões Saliba</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof(a)Dr(a) <u>Carlos Augusto A. Gomide</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof(a)Dr(a) <u>Fernando Antônio de Souza</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof(a)Dr(a) <u>Ângela Maria Quintão Lana</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof(a)Dr(a) _____	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pelas indicações, o (a) candidato (a) foi considerado (a): Aprovado (a)
 Reprovado (a)

Para concluir o Doutorado, o(a) candidato(a) deverá entregar 10 volumes encadernados da versão final da tese acatando, se houver, as modificações sugeridas pela banca, e a comprovação de submissão de pelo menos um artigo científico em periódico recomendado pelo Colegiado dos Cursos. Para tanto terá o prazo máximo de 60 dias a contar da data defesa.

O resultado final, foi comunicado publicamente ao (a) candidato (a) pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e levou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora e encaminhada juntamente com um exemplar da tese apresentada para defesa.

Belo Horizonte, 19 de fevereiro de 2020.

Assinatura dos membros da banca:

Elciza Da C. Simões Saliba _____
Carlos Augusto A. Gomide _____
Fernando Antônio de Souza _____
Ângela Maria Quintão Lana _____

(Vide Normas Regulamentares da defesa de Tese no verso)

(Este documento não terá validade sem assinatura e carimbo do Coordenador)

Doutorado/Atadeftese.doc

DEDICATÓRIA

A meu pai Francisco Barroso de Souza (In memoria), pelos ensinamentos de honestidade e caráter, e de coragem para enfrentar as dificuldades, sempre me apoiando e incentivando a alcançar meus objetivos!

A minha mãe Maria das Graças da Silva Souza, por ser essa grande guerreira e exemplo para toda a vida!

Aos meus irmãos Ivone, Claudiana, Cristiane, Liberato e Cícero pelo incentivo e por acreditarem em mim e conviverem com a minha ausência!

A minha amada avó Anaísa Barroso (In memoria) e minha tia Maria Barroso, pelo exemplo de pessoas, amor e carinho a mim dedicados!

A minha amiga irmã Tânia Dayana, pela sua cumplicidade, dedicação e apoio nas horas que mais precisei!

Ao meu noivo Ricardo Robis, por me dar todo o apoio e incentivo para continuar, por me carregar e amparar nos dias de necessidade, por me acompanhar em todos os processos dessa fase, principalmente na reta final!

Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por todas as bênçãos, oportunidades e pessoas iluminadas que cruzaram o meu caminho.

À Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais EV/UFMG, pelo privilégio de estudar nessa instituição.

Meu agradecimento em especial a professora Dra. Ângela Maria Quintão Lana pela orientação, ensinamentos, incentivo, motivação e, principalmente, por confiar a mim a oportunidade de cursar doutorado, mostrando sempre que com bom humor e sabedoria tudo fica mais fácil.

Aos membros do meu comitê de orientação prof. Gelson dos Santos Difante (Universidade Federal do Mato Grosso do Sul), Prof. Dr. João Virgínio Emerenciano Neto (Universidade Federal do Vale do São Francisco) pela valiosa colaboração, sugestões e comentários que enriqueceram o projeto de pesquisa.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Produção Animal pelos ensinamentos durante as disciplinas.

Ao grupo de pesquisa em Forragicultura (GEFOR), em especial aos companheiros de trabalho Severino Vicente da Silva, Emmanuel Veras, Ana Beatriz Costa e Francisca Fernanda pela paciência, compreensão e também pela força de trabalho em grupo que tornou possível a coleta de dados do experimento.

Ao grupo de pesquisa em Produção Animal Sustentável (GPAS), em especial aos colegas de trabalho Tânia Dayana, Natalia Teixeira, Fabiana Coelho Santos, Natalia Avila Soares, Patrícia Rodrigues, Daniela Barroso, Edilane Martins pelos trabalhos desenvolvidos, parceria, aprendizado e companheirismo ao longo do doutorado.

À coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior-CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus Pais, Maria das Graças e Francisco Barroso e meus irmãos Ivone, Claudiana, Cristiane, Liberato, Cicero e Kassiano, que sempre me apoiaram e incentivaram em todos os momentos importantes da minha vida. Alcançamos mais uma vitória!

Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estamos possuídos por inabalável determinação conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e dispostos de orgulho.

Dalai Lama.

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE OVINOS DE CORTE EM PASTAGENS DE *Urochloa brizantha* (syn. *Brachiaria*) NO NORDESTE DO BRASIL

Resumo: Objetivou-se avaliar potencial produtivo, características estruturais, valor nutritivo de cultivares de *Urochloa brizantha* e a produção de ovinos. Os tratamentos constituíram-se de quatro cultivares: Marandu, Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás, avaliadas em duas estações de ano úmida e seca. Os pastos foram manejados pelo método de pastejo intermitente. Foram utilizados ovinos da raça Santa Inês, sendo 24 fêmeas e 24 machos castrados. Não houve diferença entre as cultivares e estações de avaliação para os períodos de ocupação e descanso de 11,65 e 54,6 dias, respectivamente. Na estação das águas a cultivar Marandu apresentou massa de forragem superior as demais cultivares (2817,7 kg/ha de MS). A Xaraés se destacou por alta porcentagem de folha e relação folha/colmo (68,7% e 4,28). O acúmulo e a taxa de acúmulo de forragem não diferiu entre as cultivares e estações de ano (2327,57 kg/ha de MS e 40,44 kg/ha/dia de MS). Houve efeito ($P < 0,05$) de estação do ano para a porcentagem de proteína bruta das cultivares, sendo observado maior teor na estação das águas (9,09 %). Houve efeito ($P < 0,05$) das cultivares para o peso final dos ovinos, os maiores ganhos foram observados nas cultivares Marandu e Piatã. Houve efeito das interação cultivare \times estação do ano para o ganho de peso vivo individual, ganho de peso vivo por hectare e taxa de lotação, sendo os melhores resultados observado nos animais das cultivares Marandu e Piatã (7,66 e 8,03 kg; 642,07 e 602,59 kg/ha; 21,04 e 20,25 UA/ha, respectivamente). Houve efeito do manejo no comportamento dos ovinos para tempo de pastejo, ruminação, ócio e taxa de bocados. As medidas biométricas diferem quanto ao sexo e cultivares ($p < 0,05$). O peso corporal apresentou alta correlação ($> 70\%$) com o perímetro do barril, altura do antetior, perímetro torácico e largura de garupa. As equações que melhor estimaram o peso corporal do ovinos foram: índice CC2 e perímetro torácico. Os ovinos machos e fêmeas Santa Inês apresentaram crescimento das medidas biométricas diferenciados entre as cultivares durante a fase de crescimento. As cultivares Marandu, Xaraés Piatã e Paiaguás são produtivas, porém as cultivares Marndu e Piatã podem se as mais indicadas para produção de ovinos em regiões com restrições hídricas, por ter favorecido o melhor desempenho e desenvolvimento corporal dos ovinos.

Palavras-chave: altura do dossel, biometria, consumo, massa de forragem, ganho de peso, valor nutritivo.

EVALUATION OF THE POTENTIAL PRODUCTIVITY OF SHEEP LIVESTOCK REARED IN *Urochloa brizantha* (syn. *Brachiaria*) PASTURES LOCATED IN THE NORTHEAST OF BRAZIL

Abstract: The objective of this study was to evaluate the productive potential, structural characteristics, nutritive value of *Urochloa brizantha* cultivars and sheep production. The treatments consisted of four cultivars: Marandu, Xaraés, BRS Piatã and BRS Paiaguás, evaluated in two seasons: wet season and dry season. Pastures were managed by an intermittent grazing method. Santa Inês sheep were used consisting of 24 females and 24 castrated males. There was no difference between cultivars and seasons evaluated during both the occupation and rest periods of 11.65 and 54.6 days, respectively. In the wet season, the Marandu cultivar presented a higher forage mass than the other cultivars (2,817.7 kg / ha of DM). The Xaraés cultivar stood out for its high percentage of leaf and leaf/stem ratio (68.7% and 4.28). The accumulation and rate of forage accumulation did not differ between cultivars and seasons (2327.57 kg / ha of DM and 40.44 kg / ha / day of DM). The season type did effect ($P < 0.05$) the percentage of crude protein in the cultivars, with a higher content being observed in the wet season (9.09%). The type of cultivar also affected ($P < 0.05$) the final weight of the sheep, the greatest gains were observed in the Marandu and Piatã cultivars. A relationship between cultivars and season type on individual live weight gain, live weight gain per hectare and stocking rate was noted. The best results were observed in animals on Marandu and Piatã cultivars (7.66 and 8.03 kg; 642.07 and 602.59 kg / ha; 21.04 and 20.25 AU / ha, respectively). Other factors such as management of the sheep's behavior, grazing time, rumination, leisure and bit rate also influenced the productive of the sheep. Biometric measurements differ according to sex and cultivars ($p < 0.05$). Body weight showed a high correlation ($> 70\%$) with the perimeter of the barrel, height of the anterior, thoracic perimeter and croup width. The equations that best estimated the sheep's body weight were: CC₂ index and chest circumference. The Santa Inês sheep male and female showed different biometric measures growth between cultivars during the growth phase. The cultivars Marandu, Xaraés Piatã and Paiaguás are productive; however, the cultivars Marandu and Piatã may be the most suitable for sheep production in regions with water restrictions given that they favored the best performance and body development of the sheep.

Key words: canopy height, consumption, biometrics, forage mass, nutritional value, weight gain

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tabela 1 -Produção de forragem e desempenho de ovinos em cultivares de *U. brizantha* na região Nordeste do Brasil 20

CAPÍTULO 2- POTENCIAL PRODUTIVO E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DE CULTIVARES DE *UROCHLOA BRIZANTHA* SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE EM ÁREAS DE RESTRIÇÕES HÍDRICAS

Tabela 1 - Médias e erro padrão de variáveis estruturais do dossel de cultivares de *Urochloa brizantha* no pré-pastejo submetidos a estratégias de pastejo intermitente nas duas épocas do ano**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2 - Médias e erro padrão da interação cultivares × estação do ano, da composição química da lâmina foliar e do colmo no pré-pastejo submetidos a estratégias de pastejo intermitente.....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 3 - Médias e erro padrão da interação cultivares x época do ano, para a composição química da lâmina foliar e do colmo no pós-pastejo submetidos a estratégias de pastejo intermitente.....**Erro! Indicador não definido.**

CAPÍTULO 3 - DESEMPENHO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CORDEIROS EM PASTOS DE CULTIVARES DE *UROCHLOA BRIZANTHA* SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE EM ÁREAS DE RESTRIÇÕES HÍDRICAS

Tabela 1 - Caracterização da produção de forragem e a composição química das cultivares de *Urochloa brizantha* 58

Tabela 2 - Médias e erro padrão da interação cultivares × estação do ano para as variáveis de consumo de ovinos em pastos de cultivares de *Urochloa brizantha* submetidas a estratégias de pastejo intermitente 61

Tabela 3 - Médias gerais e erro padrão das variáveis de consumo de ovinos em pastos de *Urochloa brizantha* submetidas a estratégias de pastejo intermitente 63

Tabela 4 - Médias e erro padrão da interação cultivares × estação do ano para as variáveis de desempenho de ovinos em pastos de cultivares de *Urochloa brizantha* submetidas a estratégias de pastejo intermitente 65

Tabela 5 - Médias e erro padrão da interação cultivares × dia de ocupação para o tempo de pastejo (TP) e taxa de bocados (bocados/minu) realizadas por ovinos em pastos de cultivares de *Urochloa brizantha* em sistema intermitente 66

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Figura 1 - Representação gráfica das medidas biométricas analisadas em ovinos de corte da Raça Santa Inês criados no Nordeste do Brasil 26

CAPÍTULO 2- POTENCIAL PRODUTIVO E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DE CULTIVARES DE *UROCHLOA BRIZANTHA* SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE EM ÁREAS DE RESTRIÇÕES HÍDRICAS

Figura 2 -Balanço hídrico mensal durante o período experimental

Figura 3 - Médias das alturas do dossel de cultivares de *Urochloa brizantha* em sistema de pastejo intermitente.....

Figura 4 -Período de ocupação (PO) e período de descanso (PD) de cultivares de *U. brizantha* sob pastejo intermitente nas duas estações do ano.....

Figura 5 - Médias e erro padrão da interação cultivares × estação do ano da massa de lâmina foliar (A) e densidade volumétrica da forragem (B) de cultivares de *U.brizantha* no pré-pastejo submetidos a estratégias de pastejo intermitente.

Figura 6 -Médias gerais erro padrão da porcentagem dos componentes morfológicos de cultivares de *U.brizantha* no pré-pastejo submetidos a estratégias de pastejo intermitente

Figura 8-Médias gerais e erro padrão das porcentagens dos componentes morfológicos das cultivares de *U.brizantha* no pós-pastejo em duas estações do ano submetidos a estratégias de pastejo intermitente.....

Figura 9 -Médias gerais e erro padrão das porcentagens de proteína bruta da lâmina foliar (A e B) das cultivares de *U.brizantha* no pré-pastejo em duas estações do ano submetidos a estratégias de pastejo intermitente.

Figura 10- Médias gerais e erro padrão das porcentagens de proteína bruta da lâmina foliar e do colmo (A e B) das cultivares de *U.brizantha* em duas estações do ano no pós-pastejo submetidos a estratégias de pastejo intermitente.....

CAPÍTULO 3 - DESEMPENHO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CORDEIROS EM PASTOS DE CULTIVARES DE *UROCHLOA BRIZANTHA* SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE EM ÁREAS DE RESTRIÇÕES HÍDRICAS

Figura 1 -Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima durante o período experimental 56

Figura 2 -Balanço hídrico mensal da área durante o período experimental 56

Figura 3 -Médias do peso final dos ovinos nas cultivares de *Urochloa brizantha* submetidas a estratégias de pastejo intermitente

Figura 4 - Distribuição do tempo de pastejo do ovinos no período de 7:00 às 15:00 h nas pastagens de cultivares de *Urochloa brizantha* em sistema intermitente em duas estações do ano 68

Figura 5 - Médias e erro padrão do comportamento de ruminação e ócio de ovinos em pastos de cultivares de *Urochloa brizantha* no período de 48 horas em sistema intermitente na estação das águas. 69

Figura 6 - Médias e erro padrão da interação cultivares × dia de ocupação do tempo de pastejo de ovinos em pastos de cultivares de *Urochloa brizantha* no período de 48 horas em sistema intermitente na estação da seca.....

Figura 7 - Médias gerais e erro padrão das atividade tempo de ruminação e ócio de ovinos em pastos de cultivares de *Urochloa brizantha* no período de 48 horas em sistema intermitente na estação da seca.....

Figura 8 - Médias e erro padrão da taxa de bocado de ovinos em pastos de cultivares de *Urochloa brizantha* no período de 48 horas em sistema intermitente na estação da seca..... 67

LISTA DE ABREVIATURAS

AL- Altura
C:V- Relação volumoso/concentrado
CC- Índice de capacidade corporal
CMS- Consumo de matéria seca
DIVMO- Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica
DV- Densidade volumétrica de forragem
FDA- Fibra em detergente Ácido
FDAi- Fibra em detergente Ácido indigestível
FDN- Fibra em detergente Neutro
GPTI - Ganho de peso total individual
GT- Ganho de peso total
LDA- Lignina em detergente Ácido
MC- Massa de colmo
MLF- Massa de lâmina foliar
MMM- Massa de material morto
MSF- Massa seca de forragem
OC- Ócio
PB- Proteína bruta
PC- Porcentagem de colmo
PD- Período de descanso
PF- Porcentagem de lâminas foliares
PMM- Porcentagem de massa morta
PO- Período de ocupação
RLF/C- Relação lâmina foliar/ colmo
RUM- Tempo em Ruminação
RV/M- Relação vivo/ morto
TB- Taxa de bocado
TIO₂- Dióxido de Titânio
TL- Taxa de lotação
TP- Tempo de pastejo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	15
CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
1.1 Caracterização da ovinocultura no Brasil.....	17
1.2 A ESPÉCIE <i>UROCHLOA BRIZANTHA</i> E SUA RELEVÂNCIA PARA O SISTEMA DE PRODUÇÃO DE OVINOS.....	18
1.3 MANEJO DO PASTO E O EFEITO NO CONSUMO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVINOS.....	21
1.4 A BIOMETRIA DOS OVINOS	25
1.5 REFERÊNCIAS.....	29
CAPÍTULO 2- POTENCIAL PRODUTIVO, CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E VALOR NUTRITIVO DE CULTIVARES DE <i>UROCHLOA BRIZANTHA</i> SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE EM ÁREAS DE RESTRIÇÕES HÍDRICAS	34
2.1 RESUMO	34
2.2 INTRODUÇÃO.....	35
2.3 MATERIAL E MÉTODOS	36
2.3.1 ÁREA EXPERIMENTAL.....	36
2.3.2 TRATAMENTOS E MANEJO EXPERIMENTAL	37
2.3.3 AVALIAÇÕES EXPERIMENTAIS.....	38
2.3.4 DELINEAMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA	40
2.3.5 RESULTADOS.....	40
2.4 DISCUSSÃO	43
2.5 CONCLUSÃO	46
2.6 REFERÊNCIAS.....	47
2.7 LISTA DE FIGURAS	50
CAPÍTULO 3 - COMPORTAMENTO INGESTIVO E DESEMPENHO DE CORDEIROS EM PASTOS DE CULTIVARES DE <i>UROCHLOA BRIZANTHA</i> SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE EM ÁREAS DE RESTRIÇÕES HÍDRICAS	54
3.1 Resumo	54
3.2 INTRODUÇÃO.....	55
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
3.5 CONCLUSÃO	70
3.6 Referências	71
CAPÍTULO 4 – BIOMETRIC MEASUREMENTS OF SANTA INÊS MEAT SHEEP REARED ON <i>BRACHIARIA BRIZANTHA</i> PASTURES IN NORTHEAST BRAZIL.....	74
4.1 ARTIGO ACEITO- HTTPS://DOI.ORG/10.1371/JOURNAL.PONE.0219343	74

1 INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, a ovinocultura de corte apresenta notável crescimento em número de animais e produtos cárneos. O país possui 17,9 milhões de ovinos, sendo esta atividade de grande potencial econômico para as pequenas e médias propriedades, onde a criação de bovinos nem sempre é possível. O desenvolvimento da cadeia da ovinocultura brasileira é decorrente do melhoramento genético e uso de tecnologias nos sistemas de criação. Neste contexto, a região Nordeste é responsável pelo maior rebanho de ovinos do país com um efetivo de aproximadamente 9,03 milhões de animais (IBGE, 2017). É crescente o interesse de produtores em investir na atividade visando retorno econômico em curto prazo, culminando com o desenvolvimento de grandes criatórios nas regiões Sul e Centro-Oeste do país.

Na criação de ovinos voltados para a produção de carne é importante a utilização de animais de raças que apresentem crescimento precoce e bom desempenho de carcaça. No Nordeste do Brasil, a raça Santa Inês é a mais utilizada por serem animais com alta capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas da região e por apresentarem tamanho corporal superior às demais raças de ovinos deslanados. Ovinos Santa Inês são prolíferos e se bem nutridos, podem chegar a ter três partos em dois anos, aumentando a quantidade de cordeiros nascido ao ano (Castro et al., 2016). Além disso, possuem acentuada resistência a endoparasitos e apresentam bom desempenho produtivo quando criados em pastagens cultivadas.

O desempenho animal em pastagens é atribuído a habilidade em colher os nutrientes de forma eficiente e efetiva do pasto e pelas características genéticas do animal (Lima, 2014). Além da influenciia do ambiente e da qualidade e produtividade da forragem. O uso de gramíneas forrageiras que apresente alta produtividade, qualidade nutricional e palatabilidade contribui para a ascensão da ovinocultura de corte, principalmente em regiões que predomina os sistemas de criação extensivo, com uso de pastagens nativas e pouco uso de insumos (Silva et al.,2016). Esse tipo de sistema é eficiente na estação chuvosa, porém, na estação seca os recursos no sistema extensivo se tornam ineficientes para o bom desempenho dos ovinos.

A utilização de gramíneas forrageiras tropicais pode melhorar a eficiência da produção de ovinos, por serem gramíneas que apresentam grande potencial de produção

de forragem. Na espécie de *U. brizantha*, destacam-se as cultivares Marandu, Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás, as quais tem demonstrados resultados positivos na criação de bovinos de corte e leite (EMBRAPA, 2016). Essas cultivares, podem ser excelentes forrageiras para os ovinos de corte, porém estudos devem ser desenvolvidos para analisar o potencial de resposta e comportamento dos ovinos sob pastejo (Silva et al., 2016). Contudo, conhecer e compreender as respostas das cultivares Marandu, Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás nos sistemas de criação de ovinos é fundamental para desenvolver estratégias de manejo e tomada de decisões condizentes com a capacidade produtiva das cultivares.

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho gerar informações sobre produção de forragem e características morfológicas de cultivares da espécie *Urochloa brizantha* (Marandu, Xaraés, Piatã, Paiaguás). E avaliar o desempenho, comportamento, consumo e medidas biométricas de ovinos Santa Inês em resposta ao pastejo a essas cultivares sob lotação intermitente no Nordeste do Brasil.

CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Caracterização da ovinocultura no Brasil

O desenvolvimento da pecuária é decorrente de uma série de fatores que induzem mudanças nos sistemas de produção. Entre esses, está a crescente demanda por produtos de origem animal (CEPEA, 2019). As mudanças no estilo de vida e nas tendências alimentares dos brasileiros, favorecem o maior consumo de alimentos como carne e leite. A ovinocultura voltada para produção de carne no Brasil possui notável crescimento em número de animais e na economia. O país possui 1,57% do rebanho mundial, sendo uma atividade pecuária de grande potencial, principalmente para as pequenas e médias propriedades (IBGE, 2017). A produção de ovinos é largamente explorada em todos as regiões e ecossistemas do Brasil. O rebanho ovino é de aproximadamente 17,9 milhões de animais distribuídos entre as regiões Nordeste, Sul, Centro-Oeste e Sudeste do país (IBGE, 2017). A ampla difusão da ovinocultura é decorrente das características de adaptação dos animais à diferentes condições de climas, relevos e vegetações.

A produção de ovinos é considerada como complemento de renda em pequenas propriedades e também como atividade exclusiva em larga escala realizada em grandes propriedades. O crescimento da atividade é reflexo da maior abertura do mercado nacional e internacional para comercialização dos produtos da ovinocultura, o que garante aos produtores maiores retornos econômicos e estímulo para intensificar as produções (CEPEA, 2019). O cenário da criação de ovinos é resultado do processo de modernização da cadeia produtiva no decorrer dos últimos anos. Os avanços nos níveis tecnológicos dos sistemas de produção voltados para o melhoramento genético, nutrição e sanidade elevou não só a produtividade como também a qualidade, competitividade e abrangência da ovinocultura no mercado consumidor (Lira et al., 2017).

A viabilidade técnica e econômica da ovinocultura faz dessa atividade uma das mais praticadas nas regiões Nordeste e Sul do Brasil. A criação de ovinos nessas regiões concentra-se em torno de 64,22 e 23,68 %, respectivamente do efetivo nacional (IBGE, 2017). Nessas regiões, a ovinocultura é uma atividade produtiva tradicional ligada a atividade familiar. Já nas regiões Centro-Oeste e Sudeste a produção de ovinos caracteriza-se por ser mais empresarial, utilizando áreas produtivas em conjunto com outras espécies, atrelando o produto ao mercado consumidor específico e bastante

exigente (EMBRAPA, 2016). Esses animais apresentam diferentes aptidões produtivas conforme a região do País. No Sul, a produção de ovinos apresenta aptidão para carne, lã e leite.

Na ovinocultura Nordestina predominam animais de raças deslanadas e nativos com aptidões para a produção de carne e pele (Carvalho et al., 2016). A atividade é exercida em sua grande maioria por pequenos e médios produtores, devido a possibilidade de criação integrada com outras espécies e culturas dentro de uma mesma área de produção (Emerenciano Neto et al., 2016). Na criação de ovinos de corte é necessário a utilização de raças que apresentem crescimento precoce e bom desempenho de carcaça.

Os ovinos da raça Santa Inês são os mais utilizados para fins de produção de carne na região Nordeste. Esses animais se destacam por possuírem tamanho corporal superior às demais raças deslanadas, por serem altamente adaptados as condições climáticas da região e apresentarem acentuada habilidade materna e alta prolificidade (Castro et al., 2012). Quando bem nutridos, podem chegar a ter três partos em dois anos, aumentando a quantidade de cordeiros nascidos. A raça apresenta potencial genético em cruzamentos industriais com maior aptidão para carne (Castro et al., 2016).

Embora numericamente expressiva, a exploração da ovinocultura no Nordeste ainda apresenta baixos índices de produtividade em decorrência da estacionalidade na produção de forragem, em resposta aos efeitos da má distribuição de chuvas ao longo do ano. A criação de ovinos, na maioria, é composta por sistemas extensivos, com uso de pastagens nativas e pouco uso de insumos (Silva et al., 2016). Esse tipo de sistema é eficiente na estação chuvosa, porém, na estação seca os recursos alimentares desse sistema se tornam ineficientes para o bom desempenho dos ovinos. A utilização de gramíneas forrageiras tropicais pode melhorar a eficiência do sistema de produção. O manejo adequado das forrageiras atrelado aos fatores inerentes ao animal e condições ambientais exercem influência direta sobre os índices de desempenho, crescimento, idade de abate, rendimento e qualidade de carcaça produzida pelos ovinos (Yildirim et al., 2017).

1.2 A espécie *Urochloa brizantha* e sua relevância para o sistema de produção de ovinos

A *U. brizantha*, de origem africana, foi introduzida no Brasil na década de 1950 e desde então, a espécie passou a ser amplamente utilizada na alimentação de ruminantes. O grande potencial da espécie tem permitido, por meio do melhoramento genético o

lançamento de cultivares com resultados positivos a exploração pecuária no Brasil (EMBRAPA, 2016). A procura por gramíneas forrageiras da espécie *U. brizantha* é devido às características tais como propagação por sementes, possibilidade de consórcio com outras culturas anuais, facilidade de manejo, persistência em solos de baixa a média fertilidade, elevada produção de forragem, boa resposta à aplicação de fertilizantes e alta produção de raízes (Fonseca et al., 2010).

A utilização de gramíneas forrageiras exóticas contribuiu para a ascensão do Brasil no mercado internacional como um dos maiores produtores de carne bovina em pastagens (Fernandes et al., 2015). A introdução de novas cultivares acompanhada pelos recentes avanços tecnológicos na produção animal tem contribuído para que o País seja um dos pioneiros na produção de ruminantes em pastagens. Na espécie de *U. brizantha*, destacam-se as cultivares Marandu, Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás, com resultados positivos na produção de bovinos de corte e leite (EMBRAPA, 2016).

As cultivares Marandu e Xaraés são altamente produtivas, palatáveis, adaptadas a solos de baixa a média fertilidade, mas não toleram solos encharcados. A cultivar BRS Piatã apresenta alta produção de forragem e maior disponibilidade de folhas sob pastejo com maior taxa de crescimento e rebrota em relação ao capim Marandu, com florescimento de fevereiro a março. Assim, como o capim Marandu e Xaraés, o Piatã não tem resistência à cigarrinha-das-pastagens do gênero *Marhanarva* e não tolera solos encharcados (Valle et al., 2007). Mais recentemente, foi lançada a cultivar BRS Paiaguás com expectativa de alto potencial de produção de forragem, com maior acúmulo de massa e valor nutritivo em relação a outras cultivares. Essa, apresenta florescimento precoce e possui maior suscetibilidade às cigarrinhas-das-pastagens quando comparada a outras cultivares de *U. brizantha* (Valle et al., 2013).

A eficiência de utilização dessas cultivares para a criação de bovinos é reconhecida (Euclides et al., 2016). Porém, na criação de ovinos o uso dessas forrageiras na alimentação ainda é insipiente. A falta de conhecimento de manejo, principalmente da altura do dossel dessas gramíneas parece ser o fato que mais contribui para a não utilização na criação de ovinos. Segundo Januskiewicz et al. (2017), as metas de manejos de altura inadequadas podem favorecer a incidência de fotossensibilização nos animais. Identificar as alturas de manejo dos pastos adequadas para o pastejo dos ovinos é um dos criterios que pode contribuir para a erradicação de fungos causadores da fotossensibilização (Ogliari et al., 2018).

O uso de gramíneas cultivadas nos sistemas de criação de ovinos pode contribuir para elevar os índices de produção animal com maior sustentabilidade e lucratividade do sistema (Emerenciano Neto., 2016). No Nordeste brasileiro a produção de forragem passa por períodos de sazonalidade. Nesses períodos, os índices de produção de forragem diminuem e conseqüentemente ocorre redução nos índices produtivos da pecuária ovina. Diante dessa realidade é evidente a necessidade em se estruturar o suporte forrageiro e manejar adequadamente as gramíneas adaptadas as condições climáticas da região.

A utilização de cultivares de *U. brizantha* em sistemas de criação de ovinos vem sendo estudada no Nordeste por Silva, (2016); Emerenciano et al. (2017) e Trindade et al. (2018). Esses pesquisadores avaliaram a produção de forragem, qualidade nutricional e o desempenho dos ovinos em condições distintas ao longo do ano (Tabela 1).

Tabela 1 -Produção de forragem e desempenho de ovinos em cultivares de *U. brizantha* na região Nordeste do Brasil

Gramíneas <i>U. brizantha</i> Cultivares	Produção de Forragem PF	Ganho Animal		Composição Química (%)			Autores
		GP	TL	PB	FDN	FDA	
Marandu	6547,90	29,30	24,70	11,7	67,2	38,15	Emerenciano Neto et al. (2017) (Águas)
Piatã	4681,50	27,80	15,00	9,35	70,1	38,8	
Marandu	2024,13	28,50	8,26	6,98	60,55	34,57	Silva et al. (2016) (Seca)
Xaraés	2345,43	29,42	8,62	4,22	58,84	35,58	
Piatã	2109,26	26,06	8,37	4,43	65,11	37,81	
Paiaguás	2264,75	26,87	8,46	5,81	63,72	39,18	Trindade et al.(2018) (Seca)
Marandu	4136,8	37,90*	-	3,20	75,79	47,25	
Piatã	3508,0	36,18*	-	2,70	75,89	41,81	

PF- Produção de forragem (kg/ha), GP- Ganho de peso (kg), TL- Taxa de lotação (UA/ha), PB- Proteína bruta, FDN- Fibra em detergente ácido, FDA- Fibra em detergente neutro, *Animais suplementados. Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo os autores a produção de forragem foi satisfatória e que o desempenho dos animais não foi afetado, porém ressaltam que nos períodos de seca é ideal o fornecimento de algum tipo de suplementação para suprir as necessidades de nutrientes dos animais. Contudo, fica evidente a eficiência das forrageiras, mas é fundamental e necessário mais estudos para solidificar o manejo adequado as forrageiras, o tipo de sistema de pastejo e a categoria animal.

1.3 Manejo do pasto e o efeito no consumo e comportamento ingestivo de ovinos

As pastagens desempenham papel importante para a pecuária brasileira, sendo considerada a fonte de alimento mais viável economicamente para os ruminantes. Porém, essa viabilidade só será atingida se as pastagens forem mantidas em condições favoráveis e produtivas (Carvalho et al., 2016). As espécies forrageiras apresentam exigências específicas de manejo, sob as quais expressam o seu potencial de produção de biomassa e valor nutritivo, os quais por sua vez, impactam o desempenho e a produtividade animal em pastejo (Fernandes et al., 2015).

O manejo eficiente das gramíneas forrageiras exige o conhecimento dos recursos que compõem o ecossistema da pastagem (Pedreira et al., 2009). Os fatores ambientais como temperatura, luminosidade, umidade, fertilidade do solo e as características agrônomicas, morfológicas e fisiológicas das plantas forrageiras são importantes, pois servem para nortear o manejo adequado das forrageiras nas diferentes regiões do Brasil (Santos et al. 2011). A estrutura do dossel das gramíneas está relacionada com o manejo adotado, com reflexos sobre a produção da forragem, valor nutritivo, reestabelecimento da área foliar pós-pastejo e das reservas orgânicas da forragem (Euclides et al., 2014).

A altura do pasto tem sido avaliada como estratégia de manejo para definição de metas de pastejo, isso dada a sua alta correlação com o nível de interceptação de luz pelo dossel e também por ser um parâmetro de fácil medição e alta eficiência para uso em pastagens tropicais (Pedreira et al., 2009). Os pastos manejados utilizando o monitoramento de altura como critério de manejo, podem propiciar forragem de melhor qualidade para os animais, uma vez que o pastejo será feito no momento em que há alta proporção de folhas, resultando em alta relação folha: colmo (Euclides et al., 2016). O controle da altura do dossel forrageiro é fundamental, pois, a partir dessa meta de manejo é possível conciliar acréscimos em aproveitamento da forragem produzida e produtividade animal (Emerenciano et al., 2018).

A altura do pasto influencia o consumo dos animais, alterando o comportamento ingestivo, principalmente por alterações na massa do bocado (Euclides et al., 2016). Dessa forma, ao manejar a pastagem deve-se considerar a espécie e a categoria animal, pois o consumo e desempenho animal aumentam com aumentos na altura do dossel, massa de forragem, resíduo pós-pastejo ou oferta de forragem até certo limite (Emerenciano et al., 2017), por isso é importante a identificação da altura ideal do pasto

para cada espécie e categoria animal para obter eficiência na produção de forragem e aproveitamento pelos animais.

Em estudos com capim-Massai sob lotação intermitente com ovinos, Emerenciano et al. (2017) observaram que aumentos gradativos na altura do dossel de 35 até 50 cm, resultaram em aumento na massa de forragem de 185,1 kg/ha de MS para cada centímetro de altura com efeito no consumo de matéria seca pelos ovinos. O manejo da altura da pastagem para ovinos deve estar relacionado com a espécie e cultivar forrageira, principalmente com relação ao porte e hábito de crescimento da planta forrageira. A estratégia de desfolhação pode afetar significativamente o acúmulo de forragem, o valor nutritivo e a persistência da planta (Luna et al., 2014).

O valor nutritivo das gramíneas está diretamente relacionado com a idade fisiológica dos tecidos vegetais, com a altura de manejo, disponibilidade de nutrientes e água no solo (Januszkiewicz et al., 2017). A altura do dossel elevada pode comprometer o valor nutritivo da forragem, devido ao aumento das estruturas de sustentação e espessamento da parede celular com grande quantidade de lignina. O aumento da lignina pode provocar decréscimo dos compostos não fibrosos que são mais facilmente digeridos e aproveitados pelos animais (Valente et al., 2010). Dessa forma, ao manejar as plantas forrageiras deve-se ter muito cuidado em relação a estrutura da planta e escolher adequadamente o método de pastejo que será implementado.

O método de pastejo sob lotação intermitente tem sido umas das principais técnicas de manejo utilizada no processo de intensificação dos sistemas de criação de ruminantes. Esse método, usa períodos recorrentes de descanso e de pastejo entre duas ou mais subdivisões (piquetes) numa pastagem durante a estação de pastejo (Pedreira et al., 2007). Pastos manejados sob essas condições são caracterizados por uma condição de pré-pastejo e uma de pós-pastejo.

Na condição de pós-pastejo, é necessário que o pasto apresente uma altura de resíduo com área foliar suficiente para que as folhas possam interceptar a luz incidente, e assim, reestabelecer-se para uma nova condição de pré-pastejo. Isso porque existe correlação positiva entre a interceptação de luz e o índice de área foliar que influencia na produção de forragem (Pedreira et al., 2009). A utilização do manejo intensivo da pastagem em conjunto com o método de pastejo intermitente é uma alternativa que pode contribuir para a ascensão do sistema de criação de ovinos, visto que a maior parte da criação desses animais no Nordeste é em sistemas extensivo sem nenhum ou pouco uso de tecnologia (Lima et al., 2014).

A resposta do animal em diferentes condições de pastagens pode ser melhor compreendida por meio do monitoramento do consumo em conjunto com comportamento ingestivo, sendo avaliado principalmente o pastejo, a frequência e tamanho de bocados. Esses parâmetros permitem subsequentes estimativas de consumo de forragem pelo animal em pastejo (Gomes et al., 2017). Essas informações são fundamentais para a criação de ovinos a pasto, pois servem para estimar o desempenho animal, melhorar o manejo do pasto e ter controle da oferta de forragem para que essa não seja restritiva ao consumo dos ovinos (Oliveira et al., 2011).

As características estruturais e o valor nutritivo do pasto variam em função do crescimento da planta. O conhecimento dos estádios fisiológicos e morfológicos das forrageiras contribuem para melhorar a eficiência do consumo dos animais (Euclides et al., 2016). As plantas forrageiras, quando em estado de maturidade possuem elevados teores de fibra, que apresenta correlação negativa com o consumo de matéria seca, reduzindo a digestibilidade (Paula et al., 2012). Van Soest (1994) explica que o consumo e a digestibilidade são independentes, mas em relação à qualidade do alimento são considerados parâmetros independentes. O consumo está relacionado ao conteúdo da parede celular e a digestibilidade depende da disponibilidade da parede celular. Sendo assim, a avaliação do consumo de matéria seca deve ser estimado em conjunto ao teor de fibra da dieta. (Macedo Júnior et al., 2007).

Os pastos em boas condições fornecem os nutrientes necessários ao desempenho animal. No Nordeste brasileiro as forrageiras sofrem influência de longos períodos de seca, sendo um gargalo na produção estável da forragem com qualidade para os ruminantes (Silva et al., 2017). Dessa forma, tem-se a produção regulada pela variação no consumo de matéria seca ao longo do ano. Todavia, são evidentes os baixos índices zootécnicos mesmo considerando a capacidade produtiva das forrageiras tropicais (Gomes et al., 2017). Cerca de 60 a 90% do desempenho animal é decorrente do consumo de matéria seca (Mertens 1994), por isso a importância da oferta de forragem de qualidade para os animais. Hodgson (1990) afirma que a oferta de forragem para os animais em pastejo tem que ser de duas a três vezes as necessidades diárias do animal. Emerenciano Neto (2016) observou em pastos de capim-massai, menor ingestão de matéria seca de ovinos em pastos manejados na altura de 50 cm, segundo o autor a estrutura do dossel e a qualidade da forragem, atrelado aos altos teores de fibra, foram limitantes do consumo.

A estimativa do consumo em animais criados a pasto é de difícil execução, se considerado o grande número de fatores atuantes e as limitações impostas pelas

metodologias de medição (Canesin et al., 2012). A utilização de substâncias denominadas indicadores torna-se necessária e fundamental na determinação do consumo dos animais em condições de pastejo. A estimativa do consumo pode ser realizada por meio de métodos diretos e indiretos.

No método direto faz a pesagem de todos os alimentos oferecidos, das sobras e da digestibilidade. Essa medida não é fácil de ser mensurada, devido as dificuldades de coleta de fezes dos animais (Berchielli et al., 2011). No método indireto o uso de marcadores inertes é administrado por via oral e, posteriormente quantificado sua concentração em amostras fecais coletadas no período de avaliação (Mayes et al., 2006). A grande vantagem de utilizar os indicadores é que não requerem o manuseio de grandes quantidades de fezes, além de permitir estimar o consumo individual diário dos animais não interfere significativamente no comportamento ingestivo.

O bem-estar e desempenho dos ovinos está diretamente relacionado com o comportamento ingestivo, o qual pode ser influenciado pela quantidade e qualidade da forragem ingerida, pelo manejo e por fatores climáticos. Esses animais apresentam padrões de respostas às condições ambientais que podem causar efeitos deletérios à produção, em particular no comportamento em pastejo (Sejian et al., 2010). Portanto, na busca do desempenho animal de qualidade é fundamental a interação animal-planta-ambiente de forma eficiente (Costa et al., 2015).

No estudo do comportamento ingestivo, as atividades diárias dos ovinos em pastejo são caracterizadas por componentes básicos como: tempo de pastejo, tempo de ruminação, tempo em ócio, taxa de bocado, massa de bocado, profundidade de bocado e ingestão de água (Zanine et al., 2006). Sendo que os períodos gastos com a ingestão de forragem são intercalados com períodos de ruminação ou de ócio. Essas atividades podem ser influenciadas pela estrutura, valor nutritivo, manejo da forragem e pelas atividades em grupo dos animais (Alves et al., 2017). Os ovinos são animais com característica de seletividade e quando em condições de pastejo com forragem altamente nutritiva demandam menos tempo para a atividade de pastejo e ingerem muito além dos seus requerimentos nutricionais. O estudo do comportamento ingestivo pode preencher as lacunas ainda existentes na nutrição em ovinos criados em sistema de pastejo, principalmente nas condições do Nordeste brasileiro, trazendo nova perspectiva e abordagem científica com inovações em situações ainda mal compreendidas.

1.4 A biometria dos ovinos

O mercado cárneo busca constantemente animais com alto padrão de produção. O monitoramento da potencialidade dos animais é essencial para elevar a produtividade e competitividade de mercado. Na ovinocultura de corte, os animais jovens apresentam maior aceitação no mercado, em função do bom rendimento de carcaça e baixos níveis de gordura (Araújo et al., 2015). O acompanhamento do crescimento dos ovinos é fundamental para o controle da produtividade do rebanho dentro do sistema de produção.

As medidas biométricas e os índices corporais são fundamentais para a caracterização da qualidade de carcaça. As características associadas à qualidade da carcaça possuem relações explicáveis relacionadas às medidas biométricas *in vivo* (Esteves et al., 2010). Essas medidas são importantes na tomada de decisões referentes à seleção de grupos genéticos, características raciais e conhecimento do potencial dos animais para exploração comercial (Sena et al., 2016).

As medidas biométricas podem ser de natureza morfológica e fisiológica, as quais são caracterizadas como lineares ou circulares (Cezar & Souza, 2007). Estudos comparativos dos aspectos morfológicos *in vivo* estão sendo realizados em ovinos por permitirem o estabelecimento da relação entre conformação e funcionalidade do animal no sistema de produção (Yildirim et al., 2017). O desenvolvimento corporal dos ovinos está relacionado entre outros fatores, às medidas de comprimento corporal, perímetro torácico, perímetro do barril, altura do anterior e posterior, largura de peito e largura de garupa (Figura 1), além do peso corporal. Essas medidas ajudam na compreensão do desempenho, manejo nutricional, reprodutivo e sanitário dos animais (Mota et al., 2017).

O estudo dessas medidas é importante para evolução dos rebanhos dentro dos sistemas de produção, e quando analisados junto aos parâmetros morfológicos e fisiológicos constituem base de dados importantes na diferenciação de raças, características genéticas e fenotípicas em função da idade dos animais (Aksoy et al., 2016). O conjunto de dados obtidos pelas medidas biométricas e o peso vivo servem para explicar a curva de crescimento e alterações dinâmicas que podem ocorrer à medida que o animal se desenvolve, sendo possível resumir informações de todo o padrão de crescimento relacionado ao peso e à idade (Yildirim et al., 2017).

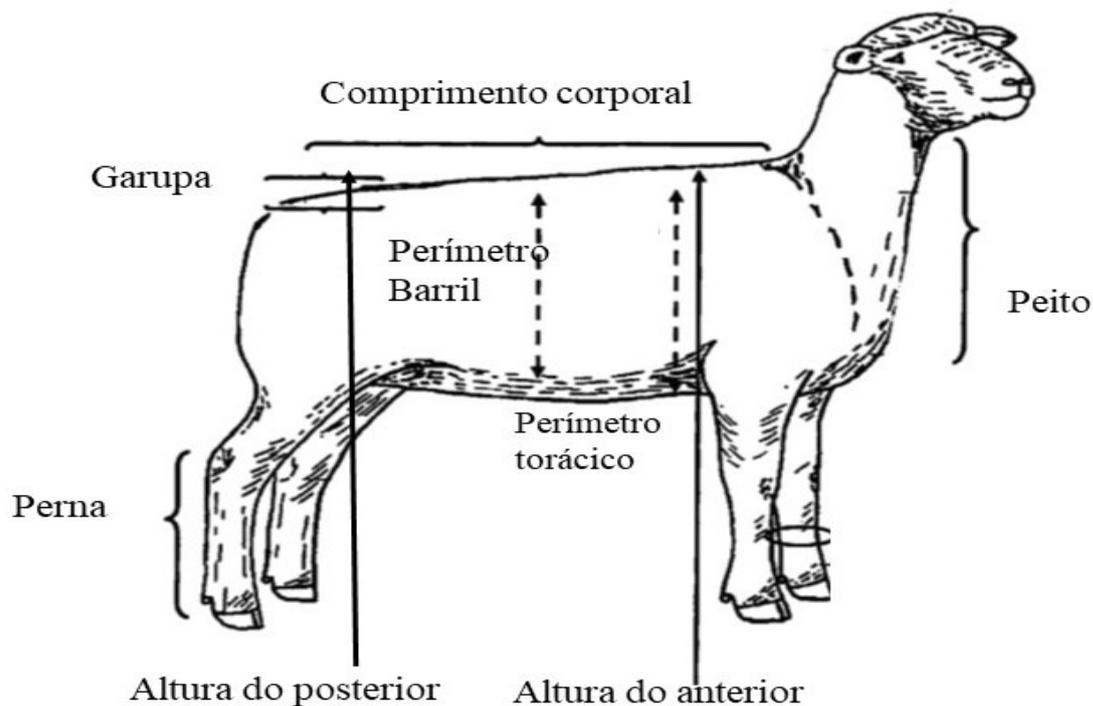


Figura 1 - Representação gráfica das medidas biométricas analisadas em ovinos de corte da Raça Santa Inês criados no Nordeste do Brasil. Fonte: adaptada pelo autor.

O peso corporal é o principal critério de seleção empregado pelos produtores na seleção dos rebanhos de ovinos no Brasil, considerada medida precisa e confiável de rendimento de carcaça (Osorio et al., 2012). Porém, algumas medidas biométricas estão sendo indicadas como critério de seleção indireta para o peso corporal de ovinos de corte, por serem medidas moderadamente herdáveis e possuírem alta correlação genética com o peso (Yañez et al., 2004; Souza et al., 2014; Sena et al., 2016; Mota et al., 2017). As associações do peso com as medidas corporais descrevem detalhadamente o crescimento individual do animal (Sena et al., 2016). Esses parâmetros de avaliações podem contribuir para elevar os índices de produtividade dos ovinos, principalmente em regiões onde o sistema de criação de ovinos é realizado de forma extensiva e com poucos recursos tecnológicos.

Souza et al. (2010) ao avaliarem medidas biométricas em carneiros Santa Inês criados em pasto de Tifton-85 em Petrolina-PE, observaram que o perímetro torácico e as medidas de altura foram altamente relacionadas com o peso vivo. Altas correlações entre o peso e as medidas biométricas em ovinos Santa Inês também foram observadas por Koritiaki et al. (2012). Os ovinos foram acompanhados do nascimento ao desmame e durante esse período o perímetro torácico foi à medida que apresentou maior coeficiente de correlação com o peso vivo ao nascimento $r=0,75$ e desmame $r=0,86$. Nas condições

da Amazônia, em cordeiros Santa Inês foram observadas correlações positivas entre o peso vivo e as medidas biométricas. As medidas de comprimento corporal, altura do posterior, perímetro torácico, perímetro de perna e largura de garupa foram as que melhor compuseram a equação de predição do peso vivo, conforme Souza et al. (2014).

Os índices de capacidade corporal podem ser estimados por meio de associações entre as medidas de comprimento, de perímetro e peso do animal (Pimentel et al., 2011). Adicionalmente, são fáceis mensurações e oscilam pouco dentro de determinado período (Silva et al., 2015). A capacidade corporal está entre os índices zootécnicos que estima a aptidão produtiva de carne em ovinos (Teixeira Neto et al., 2016). Por meio desta, é estimado objetivamente a capacidade do animal *in vivo* quanto à produção de músculo e acúmulo de gordura na carcaça (Silva et al., 2016). Na estimativa da capacidade corporal são considerados o cálculo para o índice de capacidade corporal (CC_1) que é o quociente entre o peso vivo (kg) e a medida de comprimento corporal (cm). Enquanto, para o índice de capacidade corporal (CC_2) considera-se o quociente entre o peso vivo (kg) e a medida de perímetro torácico (cm) (Yáñez et al., 2004). A avaliação da capacidade de produção de carne dos ovinos por esses índices zootécnicos podem contribuir para melhora do potencial das raças de ovinos de corte, sendo útil para região Nordeste, onde se concentra o maior rebanho de ovinos do País.

Na região Nordeste, Costa Júnior et al. (2006) avaliaram os índices de capacidade corporal em ovinos da raça Santa Inês, em diferentes idades e ambos os sexos. Os autores verificaram que os animais com os índices CC_1 e CC_2 acima de 0,5 kg/cm foram proporcionalmente mais curtos e de conformação brevilinea. Essa característica é desejável em animais de produção de carne. Em cordeiros lactantes, Souza et al. (2014) encontraram índices CC_1 de 0,28kg/cm, valor inferior ao reportado por Costa Júnior et al. (2006). Os autores explicam que os animais ainda estavam na fase de crescimento ósseo e desenvolvimento muscular. Em ovinos Santa Inês machos e fêmeas adultos com idade entre 120 a 1080 dias, Teixeira Neto et al. (2016) encontraram valores de capacidade corporal de CC_1 e CC_2 entre 0,5 e 1,0 kg/cm. Os resultados evidenciaram que animais Santa Inês possuem conformação desejável para produção de carne.

Na criação ovina é relevante avaliar o escore de condição corporal. Essa técnica de avaliação foi desenvolvida na Inglaterra por Russel et al. (1969), considerada uma técnica prática e precisa. É utilizada para ajustar o nível nutricional e as práticas de manejo dos animais de interesse zootécnico e, baseada na classificação dos níveis de gordura e da cobertura muscular dos animais (Negri et al., 2013). A técnica é realizada

por meio de observações visuais e tátil na região da garupa dos ovinos, observando-se os ossos do íleo, do ísquio e da inserção da cauda. Essa técnica não apresenta custos adicionais aos produtores, por não exigir equipamentos, infraestrutura ou tecnologia especializada (Cezar e Souza, 2007). Para estimativa do escore corporal é necessário apenas um avaliador treinado visualmente para a realização das medidas..

Os ovinos são avaliados e classificados em escala de pontos de 1 a 5, sendo a escala 1- animal muito magro, 2- animal magro, 3- animal ligeiramente gordo, 4- animal gordo e 5- animal muito gordo (Mcmanus et al., 2010). Em animais de produção o escore preferencial é o de pontuação 3, nessa escala os animais apresentam boa conformação de músculos e deposição de gordura (Osório et al., 2012). O escore de condição corporal apresenta relações direta com a alimentação, sanidade, reprodução e habilidade materna. Além de correlações fenotípicas positivas com o volume globular e correlação negativa com o grau de anemia e OPG (Abrão et al., 2010).

Na criação de ovinos em pastagens o manejo nutricional é importante para obtenção de animais com elevados índices de produtividade e maior qualidade da carne produzida (Santos et al., 2016). Escores de ovinos da raça Santa Inês foram avaliados por Sena et al. (2016) em pastagens de Tifton, Andropogon, Estrela e Pangola durante o período de seca, no sul do estado do Piauí. Os autores observaram que os animais durante esse período apresentaram escores com média de 2,56. A justificativa para esse resultado foi a baixa oferta de forragem com qualidade inferior à exigida pelos animais. O escore e o peso dos animais são mecanismos do manejo que sofrem alterações em função de diferentes manejos da pastagem e do seu estágio de fisiológico.

A avaliação do escore de condição corporal dos ovinos precisa ser realizada com frequência, principalmente se os animais forem manejados em sistemas de pastejo. As condições nutricionais e estruturais da forragem mudam de acordo com as práticas de manejo aplicada e com as variações climáticas e, assim podem causar efeitos positivos ou negativos aos animais. Com o monitoramento do escore dos animais é possível o controle da produção e, dessa forma, o produtor poderá tomar decisão em tempo hábil para contornar determinadas situações que possam acarretar prejuízos à produção do animal (Yildirim et al., 2017).

1.5 Referências

ABRÃO, D.C; ABRÃO, S; VIANA, C. H.C; VALE, C. R. Utilização de métodos famacha no diagnóstico clínico individual de haemoncose em ovinos no Sudoeste do Estado de Minas Gerais. *Revista Parasitologia Veterinária*. v.19, n.1, p.68-70, 2010.

AKSOY Y, ULUTAŞ Z. Meat production traits of local Karayaka sheep in Turkey The meat quality characteristic of lambs. *Italian Journal of Food Science*. n.28, p.131, 2016.

ALVES, A. R.; VILELA, M. S.; ANDRADE, M. V. M.; PINTO, L. S.; LIMA, D. B.; LIMA, L. L. L. Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região sul do estado do Maranhão. *Revista Brasileira de Veterinária e Zootecnia*. v. 24, n.3, p.515-524, 2017.

ARAÚJO R P, SOUZA B B, ROBERTO J V B, DANTAS N L B, OLIVEIRA G C, et al, Medidas Corporais e da Carcaça de Ovinos Suplementados com Diferentes Níveis de Sal Forrageiro de Faveleira. *Revista Científica de Produção Animal*. v.17, n.1, p. 1-6, 2015.

BERCHIELLI, T.T; VEGA-GARCIA, A; OLIVEIRA, S.G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V OLIVEIRA, S.G. (Eds). *Nutrição de Ruminantes*. 2.ed. Jaboticabal: Funep, p.565-600, 2011.

CANESIN, R. C.; FIORENTINI, G.; BERCHIELLI, T. T. Inovações e desafios na avaliação de alimentos na nutrição de ruminantes. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.13, n.4, p.938-953, 2012.

CARVALHO, G. A.; ALBUQUERQUE, C.C.; SOUSA, A.M et al. Caracterização do mercado da carne ovina em sobral, estado do Ceará. *Informações Econômicas*, São Paulo. v.46, n.2, 2016.

CASTRO, F. A. B; RIBEIRO, E. L. A; KORITIAKI, N. A; MIZUBUTI, I. Y; SILVA, L. D.F et al. Desempenho de cordeiros Santa Inês do nascimento ao desmame filhos de ovelhas alimentadas com diferentes níveis de energia. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 2, p. 3379-3388, 2012.

CASTRO, W.J.R.; ZANINE, A.M.; SOUZA, A.L et al. Inclusion of different levels of common-bean residue in sheep diets on nutrient intake and digestibility. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 37, n. 1, p. 369-380, 2016.

CEPEA- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2019. Análise perspectiva sobre o setor de ovinos. Disponível em:< <https://www.cepea.esalq.usp.br>.

CEZAR, M.F; SOUZA, W.H. Carcaça ovinas e caprinas: obtenção-avaliação-classificação. *Agropecuária tropical*, João Pessoa, p.232, 2007.

COSTA JÚNIOR, G. S; CAMPELO, J. E.G; AZEVÊDO, D. M. M. R; MARTINS FILHO, R; CAVALCANTE, R. R; LOPES, J. B, et al, Caracterização morfométrica de ovinos da raça Santa Inês criados nas microrregiões de Teresina e Campo Maior, Piauí. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.35, n.6, p. 2260-2267, 2006.

COSTA, J.V; OLIVEIRA, M.E; MOURA, R.M. A.S; COSTA JÚNIOR, M. J.N; RODRIGUES, M.M. Comportamento em pastejo e ingestivo de caprinos em sistema silvipastoril. *Revista Ciência Agronômica*, v. 46, n. 4, p. 865-872, 2015.

EMBRAPA- Brasileira de Pesquisa Agropecuária 2016. Estudo aponta tendências para caprinocultura e ovinocultura nos cenários nacional e internacional. Disponível em: <<https://www.embrapa.br>.2016.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em:<<https://embrapa.br>.2017.

EMERENCIANO NETO, J.V.; DIFANTE, G.S.; FERNANDES, L.S et al. Avaliação econômica da produção de carne ovina em pastagens cultivadas. *Custos e @gronegocio on line*. v.13 2017.

EMERENCIANO NETO, J.V.; G. F.; DIFANTE; LANA, A. M. Q; MEDEIROS, H. E; AGUIAR, E. M; MONTAGNER, D.B; SOUZA, J.S. Forage quality and performance of sheep in Massai grass pastures managed at pre-grazing canopy heights. *South African Journal of Animal Science*, v.48, N.6, 2018.

EMERENCIANO NETO, J.V.; PEREIRA, G. F.; DIFANTE, G.S et al. Produção e estrutura de pastos de capim-massai adubado com dejetos da produção animal. *Boletim de Industria Animal*. Nova Odessa. v.73, n.2, p.111-117, 2016.

ESTEVES, R.M.G; OSÓRIO, J.C.S; OSÓRIO, M.T.M; MENDONÇA, G; OLIVEIRA, M.M; WIEGAND, M; VILANOVA, M.S; CORREA, F; JARDIM, R.D. Avaliação in vivo e da carcaça e fatores determinantes para o entendimento da cadeia da carne ovina. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.16, n 14, p101-108, 2010.

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A et al. Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás and BRS Piatã). *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.5 n. 3, p.85-92, 2016.

FENANDES, L. O.; REIS, R. A.; PAES, J.M.V et al. Desempenho de bovinos da raça Gir em pastagem de *Brachiaria brizantha* submetidos a diferentes manejos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. v.16, n.1, p.36-46, 2015.

FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R.; MARTUSCELLO, J. A. Importância das Forrageiras no Sistema de Produção. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. Plantas Forrageiras. Viçosa: UFV. p. 13-29, 2010.

HODGSON, J. Grazing management: science into practice. Hong Kong: Longman, p.203. 1990.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -Sistema de Recuperação Automática - Banco de dados 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>.2017.

JANUSCKIEWICZ, E. R; RAPOSO, E; CASAGRANDE, D. R; RUGGIERI, A. C. Estratégias de manejo do pastejo baseadas em ofertas de forragem alteram a estrutura de

pastos de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v.74, n.3, p.221-228, 2017.

KORITIAKI, N. A; RIBEIRO, E. L. A; SCERBO, D. C; MIZUBUTI, I. Y; SILVA, L. D. F; BARBOSA, M. A. A. F, et al. Fatores que afetam o desempenho de cordeiros Santa Inês puros e cruzados do nascimento ao desmame. *Revista Brasileira de Saúde e Produção animal*. Salvador. v.13, p.258-270, 2012.

LIMA, C.B; COSTA, T.G.P; NASCIMENTO, D. M; LIMA JÚNIOR, D.M; SILVA, M.J.M.S; MARIZ, T.M.A. Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de ovinos em pastejo no semiárido. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, v.2, n.1, p.26-34, 2014.

LIRA, A.B.; GONZAGA NETO, S.; SOUZA, W.H ET et al. Desempenho e características de carcaça de dois biótipos de ovinos da raça Santa Inês terminados a pasto suplementados com blocos multinutricionais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. v.18, n.2, p.313-326, 2017.

LUNA, A. A, G. F.; DIFANTE; MONTAGNER, D.B; EMERENCIANO NETO, J.V.; ARAÚJO, I. M. M; OLIVEIRA, L. E. C. Características morfogênicas e acúmulo de forragem de Gramíneas forrageiras, sob corte. *Bioscience Journal*, v.30, n.6, p. 1803-1810, 2014

MACEDO JÚNIOR, G.L; ZANINE, A.M; BORGES, I; PÉREZ, J.R.O. qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. *Ciência Animal*, V.17, n.1, p. 7-17,2007.

MCMANUS, C; LOUVANDINI, H; DALLAGO, B; MELO, C. B; SEIXAS, L. Escore corporal. INCT: Informação Genético- Sanitária da Pecuária Brasileira. 2010. Available at: [http://animal.unb.br/imagens/Serie técnica escore corporal.pdf](http://animal.unb.br/imagens/Serie_tecnica_escore_corporal.pdf). 2010.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR.G.C (Ed) forage quality evaluation and utilization Madison: American Society of Agronomy Crop Science Society of America Soil Science Society of America, p.450-493, 1994.

MOTA, D. A; ROSA, B. L; OZIEMBLOWSKI, M.M; MELO, T.V; CARVALHO, D.M.G. Desenvolvimento ponderal na estimativa de peso vivo em ovinos da raça Poll Dorset. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 24, n. 4, p. 184-188, 2017.

MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGIHUGU, V. et al. Excretion patterns of titanium dioxide and chromic oxide in duodenal digesta and feces of ewes. *Small Ruminant Research*, v.63, p.135– 141, 2006.

NEGRI, R; MACEDO, V.P; NETO, D. D. A. G; SCHMITZ, R; CASTRO, T. A. M. Frequência de parasitas gastrointestinais em diferentes raças ovinas. *Synergismuss científica UTFPR*, 08, 1-3, 2013.

OGLIARI, D; MOLOSSI, F.A; SAVARIS, T; WICPOLT, T; GAVA, I. Z. A. Intoxicação espontânea por *Brachiaria* híbrida cv. mulato I em ovinos e caprinos e experimental por *Brachiaria* híbrida cv. mulato II em ovinos. *Pesquisa de veterinária Brasileira*, v. 38, n.2, p.229-233, 2018

OLIVEIRA, P.T.L.; TURCO, S.H.N.;VOLTOLINI, T.V.; ARAÚJO, G.G.JL.; PEREIRA, L.G.R.; MISTURA, C.; MENEZES, D.R. Respostas fisiológicas e desempenho produtivo de ovinos em pasto suplementados com diferentes fontes proteicas. *Revista Ceres*, v. 58, n. 2, p. 185-192, 2011.

OSÓRIO, J. C. S; OSÓRIO, M. T. M; VARGAS JUNIOR, F. M; FERNANDES, A. R. M; SENO, L. O; RICARDO, H. A. Critérios para abate do animal e a qualidade da carne. *Revista Agrarian*. v.5. n.18, p. 433-443, 2012.

PAULA, C.C.L.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B. Estrutura do dossel, consumo e desempenho animal em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.64, n.1, p.169-176, 2012.

PIMENTEL, P. G; PEREIRA, E. S; QUEIROZ, A. C; MIZUBUTI, I. Y; REGADAS FILHO, J. G.L; MAIA, I.S. Intake, apparent nutrient digestibility and ingestive behavior of sheep fed cashew nut meal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.5, p.1128-1133, 2011.

RUSSEL, A.J.F; DONEY, J.M; GUNN, R. G. Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal Agricultural Science*, v.72, p.451-454, 1969.

SANTOS, M.M; AZEVEDO, M; COSTA, L.A.B; SILVA FILHO, F.P; MODESTO, E.C; LANA, A.M.Q. Comportamento de ovinos da raça Santa Inês, de diferentes pelagens, em pastejo. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, v. 33, p.287-294, 2011.

SEJIAN, V; MAURYA, V.P, NAQVI, S.M.K. Adaptive capability as indicated by endocrine and biochemical responses of Malpura ewes subjected to combined stresses (thermal and nutritional) in a semiarid tropical environment. *International Journal of Biometeorology*, v. 54, p.653–661, 2010.

SENA, L.S; TORRES, T. S; SARMENTO, J. L.R; FIGUEIREDO FILHO, L. A; GLEYSON VIEIRA DOS SANTOS, G. V; BIAGIOTTI, D. Associação entre características de carcaça e tamanho corporal em ovinos Santa Inês. *Revista Científica de Produção Animal*, v.18, n.2, p.84-92, 2016.

SILVA, A.A . Estrutura do pasto e desempenho de ovinos em cultivares de *Brachiaria brizantha* na época seca. 2016. 39 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio grande do Norte, 2016.

SILVA, D.C; SEAL, D.C.M; SOUZA, F.J.C; CARVALHO, A. B; MARQUES, A.V.S. Consumo e digestibilidade de dietas contendo feno de jirirana para ovinos em terminação. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.12, n. 1, p. 150-155, 2017.

SILVA, N. V; COSTA, R. G; MEDEIROS, G.R; GONZAGA NETO, S; CÉZAR, M. F; CAVALCANTI, MARIA C. A. Medidas *in vivo* e da carcaça e constituintes não carcaça de ovinos alimentados com diferentes níveis do subproduto agroindustrial da goiaba. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.17, n.1, p.101-115, 2016.

SOUZA, D. S; SILVA, H. P; CARAVALHO, J. M. P; MELO, W. O; MONTEIROS, B. M; OLIVEIRA, D. R. Desenvolvimento corporal e relação entre biometria e peso de

cordeiros lactantes da raça Santa Inês criados na Amazônia. *Arquivo Brasileiro de Zootecnia*. v.66, n.6, p. 1787-1794, 2014.

TEIXEIRA NETO, M. R.; CRUZ, J. F.; MALHADO, C. H. M.; FARIA, H. H.N; SOUZA, E. S; CARNEIRO, P. L. S; MALHADO, C. H. M. Descrição do crescimento de ovinos Santa Inês utilizando modelos não-lineares selecionados por análise multivariada. *Revista Brasileira de Saúde e Produção animal*, Salvador. v.17, n.1, p. 26-36. 2016.

TRINDADE T F M, DIFANTE G S, EMERENCIANO NETO J V, FERNANDES L S, ARAÚJO I M M, VÉRAS E L L. Biometry and carcass characteristics of lambs Supplemented in tropical grass pastures during the dry Season. *Bioscience Journal*, Uberlandia. v.34, n.1, p.172-179. 2018.

VALENTE, B. S. M; CÂNDIDO, M. J. D; CUTRIM JUNIOR, J. A. A; PEREIRA, E. S; BOMFIM, M. A. D; FEITOSA, J.V. Composição químico-bromatológica, digestibilidade e degradação in situ da dieta de ovinos em capim-tanzânia sob três frequências de desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.1, p.113-120, 2010.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; VALÉRIO, J.R.; FERNANDES, C.D.; MACEDO, M.C.M.; VERZIGNASSI, J.R.; MACHADO, L.A.Z. BRS Paiaguás: A new *Brachiaria (Urochloa)* cultivar for tropical pastures in Brazil. *Tropical Grasslands Forrajes Tropicales*, v.1, n.1, p.121–122, 2013.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; VALÉRIO, J.R.; MACEDO, M.C.M.; FERNANDES, C.D.; DIAS FILHO, M.B. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã: uma forrageira para diversificação de pastagens tropicais. *Seed News*, v.11, n.2, p.28-30, 2007.

VAN SOEST. P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. Ed. Ithaca: Cornell University Press, p.476, 1994.

YILDIRIM, A; ULUTAS, Z; OCAK, N; KAPTAN, M. Carcass Yield, Non-Carcass Parts, Internal Organs and Meat Quality Characteristics of Karayaka Male Lambs with Different Birth Weight Fed Free-Choice Feeding. *Sains Malaysiana*. v.46, n.3, p. 429–437, 2017.

ZANINE, A. D. M; SANTO, E. M; FERREIRA, D. de J; GRAÑA, A. L; GRAÑA, G. L. Comportamento ingestivo de ovinos e caprinos em pastagens de diferentes estruturas morfológicas. *Revista Electronica de Veterinaria*, p. 1–11, 2006.

CAPÍTULO 2- POTENCIAL PRODUTIVO, CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E VALOR NUTRITIVO DE CULTIVARES DE *UROCHLOA BRIZANTHA* SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE EM ÁREAS DE RESTRIÇÕES HÍDRICAS

2.1 Resumo

As gramíneas tropicais usadas na alimentação animal contribuem para a ascensão do Brasil no mercado internacional como um dos maiores produtores de carne produzida em pastagens. Nessa pesquisa, avaliou-se o potencial produtivo, características estruturais e valor nutritivo de quatro cultivares de *Urochloa brizantha* sob lotação intermitente em duas estações do ano em áreas de restrições hídricas. O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso em arranjo em parcelas subdivididas. Os tratamentos constituíram-se das cultivares: Marandu, Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás e duas estações de avaliação: água e seca. Não houve diferença entre as cultivares e estações de avaliação para os períodos de ocupação e descanso de 11,65 e 54,6 dias, respectivamente entre as cultivares para as condições avaliadas. Na estação das águas a cultivar marandu apresentou massa de forragem superior as demais cultivares (2817,7 kg/ha de MS). A Xaraés se destacou por alta porcentagem de folha e relação folha/colmo (68,7% e 4,28). Apesar da menor MF da Paiaguás, o acúmulo e a taxa de acúmulo de forragem não diferiu entre as cultivares e estações de ano (2327,57 kg/ha de MS e 40,44 kg/ha/dia de MS). Houve diferença ($P < 0,05$) entre as estações do ano para a porcentagem de proteína bruta nas cultivares. A maior porcentagem (9,09 %) foi registrada na estação das águas. A Marandu e a Piatã se destacaram por apresentarem maior taxa de lotação animal (21 e 20 UA/30 kg) na estação das águas. As cultivares se mostram produtivas e adequadas para cultivo em região com restrições hídricas e destacam-se como alternativa para a criação de ovinos em sistema intermitente.

Palavras-chave: altura do dossel, manejo de pastagem, massa de forragem, valor nutritivo

2.2 Introdução

Nos países tropicais as pastagens tem sido alimentação prática e econômica de alimentação dos ruminantes. Essas, constituem a base de sustentação da pecuária brasileira. Estima-se que de 70 a 80% das áreas com pastagens no País são formadas por espécies do gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) (Valle et al., 2009). Entre as espécies mais cultivadas destacam-se a *Urochloa brizantha* com elevada produção de forragem (Dias-Filho et al., 2014). A formação de pastagens utilizando gramíneas forrageiras cultivadas, de maior produção de biomassa e com boa aceitação pelo animal contribui para elevar os índices de produtividade dos rebanhos brasileiros (Euclides et al., 2019).

No nordeste do Brasil a ovinocultura destaca-se como atividade pecuária em expansão (Lira et al., 2017). A produção de ovinos com o uso de gramíneas cultivadas nessa região não é prática comum entre os produtores. As pastagens nativas são a principal fonte de volumoso para os animais, e nenhum manejo é empregado sobre as pastagens (Emerenciano Neto et al., 2013). A utilização de cultivares da espécie *Urochloa brizantha* é uma alternativa ao uso de pastagens nativas. Essas, possuem elevada produtividade com ganhos econômicos e garantia de sustentabilidade do sistema de produção animal (Lima et al., 2017).

As cultivares Marandu, Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás são amplamente utilizadas para alimentação de bovinos a pasto (Euclides et al., 2016). O uso dessas gramíneas na alimentação de ovinos de corte em regiões com restrições hídricas no Brasil é de suma importância para o enriquecimento de pastagens nativas e diferimento (Rocha et al., 2020). Além de contribuir para a ascensão da produção de ovinos criados a pasto.

Embora os ovinos sejam considerados de extrema importância econômica para as populações rurais no nordeste brasileiro, o sistema de criação adotado é, de modo geral, elementar e baseado em princípios de extrativismo. No entanto, outras técnicas poderiam ser indicadas para a produção desses animais, entre elas, o uso de sistemas de pastejo intermitente.

O método de pastejo sob lotação intermitente é umas das principais técnicas de manejo utilizado no processo de intensificação dos sistemas de criação de ruminantes. Esse método, embora exija grande investimento, notadamente em cercas, proporciona redução da seleção de forragem e de áreas de pastejo desuniforme no piquete, além de permitir maior eficiência no manejo das gramíneas forrageiras (Melo et al., 2015). Contudo, a utilização desse sistema de pastejo com o uso de gramíneas da espécie *Urochloa brizantha* em regiões com restrições hídricas precisa ser mais estudado para

melhor entendimento das respostas das cultivares quanto ao seu potencial produtivo, bem como o comportamento animal frente ao sistema.

A utilização do método de pastejo intermitente em conjunto com o manejo das pastagens baseado na altura do dossel forrageiro é uma técnica que pode contribuir em melhorias no sistema de criação de ovinos a pasto, visto que grande parte da criação de ovinos predomina em sistemas extensivo com pouco uso de tecnologias.

A hipótese da pesquisa é que estas quatro cultivares de *Urochloa* apresentam capacidade produtiva em regiões com restrições hídricas que possibilitará a otimização da produtividade de ovinos de corte sob lotação intermitente. Para comprovação da hipótese avaliou o potencial produtivo, as características estruturais e valor nutritivo das cultivares de *Urochloa brizantha* sob lotação intermitente em duas estações do ano em áreas de restrições hídricas.

2.3 Material e Métodos

2.3.1 Área experimental

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Campus Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil, sob as coordenadas latitude 5° 51' 30" S e longitude 35° 21' 14" W, a 11 metros de altitude ao nível do mar. O clima da região é do tipo subúmido seco (Thorntwaite, 1948). A precipitação histórica média anual é de 1048 mm e evapotranspiração potencial média acumulada anual de 1472 mm. Os dados de temperatura da área experimental foram obtidos por meio de banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (IMET, 2017) e os de precipitação por pluviômetro do tipo Ville de Paris em aço inox, instalado no local do experimento (Figura 1). Os dados de temperatura e precipitação foram utilizados para o cálculo do balanço hídrico mensal (Thorntwaite e Mather, 1955) durante o período experimental (Figura 2).

O período experimental teve duração de 300 dias, estendendo-se da estação das águas à seca. O solo da área experimental é classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2013). Em toda a área, antes do início do experimento foi realizada coleta de solo nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm para análise e correções de acordo com os dados apresentados a seguir. As análises da fertilidade foram realizadas pelo laboratório de solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). As características químicas do solo nas respectivas profundidades foram: pH = 6,03 e 5,55; P = 10,0 e 6,62 mg/dm³; K⁺ = 46,03 e 31,0 mg/dm³; Na⁺ = 16,14 e 13,75 mg/dm³; Ca²⁺

= 1,20 e 4,23 cmolc/dm³; Mg²⁺ = 0,78 e 2,62 cmolc/dm³; H + Al = 1,37 e 1,14 cmolc/dm³; Al³⁺ = 0,02 e 0,03 cmolc/dm³ e carbono no solo = 0,83 e 0,45 %.

Com base nos resultados das análises foram aplicados 450 kg /ha-1 de calcário para aumentar a saturação para 60%. Em março após calagem do solo, foram aplicados a lanço 80 kg/ha-1 de P₂O₅ na forma de superfosfato simples e 50 kg/ha-1 de K₂O na forma de cloreto de potássio. Posteriormente foram realizadas adubações nitrogenadas de cobertura, aplicando-se 200 kg/ha-1/ano de N na forma de ureia, parcelada em quatro vezes de 50kg/ha-1. Esse procedimento ocorreu nos meses de março, maio, julho e setembro.

A área experimental de 2,88 hectares foi dividida em oito parcelas de 0,36 hectare, cada parcela foi subdividida em seis piquetes de 0,06 hectare. Fez-se o controle de plantas invasoras durante todo o período de avaliação. Os piquetes dispunham de bebedouros, saleiros e acesso à área de descanso de forma livre para os animais.

2.3.2 Tratamentos e manejo experimental

Os tratamentos constituíram-se de quatro cultivares da espécie *Urochloa brizantha*: Marandu, Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás, todas já estavam implantadas na área experimental desde o ano de 2015. As cultivares foram manejadas pelo método de pastejo sob lotação intermitente. Foi utilizado como agente de desfolhação da forragem 24 ovinos da raça Santa Inês com idade média inicial de 90 dias e peso vivo médio de 19,04 ± 0,96 kg. Os animais foram distribuídos aleatoriamente nas cultivares, sendo que cada cultivar recebeu seis ovinos, além de 24 animais que foram utilizados como reguladores e sempre que necessário entravam nos piquetes para o ajuste da taxa de lotação.

Os ovinos permaneciam na pastagem das 07:00 às 17:00 horas e posteriormente eram recolhidos para o galpão próximo à área experimental, devido aos possíveis ataques noturnos por cães. No galpão os ovinos tinham acesso livre a água e sal mineral (Ovinofós com monensina) e recebiam diariamente suplementação concentrada na quantidade de 0,5% do peso vivo, com base na matéria natural segundo recomendações (NRC, 2007). Os procedimentos com os animais foram aprovados pelo Comitê de Ética de Uso do Animal da UFRN, sob o protocolo 048/2016.

A altura do dossel do pasto foi fixada para a entrada e saída dos animais em cada piquete, sendo a altura de entrada de 40 cm e saída de 20 cm para todas as cultivares (50% de rebaixamento). Para garantir as metas de altura utilizou-se taxa de lotação variável de

acordo com o crescimento do pasto e disponibilidade de forragem. O critério utilizado para entrada dos animais reguladores nos piquetes foi determinado de acordo com a altura do piquete subsequente, quando este estava próximo à meta de altura de entrada.

2.3.3 Avaliações experimentais

A região onde foi desenvolvido o experimento apresenta condições climáticas variáveis ao longo do ano. No ano do desenvolvimento da pesquisa a condição climática correu da seguinte forma: Águas (janeiro a julho) e seca (agosto a dezembro) (Figura 1 e 2). Dessa forma determinou-se para as avaliações experimentais duas estações (água e seca). Os meses os quais foram registradas as maiores restrições hídricas foi de agosto a dezembro (Figura 2).

O monitoramento das condições da altura do dossel dos pastos nas condições experimentais foi realizado semanalmente em todas as cultivares. Foram medidos 40 pontos aleatórios por piquete, com auxílio de régua, graduada em centímetros. A altura do dossel em cada ponto correspondeu à altura média da curvatura das folhas em torno da régua. Também foram feitas medições da altura no pós-pastejo imediatamente após a saída dos animais dos piquetes. Embora as alturas alvo fossem de 40 e 20 cm no pré e pós-pastejo respectivamente. A altura média encontrada no pré-pastejo foi de 42,88 cm na estação das águas e 38,23cm na estação da seca (Figura 3), ambas ficaram próximas das alturas pretendidas. Entretanto, na época da seca houve dificuldade para alcançar a altura alvo, devido à falta de água para o crescimento das plantas. No pós-pastejo, a altura média dos pastos foi de 22,64 cm na estação das águas e 20,15 cm na época da seca (Figura 3).

A massa de forragem nas condições de pré-pastejo e pós-pastejo foram determinadas pelo corte de toda a forragem contida em 1 m², sendo coletada seis amostras representativas em quatro piquetes escolhidos aleatoriamente em cada cultivar, posteriormente foi feito pool das seis amostras. As amostras de forragem foram colhidas quando a altura alvo era atingida, tanto em pré quanto em pós-pastejo.

No pré-pastejo as amostras de forragem foram cortadas a 20 cm do solo definido como altura para o pós-pastejo. A massa de forragem no pós-pastejo foi estimada de maneira análoga ao pré-pastejo, porém a forragem foi cortada rente ao solo. Após o corte, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e pesadas para obtenção do peso verde. Em seguida foram secas em estufa de ventilação forçada de

ar a 55°C até peso constante e novamente foram pesadas para a determinação da massa seca de forragem no pré-pastejo e pós-pastejo (kg/ha de matéria seca).

Para a avaliação dos componentes morfológicos da forragem lâminas foliares, colmos (colmo+bainha) e material morto, retirou-se duas subamostras representativas das amostras colhidas para a determinação da massa de forragem do pré-pastejo e do pós-pastejo. Essas amostras foram separadas manualmente e posteriormente foram pesadas e secas em estufa de maneira análoga à massa de forragem. O peso de cada componente foi utilizado para calcular sua porcentagem na massa total de forragem. Os valores de massa de forragem foram convertidos para kg/ha de matéria seca e os componentes morfológicos expressos como proporção (%) da massa de forragem. As porcentagens de cada componente foram empregadas nas estimativas da relação lâmina foliar/massa morta (colmo + material morto) e massa de lâmina foliar da forragem verde (folha e colmo). A relação lâmina foliar/ colmo foi calculada dividindo-se o valor de massa seca de lâminas foliares por massa seca de colmo + bainha.

O acúmulo de forragem (kg/ha de matéria seca) foi calculado pela diferença entre as massas de forragem no pré-pastejo atual e no pós-pastejo anterior de cada piquete. A taxa de acúmulo da forragem foi calculada dividindo-se o acúmulo de forragem pelo número de dias de rebrotação, expresso em kg/ha.dia de matéria seca. A densidade volumétrica de forragem (kg/ha/cm de matéria seca) foi calculada dividindo-se a massa de forragem pela altura correspondente ao dossel em centímetros.

Para as análises da composição química, as amostras da forragem do pré-pastejo e pós-pastejo foram secas em estufa a 55 °C com ventilação forçada e em seguida moídas em moinho de facas tipo Willey a 1mm. Em seguida foram submetidas às análises de proteína bruta, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro, lignina e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica por meio da espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo (NIRS), de acordo com os procedimentos de Marten et al. (1985). Para análises NIRS, as curvas foram calibradas em um modelo Foss NIR Systems modelo 5000 (FOSS, Hilleroed, Dinamarca) usando o ISI WINISI II Project Manager Software V1.02. Os dados de reflectância das amostras na faixa de comprimentos de onda de 1100 a 2.500 mm foram armazenados por um espectrômetro (modelo NR5000: NIRS systems, Inc., USA) acoplado a um microcomputador para a obtenção dos resultados das análises.

2.3.4 Delineamento e Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso em arranjo de parcela subdividida, sendo as quatro cultivares alocadas nas parcelas e as duas estações do ano nas subparcela. Utilizou-se oito repetições de cada cultivar compostas por um pool de seis réplicas. Os dados foram analisados primeiramente por meio da análise descritiva calculando-se a média, o erro padrão da média e intervalo de confiança.

Foi realizada análise de variância (ANOVA) por modelos lineares generalizados, considerando no modelo estatístico como os efeitos fixos de cultivares e estação do ano (chuva e seca) conforme o modelo: $Y_{ijk} = \mu + C_i + \alpha_{ij} + E_j + (CE)_{ik} + \beta_{ijk}$; Y_{ijk} = valor observado na repetição k: cultivares i, estação j; μ = efeito médio geral; C_i = efeito das cultivares i, i= Marandu, Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás; α_{ij} = efeito do erro aleatório atribuído à parcela; E_k = efeito da época do ano k, k = chuva e seca; $(C * E)_{ij}$ = efeito da interação entre cultivares e época do ano; β_{ijk} = erro aleatório atribuído à subparcela da repetição k, estação j e cultivar i. As médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os pressupostos estatísticos normalidade e homocedasticidade de variâncias foram avaliadas pelos métodos de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Todas as análises foram realizadas pelo software R Core Team (2019).

2.3.5 Resultados

No manejo de desfolhação sob pastejo intermitente, não houve diferença entre as cultivares ($p=0,2147$) e estações do ano ($p=0,2719$) para o período de ocupação (PO) dos piquetes com média de 11,24 dias de pastejo (Figura 3). Para o período de descanso (PD) também não foi verificado diferença entre cultivares ($p=0,3553$) e estações do ano ($p=0,7022$) com média de 56,65 dias de rebrotação (Figura 3). O acúmulo total de forragem e a taxa média diária de acúmulo não diferiram entre as cultivares e os ciclos de pastejo ($p > 0,05$), com médias de 2327,57 kg/ha de MS e 40,44 kg/ha.dia, respectivamente.

No pré-pastejo houve efeito de cultivares para as variáveis massa seca de forragem ($p=0,0035$), massa de colmo ($p=0,0267$), material morto ($p=0,0081$), relação lâmina foliar/colmo ($p=0,0037$) e para a relação vivo/morto ($p=0,0075$) (Tabela 1).

Tabela 1. Médias e erro padrão de variáveis estruturais do dossel de cultivares de *Urochloa brizantha* no pré-pastejo em pastejo intermitente nas duas épocas do ano

Cultivares (<i>Urochloa brizantha</i>)	Variáveis ((kg/ha de MS)				
	MSF	MC	MM	RLF/C	RV/M
Marandu	2817,7±245,72A	714,58±95,17A	536,03±85,73A	2,55±0,65B	8,03±2,24B
Xaraés	2413,49±215,89AB	481,49±99,96B	323,22±46,14AB	4,28±0,62A	10,65±2,4AB
Piatã	2365,45±249,40AB	627,06±123,86AB	206,50±59,66B	3,08±0,63AB	20,34±2,4A
Paiaguás	2040,19±247,72B	582,81±114,86AB	424,83±89,83AB	2,33±0,62B	9,13±2,4B

MSF-massa seca de forragem; MC-massa de colmo; MM-material morto; RLF/C-relação lâmina foliar/colmo; RV/M-relação vivo/morto. Médias seguidas de letras distintas diferem entre as cultivares pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A maior produção de massa seca de forragem foi constatada na cultivar Marandu, o qual produziu em média 27,59% a mais em relação a cultivar Paiaguás e valores semelhantes as cultivares Xaraés e Piatã. A menor produção de colmo foi observada na cultivar Xaraés. Essa, por consequência obteve maior relação folha/colmo valor equivalente a 45,56; 40,42 e 28,03% da relação folha/colmo das cultivares Paiaguás, Marandu e Piatã, respectivamente. Entre as cultivares avaliadas, a que apresentou menor produção de material morto e melhor relação vivo/morto foi a Piatã (Tabela1).

Houve interação cultivares \times estação do ano ($p < 0,05$) para a produção de massa de lâmina foliar no pré-pastejo (Figura 4A). Na estação das águas foi constatado que a cultivar Xaraés obteve maior produção de lâmina foliar com média de 1878,34 kg/ha de MS, essa produção foi superior em 33,89, 20,97 e 18,48 % a produção das respectivas cultivares Paiaguás, Piatã e Marandu. A produção de lâmina foliar da Xaraés na estação das águas foi 26,09% maior em comparação a produção na estação da seca. Na estação da seca as cultivares Marandu, Xaraés e Piatã não diferiram, as quais obtiveram produção de lâmina foliar equivalente a 76,86, 52,36 e 67,40% em relação a cultivar Paiaguás que obteve produção de 911,12 kg/ha de MS. A produção de folhas da Paiaguás na estação das águas foi em média 26,62% a mais que na estação seca (Figura 4A).

A densidade volumétrica da forragem no pré-pastejo, apresentou interação cultivares \times estação ($p = 0,0189$) (Figura 4B). Na estação das águas as cultivares não diferiram, porém na estação da seca verificou-se maior densidade volumétrica na cultivar Marandu com média de 172,85 kg/cm. ha de MS. Observou-se crescimento de 33,04 e 32,57 % na densidade das cultivares Marandu e Piatã na estação seca em comparação a estação das águas, ao passo que houve decréscimo de 9,58% para a cultivar Paiaguás (Figura 4B).

Ao analisar a composição morfológica das gramíneas no pré-pastejo, verificou-se que houve diferença entre as cultivares para as proporções de lâmina foliar ($p=0,0004$), colmo ($p=0,0481$) e material morto ($p=0,0042$) (Figura 5). Para essas mesmas variáveis não houve interação cultivares \times estação do ano ($p>0,05$). A cultivar Xaraés apresentou maior percentual de lâmina foliar com 68,70% e menor percentual de colmo 19,46%. A cultivar Paiaguás apresentou os maiores percentuais de colmo 26,54% e massa morta 20,17%. Enquanto a cultivar Piatã foi o que apresentou menor percentual de massa morta 8,91% (Figura 5).

No pós-pastejo houve efeito de estação do ano ($p<0,05$) entre as cultivares para densidade volumétrica da forragem, massa de forragem, massa de lâmina foliar e material morto. Já para a massa de colmo não houve efeito ($p>0,05$) entre as cultivares e estações de ano (Figura 6). Na estação das águas foi observado maior produção de lâmina foliar entre as cultivares com média de 331,78 kg/ha de MS, melhor relação lâmina foliar/colmo e relação vivo/morto com médias de 0,33 e 1,73, respectivamente. Na estação da seca foi constatado maior produção de massa seca de forragem e material morto com médias de 2671,3, 1540,40 kg/ha de MS, respectivamente e maior densidade volumétrica da forragem 134,85 kg/cm. ha de MS (Figura 6).

Para as porcentagens de folha, colmo e massa morta no pós-pastejo houve efeito ($p<0,05$) apenas de estação do ano (Figura 7). As maiores porcentagens de folha e colmo foram constatadas na estação das águas com médias de 11,1 e 40,82% respectivamente. Porém, na estação da seca observou-se maior porcentagem de massa morta com média de 56,78%.

Com relação ao valor nutritivo das cultivares no pré-pastejo foi verificado efeito de estação do ano ($p<0,05$) para proteína bruta das folhas e do colmo (Figura 8A). O maior teor de proteína bruta nas folhas das cultivares foi verificado na estação das águas com média de 9,09%. Na estação da seca, as cultivares Xaraés e Piatã apresentaram no colmo menor teor de proteína bruta com médias de 3,51 e 4,27%, respectivamente, em relação as cultivares Marandu e Paiaguás (Figura 8B).

Observou-se interação cultivares \times estação do ano ($p<0,05$) para os componentes fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina na folha e fibra em detergente neutro e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica do colmo (Figura 9 A e B). Na estação das águas foi observado menor teor de fibra em detergente neutro nas folhas e no colmo da Xaraés. E menor teor de lignina nas folhas das cultivares Piatã e Paiaguás. Na cultivar Paiaguás, também foi verificado maior teor de fibra em detergente

ácido nas folhas e menor teor de fibra em detergente neutro no colmo, bem como maior digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica.

A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica da folha não diferiu ($P>0,05$) entre cultivares e estação do ano apresentando médias de 58,76 e 58,84 %, respectivamente. No colmo, a fibra em detergente ácido não diferiu ($P>0,05$) entre cultivares e estação do ano com médias de 41,93 e 41,94%, respectivamente. A lignina do colmo diferiu ($P<0,05$) apenas na estação do ano, sendo observado maior teor nas cultivares durante a estação da seca com média de 4,31%.

2.4 Discussão

A igualdade do período de ocupação entre as cultivares, pode estar associado ao ajuste da taxa de lotação animal e a altura de resíduo uniforme que as cultivares foram manejadas, o que possivelmente gerou um padrão de resposta fisiológica semelhante. O período de ocupação pode ter influenciado o período de descanso das cultivares. Em pastejo com mais de cinco dias, os animais apresentam preferência ao pastejo da rebrota das lamina foliares, fato que pode comprometer o período de descanso dos piquetes (Pedreira et al., 2009).

É sabido que as restrições hídricas chegam a comprometer as respostas morfológicas e fisiológicas das plantas forrageiras. Frente a essas condições climáticas, observou-se que ocorreu dois ciclos de pastejo na estação das águas e um ciclo na estação da seca. Nesse período, as forrageiras não conseguiram atingir a meta de altura de 40 cm estabelecida para o sistema de lotação intermitente, devido a estabilização do crescimento das forrageiras. Nesse caso, o efeito da frequência de pastejo mostrou-se condicionada à estação do ano. Sugere-se que o manejo do pastejo sob lotação intermitente em regiões com restrições hídricas seja feito observando as condições climática e estação do ano. Em 2013 nesta área experimental e em condições similares a desta pesquisa, foi observado período de ocupação e descanso médio para os capins Marandu e Piatã de 13,6 de 53,3 dias, respectivamente (Emerenciano Neto et al., 2013).

A maior produção de massa de forragem no pasto da cultivar Marandu frente a cultivar Paiaguás, se explica pela produção de lamina foliar. A produção de folhas da cultivar Marandu foi superior em 23,9% na estação das águas e 76,86% na estação da seca em relação a cultivar Paiaguás. Contudo, é possível afirmar que a massa de forragem da cultivar Paiaguás não foi limitante ao pastejo dos animais. Isso, porque atendeu aos requisitos de produção de forragem para as gramíneas tropicais de no mínimo 2000 kg/ha

de MS (Minson, 1990). A cultivar Paiaguás foi inferior as demais cultivares no quesito massa de forragem, porém ganha em valor nutritivo. Ressalta-se, que na estação da seca a cultivar Paiaguás mesmo com massa de forragem inferior as demais cultivares conseguiu manter a taxa de lotação animal equiparada as demais cultivares (Tabela 3).

Resultados semelhantes ao desta pesquisa foi constatado por Montagner et al. (2018), ao estudarem as cultivares Paiaguás e Piatã nas condições de Campo Grande. Os autores verificaram que os pastos da cultivar Piatã produziram mais massa de forragem (2690 kg/ha de MS) que os pastos da cultivar Paiaguás (2310 kg/ha de MS). Porém, observaram que os pastos da cultivar Paiaguás apresentaram forragem com maior porcentagem de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, menor fibra em detergente neutro e maior lignina em detergente ácido com médias de 66, 64 e 2,4 % respectivamente.

A similaridade na produção da massa de forragem entre as cultivares Marandu, Xaraés e Piatã, pode ter sido equilibrada pela menor produção de colmo da cultivar Xaraés e pela menor produção de material morto da cultivar Piatã. Pastagens com maior participação de folhas em relação a colmo e material morto apresentam estrutura mais adequada à apreensão de forragem pelos animais em pastejo, além de possuírem melhor valor nutritivo (Euclides et al., 2016). As cultivares avaliadas são produtivas e apresentam potencial para cultivo em regiões com restrições hídricas em períodos do ano sob sistema de lotação intermitente, apresentando bons resultados para a o acúmulo e taxa de acúmulo (Tabela 3). Resultados semelhantes ao desta pesquisa foram relatados por Emerenciano Neto et al. (2013) que encontraram para cultivar Piatã taxa de acúmulo de forragem de 46,1kg ha.dia em pasto manejado com 50 cm de altura durante o período das águas na mesma região de estudo. Na região do Mato Grosso do Sul, Nantes et al. (2013) avaliaram a cultivar Piatã em três altura de pastejo 15, 30 e 45 cm, e constataram valores para a taxa de acúmulo durante o verão com média de 48,4 kg ha. dia.

O pasto formado com a cultivar Xaraés apresentou maior produção de lâmina foliar na estação das águas. Essa produção foi equivalente a 33,89 % da produção de folhas da cultivar Paiaguás. Resultado que pode ser explicado pela característica inerente a esta cultivar em produzir especialmente folhas (Euclides et al., 2013). No entanto, com o incremento do déficit hídrico, observou-se que a produção de folhas das cultivares Xaraés e Paiaguás diminuíram em relação a produção na estação das águas. Provavelmente essas cultivares sejam menos responsivas em períodos com restrições hídricas (Figura 1 e 2).

A maior produção de folhas verificada no pasto da cultivar Xaraés na estação das águas resultou em melhor relação lâmina foliar/colmo (4,28:1) no pré-pastejo. Essa relação é desejável em condições de pastejo, por facilitar a seleção da dieta pelos animais (Fonseca et al., 2012). Principalmente quando o pastejo é realizado por ovinos, por serem animais que apresentam como característica a seletividade e por terem o hábito de romaneio. Rodrigues et al. (2008), ressaltam que gramíneas com alta relação folha/colmo pode apresentar melhor valor proteico da forragem, melhor digestibilidade e consumo. No pós-pastejo verificou-se que a relação lâmina foliar/colmo entre as cultivares obteve média geral de 0,33 na estação das águas e 0,27 na estação da seca. Esse resultado, pode estar relacionado com maior presença de colmo no resíduo de 20 cm.

No pré-pastejo, o aumento da densidade volumétrica da forragem observado nas cultivares Marandu e Piatã foi de 33,04 e 32,57 % respectivamente, na estação da seca, pode estar relacionada com a massa de forragem em conjunto com redução da altura do dossel que foi de 12,01% na cultivar Marandu e 11,41% na cultivar Paiaguás. A redução na altura do dossel das gramíneas forrageiras na estação da seca ocorreu devido à restrição hídrica (Figura 2). O crescimento da planta depende da disponibilidade de água no solo, pois os processos de expansão celular estão relacionados ao nível de água que a planta pode absorver (SANTOS et al., 2014). A baixa disponibilidade hídrica afeta negativamente o crescimento das plantas. O mesmo comportamento da densidade volumétrica da forragem nas cultivares foi observado no pós-pastejo. Emerenciano Neto et al. (2013) relatam padrões semelhantes ao desta pesquisa na mesma região ao avaliarem pastos de cultivares de Marandu e Piatã com alturas de 25 a 50 cm.

No pós-pastejo, a maior massa de forragem verificada nas cultivares na estação da seca, não necessariamente remete em forragem de melhor qualidade. Pois essa, foi composta pela maior porcentagem de material morto em aproximadamente 48,08% do total de massa de forragem produzida. Esse resultado pode ser atribuído ao déficit hídrico (Figura 2) ocorridos no segundo e terceiro ciclo de pastejo. E assim aumentou a proporção de material senescente no pasto e redução de lâmina foliares em todas as cultivares. A água é um dos fatores que mais restringe desenvolvimento da planta, sendo a principal causa da variação na produção de forragem ao longo das estações do ano (Silveira et al., 2013).

A maior percentual de proteína bruta observado nas frações folha e colmo nas cultivares no pré-pastejo durante a estação das águas, possivelmente seja pela maior produção de folhas e pela adubação nitrogenada aplicada. A folha representa parte

substancial do tecido fotossintético ativo e garante a produção de assimilados da planta (Taiz & Zeiger, 2010). Após a aplicação da adubação nitrogenada o teor de proteína na planta se eleva, devido ao incremento de componentes nitrogenados, com diminuição compensatória de componentes não nitrogenados (Melo et al., 2015). Na estação da seca, o teor de proteína das folhas das gramíneas sofreu redução com média geral de 7,88%, valor considerado baixo, porém dentro do limite que atende a necessidade de manutenção do metabolismo basal dos ruminantes (Kozloski, 2019). Essa redução se deve provavelmente, ao estágio de maturidade da planta e ao efeito de diluição do conteúdo de proteína bruta na matéria seca (Andrade et al., 2004). A média geral da proteína no colmo das gramíneas foi semelhante ao encontrado por Euclides et al. (2009) para as cultivares Marandu e Piatã com médias de 4,7 e 4,6%, respectivamente.

Esses resultados, aliados aos observados nos teores de fibra e digestibilidade, indicam que o consumo dos animais não foi comprometido. Os teores de fibra ficaram acima do preconizado por Van Soest, (1965), no entanto, a qualidade da fibra e da lignina proporcionou boa digestibilidade da matéria orgânica (Tabela 3). Resultados condizentes com os dessa pesquisa foram reportados por (Euclides et al., 2009; Montagner et al., 2018) para essas mesmas gramíneas na região Centro Oeste do país. Segundo Deinum et al. (1996) em condições de alta luminosidade, os maiores teores de fibra em detergente neutro, podem ser associados à maior produção de tecidos esclerenquimático cujas células apresentam paredes mais espessas do que em condições de menor luminosidade.

Em resposta a maior massa de forragem em pré-pastejo na estação das águas, a taxa de lotação animal foi maior em relação a estação da seca. Com a maior massa de forragem nos piquetes houve a necessidade de usar maior número de ovinos (animais de ajuste) nas pastagens das cultivares Marandu e Piatã para garantir o rebaixamento do dossel dentro do período de ocupação dos piquetes. Porém, o ganho médio diário na cultivar com maior taxa de lotação foi inferior as demais, ou seja obteve-se ganho em taxa de lotação e perda em ganho por animal.

2.5 Conclusão

Em área com restrição hídrica as cultivares Marandu, Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás se mostram produtivas e adequadas para cultivo. No entanto, as cultivares Marandu e Xaraés se mostraram mais suseptíveis as condições de restrições hidricas e sobressaíram-se pela produção de massa de forragem. Essas destacam-se como alternativa para a criação de ovinos em sistema intermitente.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pelo financiamento do projeto de pesquisa e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de pesquisa.

2.6 Referências

- DIAS-FILHO, M. B; F, N.J. As pastagens e o meio ambiente. cap.7. Researchgate. Edição do autor, p. 93, 2013.
- EMERENCIANO NETO, J. V; DIFANTE, G. S; MONTAGNER, D. B; SILVA BEZERRA, M. G; GALVÃO, R. C. P; VASCONCELOS, R. I. G. Características estruturais do dossel e acúmulo de forragem em gramíneas tropicais, sob lotação intermitente e pastejada por ovinos. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 962-973, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA-CNPS, 3ed., p. 353, 2013.
- EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B. DIFANTE, G. S.;
- BARBOSA, R. A.; CACERE, E. R. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, n. 1, p. 98-106, 2009.
- EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A et al. Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás and BRS Piatã). Revista Brasileira de Zootecnia. v.5 n. 3, p.85-92, 2016.
- EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B; VALLE, C.B.; NANTES, N.N. Animal performance and productivity of a new cultivar of *Brachiaria brizantha*. In: 22nd International Grassland Congress, 2013, Sydney. Proceedings of the 22nd International Grassland Congress. Orange: New South Wales Department of Primary Industry, p. 262-263, 2013.
- EUCLIDES, V.P.B; MANTAGNER, D. B, BARBOSA, R.R; NANTES, N. N. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. Revista Ceres Viçosa, v. 61, p. 808-818, 2014.
- EUCLIDES, V.P.B; MANTAGNER, D. B; ARAÚJO, A. R; DIFANTE, G.S; MACEDO, M. C; BARBOSA, R.A. Grazing intensity affects forage accumulation and persistence of Marandu palisadegrass in the Brazilian savannah. Grass Forage Science. p.1-13, 2019.

Fonseca L, Mezzalira JC, Bremm C, Gonda HL, Carvalho PDF (2012) Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in Sorghum bicolor. *Livestock Science* 145, 205–211, 2012.

GOBBI, K.F; LUGÃO, S. M. B; BETT, V; ABRAHÃO, J. J. S; TACAIAMA, A. A. K. Massa de forragem e características morfológicas de gramíneas do Gênero *Brachiaria* na região do arenito Caiuá/PR. *Boletim indústria Animal.*, Nova Odessa, v.75, p.1-9, 2018.

HODGSON, J. *Grazing management: science into practice*. Hong Kong: Longman, p.203, 1990.

INMET, 2015 – INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <www.inmet.gov.br> Acesso em: 01 ago. 2015.

KOZLOSKI, G. V. *Bioquímica de ruminantes*. 3ª ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, p.216, 2019.

LIMA, C.L.D; DIFANTE, G.S; BAROSSO, K.C; EMERENCIANO NETO, J. V; MONTAGNER, D.B; VASCONCELOS, R.I.G; TRINDADE, T.F.M; VERAS, E.L.L. canopy structure and tillering of Piatã and Marandu Grasses under two grazing intensities with sheep. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 33, n. 1, p. 135-142, 2017.

LIRA, A.B.; GONZAGA NETO, S.; SOUZA, W.H ET et al. Desempenho e características de carcaça de dois biótipos de ovinos da raça Santa Inês terminados a pasto suplementados com blocos multinutricionais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. v.18, n.2, p.313-326, 2017.

MARTEN, G.C.; SHENK, J.S.; BARTON II, F.E. Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS), analysis quality. Washington: USDA, 1985. p.110 (*Agriculture Handbook*, 643), 1985.

MELO, J. C; ALEXANDRINO, E; PAULA NETO, J. J; SILVA, A. A. M; NEIVA, J.N.M; REZENDE, J. M. Preferência de forragem de Capim-Marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) manejado sob lotação intermitente e submetido à doses de nitrogênio na Amazônia legal. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2713-2726, 2015.

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

MONTAGNER, D.B; ARAÚJO, A.R; EUCLIDES, V. P. B; MACEDO, M.C; ZIMMER, A.H; ANDRADE, R.A.S. Potencial produtivo dos capins BRS Piatã e BRS Paiaguás em sistema de integração lavoura-pecuária. *Embrapa Gado de Corte*, MS, 2018.

NANTES. N.N.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNE, D. D.; et al. Desempenho animal e características de pastos de capim-Piatã submetidos a diferentes intensidades de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. V. 48, n. 1, p.114-121, 2013.

NRC, National Research Council. *Nutrients requirements of sheep*. Washington: National Academies Press, p.362, 2007.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.618-625, 2009.

PINTO, J.C; GOMIDE, J.A; MAESTRI, M. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.23, n.3, p.327-332, 1994

SILVEIRA, M.C.T. et al. Herbage accumulation and grazing losses on mulato grass subjected to strategies of rotacional stocking management. *Scientia Agricola*. Piracicaba, v. 70, p. 242- 249, 2013.

VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; et al. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40 n.11, 2011.

VALLE, C. B; RESENDE, R. M.S; JANK, L. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. *Revista Ceres*, v. 56, n.4, p. 460-472, 2009.

VAN SOEST, P.J. Voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. *J. Anim. Sci.*, v.24, p.834-844, 1965.

Taiz, L.; Zeiger, E. *Plant physiology*. 5.ed. Sunderland: Sunauer Associates, p.782, 2010.

ZIMMER, A.H; MACEDO, M.C.M; KICHEL, A. N; ALMEIDA, R.G. Degradação, recuperação e renovação de pastagens. Embrapa, Brasília-DF, 2012.

2.7 Lista de Figuras

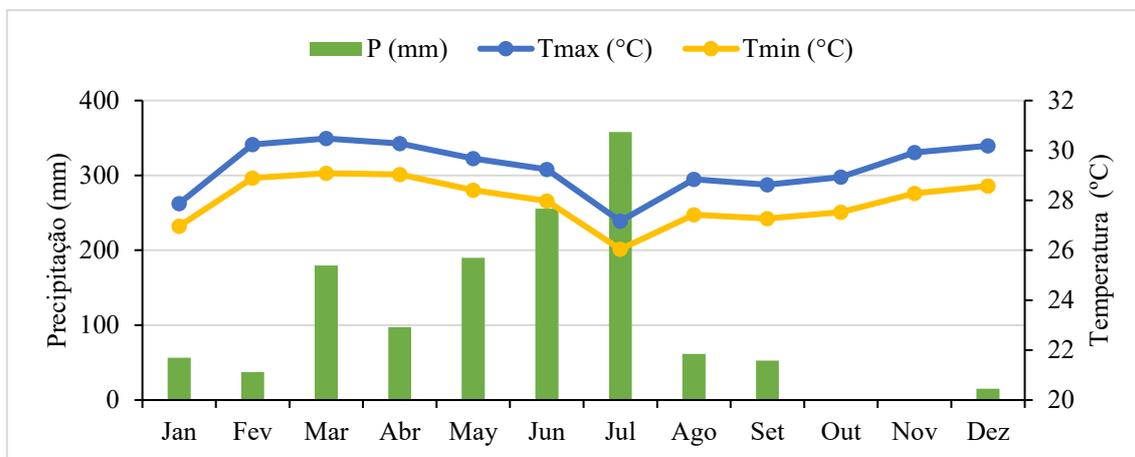


Figura 1. Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima durante o período experimental

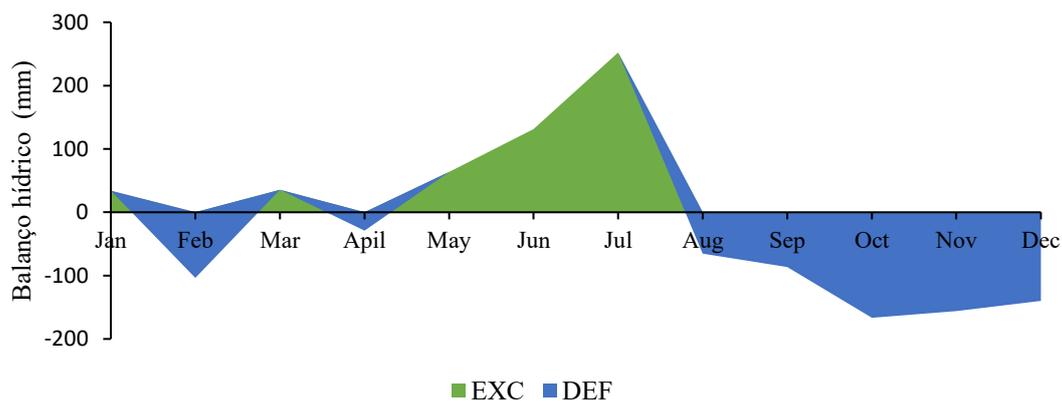


Figura 2. Balanço hídrico mensal durante o período experimental

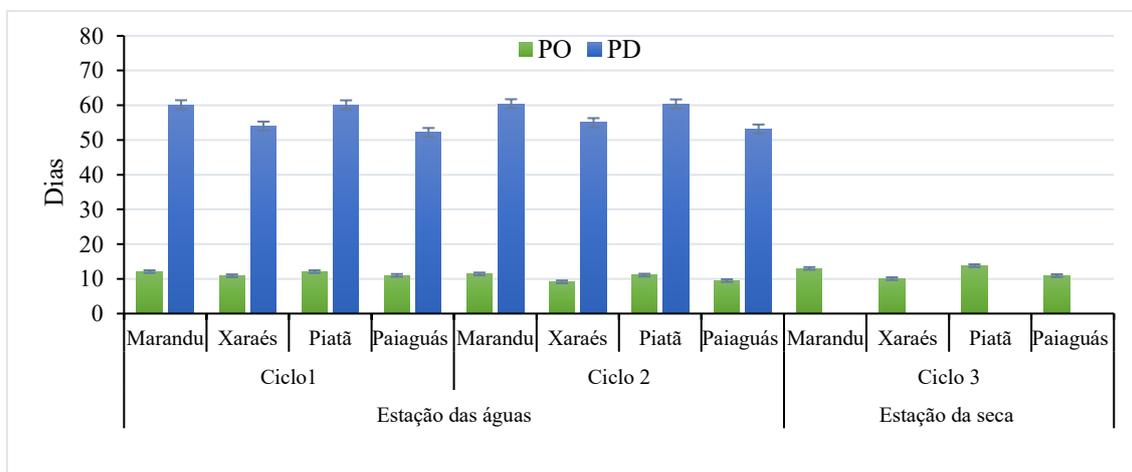


Figura 3. Período de ocupação (PO) e período de descanso (PD) de cultivares de *U. brizantha* sob pastejo intermitente nas duas estações do ano

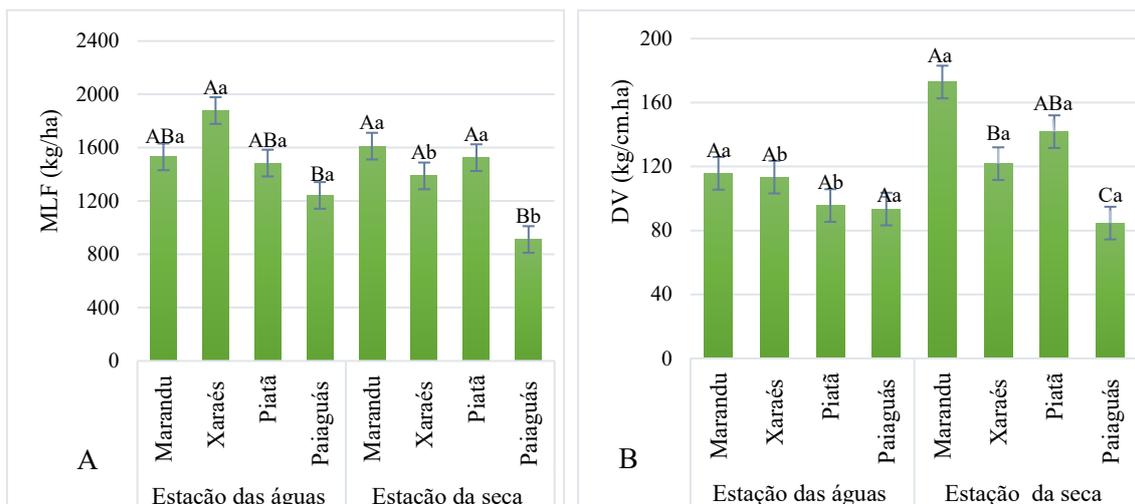


Figura 4. Médias e erro padrão da interação cultivares \times estação do ano da MLF- massa de lâmina foliar (A) e DV- densidade volumétrica da forragem (B) de cultivares de *U. brizantha* no pré-pastejo em sistema de pastejo intermitente. Médias seguidas de letras maiúsculas diferem entre tratamento dentro das estações e letras minúsculas diferem entre estação dentro de cultivar, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

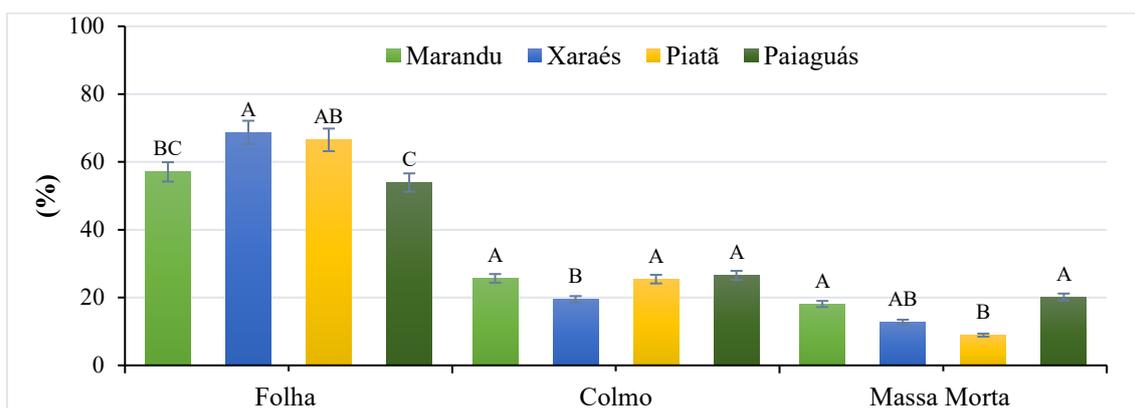


Figura 5. Efeito médio geral e erro padrão da porcentagem dos componentes morfológicos de cultivares de *U. brizantha* no pré-pastejo em sistema de pastejo intermitente. Médias seguidas de letras distintas diferem entre cultivares pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

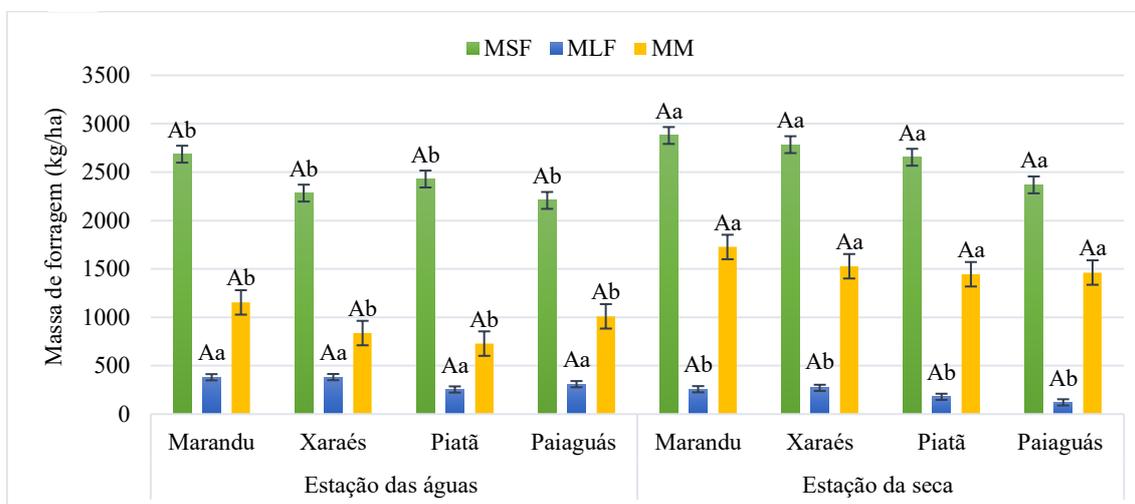


Figura 6. Médias de tratamentos e erro padrão de variáveis estruturais do dossel das cultivares de *U. brizantha* no pós-pastejo

pastejo em duas estações do ano em sistema de pastejo intermitente. MSF-massa seca de forragem, MLF-massa de lâmina foliar, MM-massa de material morto. Médias seguidas de letras maiúsculas diferem entre cultivares dentro da estação e letras minúsculas diferem entre estação dentro da cultivar, pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

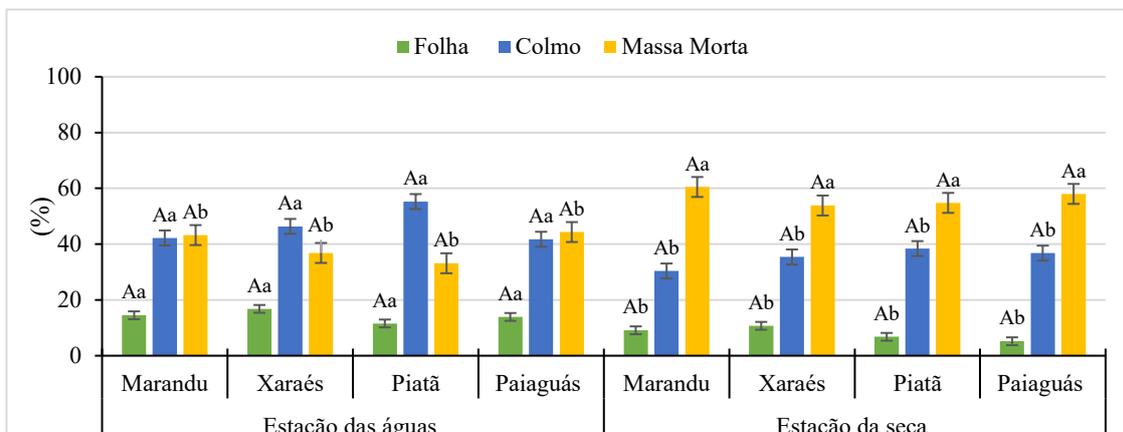


Figura 7. Efeito médio geral e erro padrão das porcentagens dos componentes morfológicos das cultivares de *U. brizantha* no pós-pastejo em duas estações do ano em pastejo intermitente. Médias seguidas de letras maiúsculas diferem entre cultivares para as duas estações e letras minúsculas diferem entre estação para as cultivares, pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

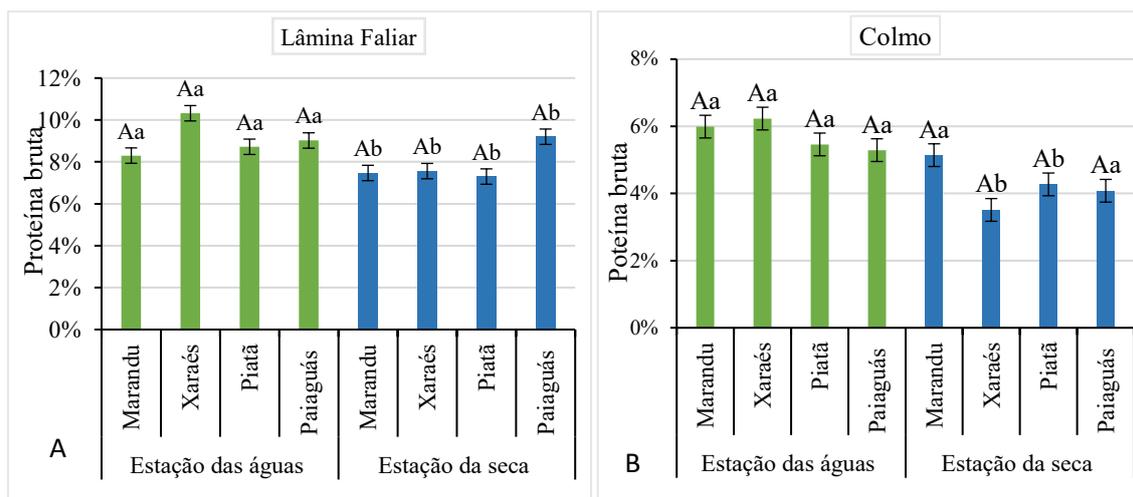


Figura 8. Médias gerais e erro padrão das porcentagens de proteína bruta da lâmina foliar e colmo (A e B) das cultivares de *U. brizantha* no pré-pastejo em duas estações do ano submetidos a estratégias de pastejo intermitente. Médias seguidas de letras maiúsculas diferem entre cultivares dentro da estação e médias seguidas de letras minúsculas diferem entre estação pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

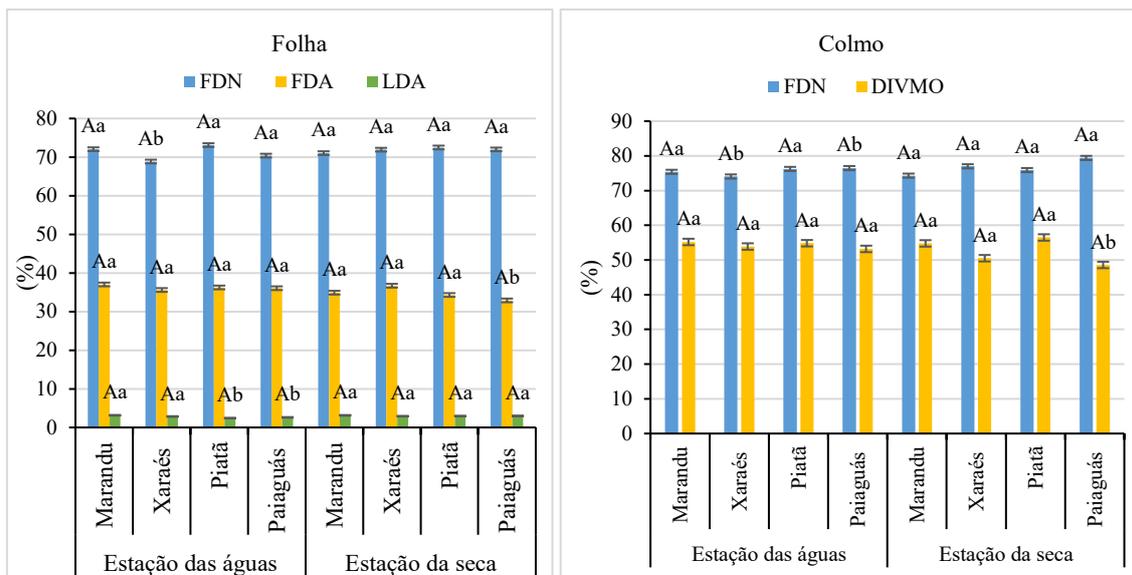


Figura 9. Médias e erro padrão da interação cultivares \times estação do ano, da composição química da lâmina foliar (A) e do colmo (B) no pré-pastejo em pastejo intermitente. Médias seguidas de letras maiúsculas diferem entre cultivar dentro das estações e letras minúsculas diferem entre estação dentro de cultivar, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

CAPÍTULO 3 - COMPORTAMENTO INGESTIVO E DESEMPENHO DE CORDEIROS EM PASTOS DE CULTIVARES DE *UROCHLOA BRIZANTHA* SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE EM ÁREAS DE RESTRIÇÕES HÍDRICAS

3.1 Resumo

A ovinocultura é uma das principais atividades explorada de forma econômica em todos os continentes, nos mais diversos tipos de clima, solo, e vegetação, por trazer rápido retorno financeiro. Nesta pesquisa, avaliou-se o comportamento ingestivo, desempenho e o consumo voluntário de matéria seca ovinos de corte em pastos com cultivares de *Urochloa brizantha* sob lotação intermitente em áreas de restrições hídricas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com fatorial 4 x 2. Os tratamentos constituíram-se de quatro cultivares: Marandu, Xaraés, BRS Piatã e BRS Paiaguás e 24 ovinos machos e 24 fêmeas e duas estações de avaliação: água e seca. Foram utilizados seis animais (repetições) para cada cultivar e outros 24 ovinos como reguladores para ajuste da taxa de lotação. Houve efeito ($P < 0,05$) de cultivares para o peso final dos ovinos, os maiores ganhos de peso foram observados nos ovinos das cultivares Marandu e Piatã com médias de 34,69 e 34,52 kg, respectivamente. Verificou-se efeito ($P < 0,05$) da interação cultivares \times estação do ano para o ganho de peso vivo individual, ganho de peso vivo por hectare e taxa de lotação, sendo os melhores resultados observados nos animais das cultivares Marandu e Piatã (7,66 e 8,03 kg; 642,07 e 602,59 kg/ha; 21,04 e 20,25 UA/ha, respectivamente). A conversão alimentar dos ovinos na cultivar Piatã foi superior em 29,71% em relação a conversão na estação das águas. Observou-se efeito ($P < 0,05$) de interação cultivar \times dia de ocupação para o tempo de pastejo e taxa de bocados. Os ovinos em pastejo nas cultivares Marandu e Piatã apresentaram melhor desempenho e comportamento ingestivo comparativamente às cultivares Xaraés e Paiaguás, sendo consideradas as mais indicadas para regiões com restrição hídrica sob sistema de pastejo intermitente.

Palavras-Chave: conversão alimentar, ganho de peso, manejo de pastagem, produção animal, pequenos ruminantes.

3.2 Introdução

A produção de ovinos possui notável crescimento em todas as regiões do Brasil com aproximadamente 17,9 milhões de animais (IBGE, 2017). A ampla difusão da ovinocultura é decorrente das características de adaptação dos animais às diferentes condições de climas, relevos e vegetações (Carvalho et al., 2016). A produção de ovinos em pastagens com gramínea tropicais é considerado viável economicamente. As gramíneas fornecem substratos energéticos de baixo custo, principalmente carboidratos não fibrosos (Velásquez et al., 2010). No entanto, essa viabilidade só será atingida se as pastagens forem bem manejadas e cultivadas em condições favoráveis ao seu desenvolvimento. A sazonalidade de produção de forragem em regiões com restrições hídricas é o principal gargalo na produção de ovinos. Contudo, o uso de gramíneas forrageiras resistentes e adaptadas a essas condições contribuirão para o aporte forrageiro e a sustentabilidade da produção animal.

Em pastagens, a produtividade animal é definida pelo consumo, conversão alimentar e pela taxa de lotação, as quais são dependentes do valor nutritivo e da taxa de acúmulo de forragem (Carvalho et al., 2016). Porém, o desempenho animal em pastagem depende da habilidade destes, em colher os nutrientes de forma efetiva do pasto. Essa habilidade é influenciada pela quantidade e qualidade das gramíneas forrageiras e pela própria genética do animal (Lima et al., 2017). A produção e qualidade das gramíneas forrageiras é dependente das emissões contínuas de folhas e perfilhos (Euclides et al., 2016). O manejo adequado da estrutura do dossel pela meta de altura contribui para o processo de reestabelecimento da área foliar pós-pastejo, das reservas orgânicas e do valor nutritivo das forrageiras (Mantagner et al., 2018).

As respostas dos animais às diferentes condições de pastagens em distintas regiões do País, podem ser melhor compreendidas se monitorado o consumo em conjunto com o comportamento ingestivo dos animais (Gomes et al., 2017). Entretanto, essas avaliações ainda são de difícil execução, se considerado o grande número de fatores atuantes no controle do mesmo e as limitações impostas pelas metodologias utilizadas, principalmente em condições de pastejo. Pesquisas dessa natureza com ovinos em pastejo ainda são escassas, principalmente em gramíneas tropicais. Dessa forma, objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo, o desempenho e o consumo voluntário de matéria seca por cordeiros em pastos de cultivares de *Urochloa brizantha* sob lotação intermitente em áreas de restrições hídricas.

3.3 Material e métodos

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Campus Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil, sob as coordenadas latitude 5° 51' 30" S e longitude 35° 21' 14" W, a 11 metros de altitude ao nível do mar. O clima da região é do tipo subúmido seco (Thornthwaite,1948). A precipitação histórica média anual é de 1048 mm e evapotranspiração potencial média acumulada anual de 1472 mm. Os dados de temperatura da área experimental foram obtidos através de banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (IMET, 2017) e os de precipitação por pluviômetro do tipo Ville de Paris em aço inox, instalado no local do experimento (Figura 1). Os dados de temperatura e precipitação foram utilizados para o cálculo do balanço hídrico mensal (Thornthwaite e Mather, 1955) durante o período experimental (Figura 2).

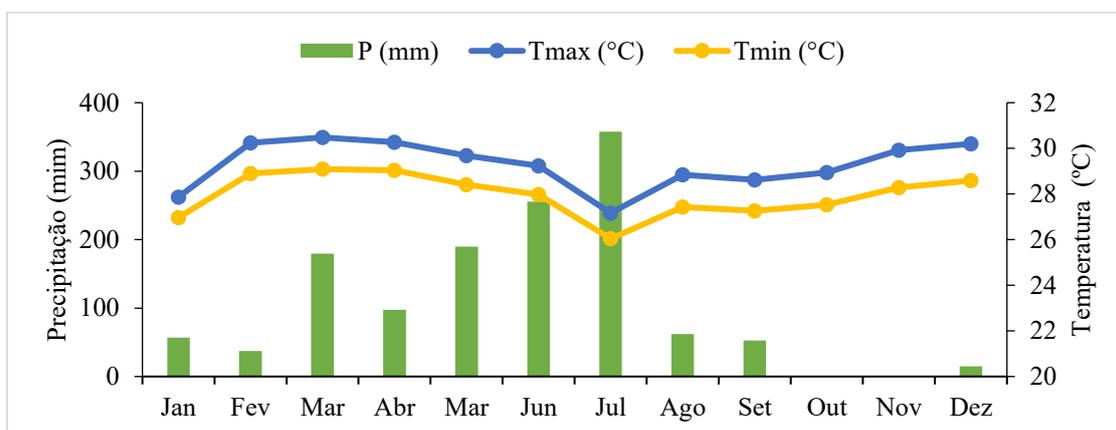


Figura 1 -Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima durante o período experimental

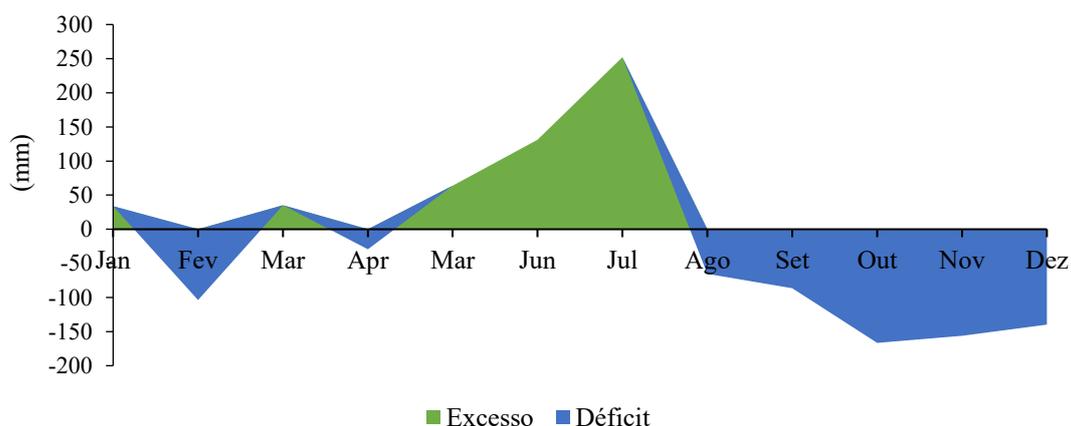


Figura 2 -Balanço hídrico mensal da área durante o período experimental

O período experimental teve duração de 300 dias, estendendo-se da estação das águas a estação da seca. O solo da área experimental é classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2013). Em toda a área, antes do início do experimento foi

realizado coleta de solo nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm para análise e correções de acordo com os dados apresentados a seguir. As análises da fertilidade foram realizadas pelo laboratório de solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). As características químicas do solo nas respectivas profundidades foram: pH = 6,03 e 5,55; P = 10,0 e 6,62 mg/dm³; K⁺ = 46,03 e 31,0 mg/dm³; Na⁺ = 16,14 e 13,75 mg/dm³; Ca²⁺ = 1,20 e 4,23 cmol_c/dm³; Mg²⁺ = 0,78 e 2,62 cmol_c/dm³; H + Al = 1,37 e 1,14 cmol_c/dm³; Al³⁺ = 0,02 e 0,03 cmol_c/dm³ e carbono no solo = 0,83 e 0,45 %.

Com base nos resultados das análises foram aplicados 450 kg /ha⁻¹ de calcário para aumentar a saturação para 60%, 80 kg/ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples e 50 kg/ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio. Posteriormente foram realizadas adubações nitrogenadas de cobertura, aplicando-se 200 kg/ha⁻¹/ano de N na forma de ureia, parcelada em quatro vezes de 50kg/ha⁻¹. Esse procedimento ocorreu nos meses de março, maio, julho e setembro.

A área experimental de 2,88 hectares foi dividida em oito parcelas de 0,36 hectare, cada parcela foi subdividida em seis piquetes de 0,06 hectare. Mantida permanentemente livre de plantas daninhas e realizado o controle de plantas invasoras durante todo o período de avaliação. Os piquetes dispunham de bebedouros, saleiros e acesso à área de descanso de forma livre para os animais. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com fatoria 4 x 2. Sendo avaliado o efeito de quatro cultivares de *Urochloa brizantha* (Marandu, Xaraés, Piatã e Paiaguás) e duas estações de ano (água e seca) com seis animais por tratamento (repetições). Os procedimentos com os animais foram aprovados pelo Comitê de Ética de Uso do Animal da UFRN, sob o protocolo 048/2016. As cultivares já estavam implantadas na área experimental desde o ano de 2015. Todas as cultivares foram manejadas pelo método de pastejo sob lotação intermitente.

Foram utilizados 24 cordeiros (12 machas e 12 fêmeas) da raça Santa Inês com idade inicial de 90 dias e peso vivo médio de 19,04 ± 0,96 kg. Foram distribuídos seis ovinos por cultivar, sendo três macho e três fêmeas. Além dos seis animais testes, foram utilizados animais reguladores para ajuste da taxa de lotação sempre que necessário. Os ovinos foram identificados com brincos plásticos numerados e colares com cores diferentes para cada tratamento. Todos os animais foram tratados com anti-helmínticos no início do experimento e conforme a necessidade de controle identificado, pelo método Famacha (Abrão et al., 2010).

Os animais permaneciam na pastagem no período das 7 às 17 horas, posteriormente eram recolhidos para o galpão próximo a área experimental, devido aos possíveis ataques noturnos por cães. A taxa de lotação foi ajustada estimando-se a massa de forragem dos piquetes, mediante coleta de seis amostras no pré-pastejo, utilizando-se uma moldura de 1m², padronizando-se o corte na altura de 20 cm pós-pastejo. A massa de forragem nas condições de pré-pastejo foram estimadas pelo corte da forragem contida no interior de seis áreas representativas. A massa e a composição química dos componentes das cultivares foram estimadas para caracterização da forragem nas duas estações do ano (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização da produção de forragem e a composição química das cultivares de *Urochloa brizantha*

Variáveis (kg/ha)	Cultivares							
	Estação das águas				Estação da seca			
	Marandu	Xaraés	Piatã	Paiaguás	Marandu	Xaraés	Piatã	Paiaguás
Altura (cm)	42,85	43,49	42,65	42,56	37,7	38,65	37,78	38,8
MSF	2643,84	2603,31	2268,58	2043,95	2991,63	2223,67	2462,32	2036,42
MLF	1531,11	1878,34	1484,43	1241,81	1611,44	1388,23	1525,25	911,12
MC	795,98	506,44	622,40	658,19	633,18	465,55	631,72	507,43
MM	325,06	249,74	156,79	200,46	747,0	396,69	256,22	649,19
Composição química da forragem (% da matéria seca)								
Lâmina foliar								
PB	8,30	10,32	8,72	9,02	7,47	7,56	7,30	9,20
FDN	72,05	68,86	73,11	70,39	71,03	71,93	72,5	72,0
FDA	37,03	35,60	36,25	36,06	34,9	36,7	34,3	32,9
LDA	3,19	2,84	2,43	2,61	3,14	2,92	2,96	2,98
DIVMO	58,10	58,49	58,11	60,43	57,40	56,05	59,39	62,78
Colmo								
PB	5,99	6,23	5,45	5,29	5,13	3,51	4,26	4,07
FDN	75,40	74,06	76,23	76,48	74,3	77,0	75,9	79,4
FDA	41,6	42,2	41,5	43,7	38,7	43,5	39,8	44,6
LDA	3,87	3,78	3,40	4,05	3,9	4,50	3,82	5,0
DIVMO	55,19	53,88	58,83	53,19	54,78	50,51	56,49	48,57

MSF-massa seca de forragem, MC-massa de colmo; MM-material morto, FDN- fibra em detergente neutro, FDA- fibra em detergente ácido e LDA-lignina em detergente ácido, DIVMO-digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica.

Os animais receberam suplementação diariamente, o equivalente a 0,5% do peso corporal com base na matéria natural, estimado segundo recomendações do NRC, (2007) para ganhos de 150g/dia. O concentrado continha na sua formulação 30,54 %, de farelo de soja, 63,75% de milho em grão moído, 2,28 % de ureia pecuária e 3,43% de ovinofós com monensina. O milho e o farelo de soja apresentaram a seguinte composição química em porcentagem da matéria seca: 8,08 e 44,28% de proteína bruta, 35,18 e 48,35% de

fibra em detergente neutro, 7,21 e 15,50% de fibra em detergente ácido e 3,7 e 1,6% de lignina respectivamente.

O acompanhamento do peso corporal dos animais foi feito por meio de pesagens em balança digital a cada sete dias, com os animais em jejum prévio de 12 horas de sólidos. O ganho de peso médio diário foi calculado pela diferença do peso dos animais dividida pelo número de dias entre pesagens. O ganho médio diário foi obtido pela diferença entre o peso médio final e o peso inicial dos animais-teste, dividido pelo número de dias entre as pesagens. A taxa de lotação foi obtida pela soma do peso médio dos animais-teste acrescida do peso médio dos animais reguladores e multiplicada pelo número de dias que permaneceram em cada piquete das cultivares de acordo com Petersen & Lucas Jr. (1968). O ganho de peso animal por hectare (kg/ha/dia) foi obtido multiplicando-se o ganho médio diário dos animais-teste pelo número de animais mantidos por hectare em cada estação do ano. O ganho de peso total foi calculado pelo somatório dos ganhos de peso por hectare e de todas as estações.

O consumo voluntário de matéria seca foi estimado em duas estações do ano: água e seca. Para estimar a excreção fecal foi utilizado o dióxido de titânio (TiO_2) como indicador externo. O TiO_2 foi administrado por via oral, na dosagem diária de 2,5g/animal/dia fornecida fracionada em 1,25g/animal/dia pela manhã e a tarde, durante 14 dias, com oito dias de adaptação e seis de coleta. A coleta de fezes foi realizada a partir do oitavo dia, após fornecimento do TiO_2 . As coletas foram realizadas no mesmo horário do fornecimento das cápsulas. Ao final do período de coleta das fezes, foi feita amostragem composta (*pool*) das fezes de cada animal. As amostras foram secas em estufa de circulação forçada a 55°C até peso constante e moídas no tamanho de 1 mm para posterior análise da concentração de TiO_2 . A determinação do TiO_2 foi feita por espectroscopia no ultra violeta, utilizando o aparelho modelo Watson Galaxy, séries FT-IR 3000 a 410nm, segundo Myers, (2006).

A fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) foi usada como indicador interno para estimar o consumo do pasto. A concentração do FDAi nas amostras dos pastejos e de fezes foram determinados pela incubação *in situ* em sacos de TNT, no rúmen de bovinos por 264h para FDAi, conforme descrito por (Valente et al., 2011). Em seguida foram lavadas com água corrente e analisadas quanto ao teor fibra em detergente ácido (FDAi), como descrito por Silva & Queiroz (2002). A produção fecal foi estimada da seguinte forma: $\text{PF}_{(g)} = \text{Consumo do indicador}_{(g)} / \% \text{ Indicador nas fezes}$. O consumo de matéria seca do pasto foi estimado da seguinte forma: $\text{CMS total} = [(\text{EF} * \text{CIFz}) / \text{CIFor}]$

+ CMSPF, em que: CMS = consumo de MS (g/dia); EF = excreção fecal (g/dia); CIFz = concentração de FDAi nas fezes (g/g); CMSPF = consumo de MS de produção fecal estimado (g/dia); e CIFor = concentração de FDAi na forragem (g/g). A estimativa do consumo individual de suplemento foi obtida dividindo a quantidade total de suplemento ofertada pelo número de animais. A digestibilidade aparente da matéria seca (MS) foi obtida como: $Dap\ MS = ((\text{Ing de MS} - \text{Exc de MS}) / \text{Ing de MS}) \times 100$. Onde: Dap: digestibilidade aparente; Ing: ingestão da matéria seca (g/dia); Exc: excreção de matéria seca (g/dia).

A avaliação do comportamento ingestivo dos animais foi realizada em duas estações do ano, logo após os ensaios da estimativa de consumo. Foram feitas observações a cada 10 minutos conforme metodologia de Silva et al. (2007), por um período de 48 horas, divididas em duas condições de pastejo: primeiro e segundo dia de ocupação dos piquetes. No primeiro dia de ocupação os animais pastejaram nos piquetes que estavam com a meta de 40 cm de altura pré-pastejo e no segundo dia de ocupação, os animais pastejaram nos piquetes com altura do dossel próxima a meta de 20 cm pós-pastejo. Os animais foram avaliados quanto as atividades contínuas: tempo de pastejo, ruminação, ócio e taxa de bocado. Para a taxa de bocados contabilizou-se o tempo em minutos em que o animal realizou 20 bocados, fazendo-se a conversão para a unidade bocados/minuto, de acordo com metodologia de Hodgson (1985). Os animais foram avaliados visualmente durante o dia no pasto e no galpão durante a noite, por observadores treinados, sendo designado um avaliador para três animais.

Foi realizada análise de variância (ANOVA) para todos os dados por modelos lineares generalizados considerando no modelo estatístico como os efeitos de cultivares e estações do ano como fixos, conforme os modelos a seguir: Para os dados de desempenho segue o modelo: $Y_{ijk} = \mu + C_i + e_{ik} + E_j + (C*E)_{ij} + \alpha_{ijk}$. Onde: Y_{ijk} = observação para o animal k, na cultivar i, estação j; μ = média geral; C_i = efeito da cultivar i (Marandu, Xaraés, Piatã e Paiaguás); e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação na parcela, E_j = efeito da estação j (água ou seca); $(C*E)_{ij}$ = efeito da interação entre estação com a cultivar, e α_{ij} = erro aleatório atribuído à subparcela. Para os dados de comportamento o modelo estatístico é análogo o de desempenho, porém substituindo estação por dia.

Para os dados do comportamento ingestivo considerou-se no modelo estatístico misto como os efeitos fixos de cultivares e dia e horário do dia como aleatório conforme o modelo: $Y_{ijkl} = \mu + C_i + e_{il} + D_j + (C*D)_{ij} + \alpha_{ijl} + H_k + \text{interações} + \Omega_{ijkl}$. Onde: Y_{ijkl} =

observação para o animal l , na cultivar i , dia j , na hora k ; μ = média geral; C_i = efeito da cultivar i (Marandu, Xaraés, Piatã e Paiaguás); e_{il} = erro aleatório associado a cada observação na parcela, D_j = efeito do dia j (primeiro e segundo dia); $(C*D)_{ij}$ = efeito da interação entre dia e cultivar, e α_{ijl} = erro aleatório atribuído à subparcela, H_k = efeito aleatório de hora do dia, Ω_{ijkl} = erro aleatório atribuído à sub-subparcela. Para comparação de médias de tratamentos utilizou-se o teste de Tukey, admitindo-se taxa de erro máxima de 0,5. Os pressupostos estatísticos distribuição de probabilidade normal e homocedasticidade foram avaliadas pelos métodos de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. As análises estatísticas foram realizadas pelo software R Core Team (2019).

3.4 Resultados e discussão

Observou-se efeito de interação cultivar \times estação do ano ($P < 0,05$) para consumo total, consumo de forragem, conversão alimentar e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tabela 2).

Tabela 2- Médias e erro padrão da interação cultivares \times estação do ano para as variáveis de consumo de ovinos em pastos de cultivares de *Urochloa brizantha* submetidas a estratégias de pastejo intermitente

Variáveis	Estações do ano							
	Água				Seca			
	Cultivares (<i>Urochloa brizantha</i>)							
	Marandu	Xaraés	Piatã	Paiaguás	Marandu	Xaraés	Piatã	Paiaguás
CMST	536,3Aa (11,7)	466,5Ba (10,68)	480,3Bb (10,68)	460,9Bb (10,68)	541,4Aa (10,68)	461,9Ba (10,68)	515,0Aa (10,68)	520,0Aa (10,68)
CMSF	375,8Aa (0,004)	335,3ABa (0,014)	341,3Ba (0,002)	330,3Bb (0,004)	356,8Aa (0,007)	312,2Aa (0,014)	343,8Aa (0,010)	359,8Ba (0,005)
CA	3,21Aa (0,25)	3,18Aa (0,23)	2,76Ab (0,23)	3,35Aa (0,23)	3,27ABa (0,23)	2,85Ba (0,23)	3,58Aa (0,23)	3,09ABa (0,23)
DIVMS	49,7Ba (1,31)	57,1Aa (1,20)	50,8Ba (1,20)	50,9Ba (1,20)	50,8Aa (1,20)	50,4Ab (1,20)	48,4ABb (1,20)	49,9Aa (1,20)

CMST- Consumo de matéria seca total (g/dia), CMSF- Consumo de matéria seca de forragem (g/dia), CA- conversão alimentar (kg/kg), DIVMS- digestibilidade *in vitro* da matéria seca (%). Médias seguidas de letras maiúscula na linha diferem entre cultivares dentro da estação e letras minúscula na linha diferem entre estação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na estação das águas o consumo de matéria seca total (CMST g/dia) dos animais na cultivar Marandu foi superior em aproximadamente 15, 11,65 e 16,35 % em relação ao consumo dos animais nas cultivares Xaraés, Piatã e Paiaguás respectivamente. Na estação da seca, verificou-se que o consumo dos ovinos nas cultivares Piatã e Paiaguás foi superior em 7,22 e 12,96%, respectivamente, em relação a estação das águas. Esse resultado pode estar associado ao ganho de peso dos animais. O consumo de alimentos é

uma resposta a demanda nutricional do animal e de fatores físicos e químicos oriundos da interação alimento com o organismo animal (Van Soest, 1994).

O consumo de matéria seca de forragem (CMSF g/dia) dos ovinos na estação das águas foi maior nas cultivares Marandu e Piatã (Tabela 2). Na estação da seca, o maior consumo dos ovinos foi na cultivar Paiguás. Esse consumo foi equivalente a 8,93% em relação a estação das águas. O peso dos ovinos na cultivar Paiguás na estação da seca foi superior a estação das águas em aproximadamente 25,43%, o que provavelmente pode ter contribuído para o maior consumo. Por outro lado, a aceitabilidade antes pensada como uma característica do alimento, agora é vista individualmente como função do animal, nascendo estes com preferências e aversões inatas por determinados alimentos (Miotto et al., 2012). Animais de uma mesma espécie, mesmo contemporâneos, podem comportar-se de forma diferente (Souza et al., 2018). Durante o período experimental foi observado que animais de pesos semelhantes e recebendo a mesma suplementação, apresentaram comportamentos diferenciados de consumo de forragem. Ressalta-se que o valor nutricional das gramíneas e a altura do dossel foram semelhantes.

Para a conversão alimentar, foi observado que na estação das águas não houve diferença entre os animais nas cultivares. Esse resultado contrasta com os observados para o consumo e a digestibilidade *in vitro* das gramíneas na estação das águas. Isso porque não houve diferença no consumo entre as estações. Contudo, na estação da seca os ovinos mantidos na cultivar Piatã apresentaram maior conversão (Tabela 2). A conversão alimentar dos ovinos na cultivar Piatã foi superior em 29,71% em relação a conversão na estação das águas.

A maior digestibilidade *in vitro* da matéria seca das gramíneas observada na estação das águas (Tabela 2) pode ser explicada pela maior porcentagem de folhas vivas, as quais possuem maior digestibilidade em relação as folhas mortas. Também foi observado menor teor de fibra em detergente neutro e lignina em detrimento a estação da seca e isso pode ter promovido aumento na digestibilidade.

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre as cultivares testadas e as estações do ano para as médias de consumo total (%PV), consumo de forragem (%PV) e consumo expresso em gramas por unidade de tamanho metabólico (g/UTM) (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias gerais e erro padrão das variáveis de consumo de ovinos em pastos de *Urochloa brizantha* submetidas a estratégias de pastejo intermitente

Variáveis	Estações do ano							
	Água				Seca			
	Cultivares (<i>Urochloa brizantha</i>)							
	Marandu	Xaraés	Piatã	Paiaguás	Marandu	Xaraés	Piatã	Paiaguás
CMST	1,68	1,46	1,66	1,64	1,63	1,61	1,66	1,72
(%PV)	(0,67)	(0,06)	(0,06)	(0,06)	(0,06)	(0,06)	(0,06)	(0,06)
CMSP	1,27	1,05	1,19	1,13	1,07	1,09	1,09	1,17
(%PV)	(0,05)	(0,05)	(0,05)	(0,05)	(0,05)	(0,05)	(0,05)	(0,05)
CMSP	28,0	24,96	27,51	26,26	25,79	25,36	25,83	27,65
(g/UTM)	(1,16)	(1,06)	(1,06)	(1,06)	(1,06)	(1,06)	(1,06)	(1,06)
RV:C ⁺	70,13Aa	71,7Aa	71,91Aa	68,71Aa	65,94Ab	67,58Ab	65,49Ab	68,15Ab
	(1,40)	(1,28)	(1,28)	(1,28)	(1,28)	(1,28)	(1,28)	(1,28)

⁺ Estação do ano (p<0,05). CMST- Consumo de matéria seca total, CMSP- Consumo de matéria seca do pasto, CA- conversão alimentar (kg/kg), RV:C- relação volumoso: concentrado. Médias seguidas de letras maiúscula na linha difere entre cultivares dentro da estação e letras minúscula na linha diferem entre estação pelo teste de Tukey (p<0,05).

Os resultados obtidos neste trabalho para consumo de matéria seca, são inferiores aos preconizados pelo NRC (2007), que propõe consumo de aproximadamente 2,5% do peso corporal para essa categoria animal. Isso pode ser considerado uma vantagem, quando o menor consumo não compromete o desempenho dos animais. Também deve ser levado em consideração a composição diferenciada do alimento, neste caso as cultivares de *U. brizantha*. Em condições similares ao deste estudo, Emerenciano et al. (2018) avaliaram o desempenho e o consumo de ovinos da raça Santa Inês em pasto de capim-massai sob efeito de diferentes alturas no pré-pastejo 30, 40, 45, 50 cm e verificaram consumo de matéria seca pelos ovinos de 1,7; 1,6 2,0 e 2,0% do peso corporal para as respectivas alturas de dossel.

A relação volumoso: concentrado sofreu efeito da estação do ano (P<0,05), sendo observado maior relação na na estação das águas (Tabela 3). Essa diferença na relação, pode ser atribuída a maior massa de forragem, principalmente folhas e pela maior digestibilidade *in vitro* da matéria seca nessa estação. Nesta pesquisa, observou-se que no período da seca os animais ingeriram maior quantidade de concentrado. As respostas dos animais ao consumo de concentrado quando em sistema com uso de pastagens são dependentes da composição química e da disponibilidade da forragem (Lima et al.,2017). Neste trabalho, verificou-se que a disponibilidade de massa de forragem não diferiu entre as cultivares, porém a qualidade diferiu, principalmente o componente folha.

Houve efeito de cultivar e estação do ano (P<0,05) para o ganho de peso final (PF) (Figura 3). Os ovinos com maior peso final foram os mantidos nas cultivares Marandu e Piatã, tanto na estação das águas como na estação da seca.

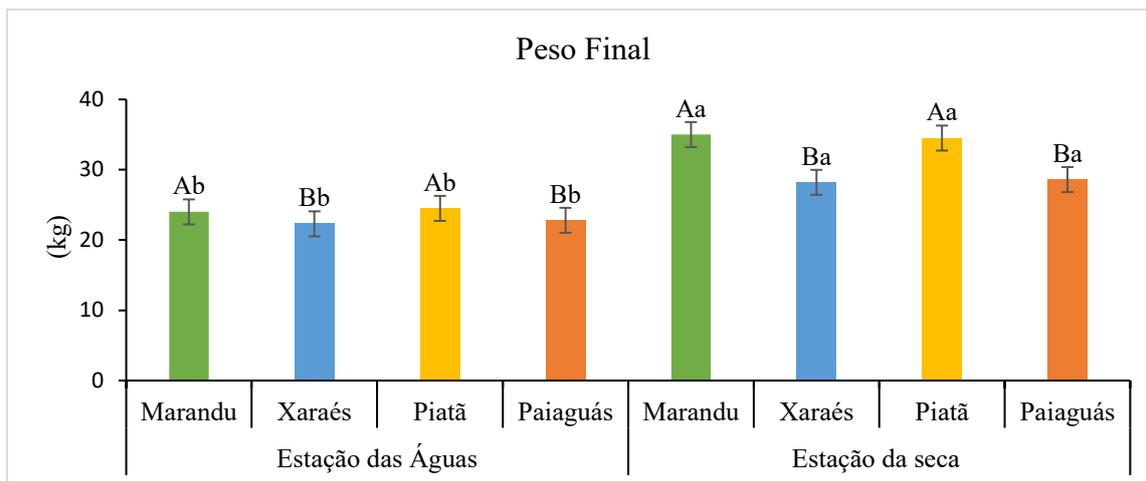


Figura 3 - Médias e erro padrão do peso final de ovinos Santa Inês em cultivares de *Urochloa brizantha* em sistema intermitente. Médias seguidas de letras maiúscula diferem entre cultivares dentro da estação e letras minúscula diferem entre estações pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Houve um aumento de peso nos ovinos mantidos nas cultivares Xaraés e Paiaguás de 26,45 e 25,43%, respectivamente da estação das águas para a estação da seca. Observa-se resultados positivos em virtude dos ganhos satisfatórios quando levamos em consideração o sistema de criação, já que em sistema de confinamento, dependendo do manejo e dieta, a criação desses animais pode se tornar onerosa.

Nos quatro tratamentos adotados no presente estudo os ganhos foram superiores ao registrado por Gurgel et al. (2017) no mesmo período de avaliação e na mesma região. Os autores avaliaram o desempenho de ovinos mantidos em pasto de capim-Massai, durante a estação seca em resposta ao manejo adotado na estação das águas e verificaram que o peso final dos animais foi em média 22,89 kg. Assim, podemos inferir a partir dos resultados de ganho de peso observados nessa pesquisa, que é possível obter bons resultados quando se trabalha com animais em sistema intermitente utilizando gramíneas com boa produção de forragem e adaptadas a regiões que apresentam condições de restrições hídricas.

Para o ganho de peso vivo total individual (GPTI), ganho de peso vivo por hectare (GT/ha) e taxa de lotação (TL) observou-se interação cultivares \times estação do ano ($P < 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias e erro padrão da interação cultivares × estação do ano para as variáveis de desempenho de ovinos em pastos de cultivares de *Urochloa brizantha* submetidas a estratégias de pastejo intermitente

Variáveis	Estações do ano							
	Água				Seca			
	Cultivares (<i>Urochloa brizantha</i>)							
	Marandu	Xaraés	Piatã	Paiaguás	Marandu	Xaraés	Piatã	Paiaguás
GPTI	7,6Aa (0,42)	4,9Ba (0,43)	8,03Aa (0,42)	5,72Ba (0,42)	2,97Ab (1,03)	3,63Aa (0,84)	1,41Ab (0,84)	3,6Ab (0,92)
GT/ha	642,0Aa (27,9)	590,6Aa (42,40)	602,5ABb (51,8)	549,5Ba (19,2)	488,2Ab (28,7)	553,1Ab (53,3)	478,5Ab (61,6)	422,4Ab (27,1)
TL	21,0Aa (5,0)	19,6ABa (5,4)	20,2Aa (6,3)	18,2Ba (5,0)	16,1Ab (5,0)	17,4Ab (5,9)	15,9Ab (6,7)	14,0Ab (5,1)

[†]Tratameta e estação (P<0,05). DP-dias de pastejo, PF- peso final, GPTI- ganho de peso vivo total individual (kg), GT- ganho de peso vivo por hectare, kg/ha, TL- taxa de lotação, UA de 30kg. Médias seguidas de letras maiúscula diferem entre cultivares dentro da estação e letras minúscula na linha diferem entre estação pelo teste de Tukey (p<0,05).

Os ganhos de peso individuais podem ser considerados satisfatórios, na estação das águas os maiores ganhos foram observados nos ovinos das cultivares Marandu e Xaraés (Tabela 4). Ressalta-se que na estação da seca a cultivar Xaraés foi a única que conseguiu manter os animais com ganhos equivalentes ao da estação das águas.

O ganho de peso médio por hectare dos ovinos na estação das águas foi maior na cultivar Marandu com média de 642,07 kg/ha. Essa resposta está associada ao maior ganho individual do animais nesta cultivar. Isso sugere que ovinos mantidos em pasto de capim Marandu apresentam maior velocidade de ganho. Em estudo semelhantes ao deste trabalho, Emerenciano et al. (2014) observaram ganho de peso por hectare em ovinos mantidos nas cultivares Marandu e Piatã de 539,39 e 446,53 kg/ha respectivamente, quando manejados com altura de dossel de 50 cm. Contudo, o uso de gramíneas forrageiras que possibilite maior velocidade de ganho na produção de ovinos é fundamental para se obter animais com peso de abate em idade precoce e com bom rendimento de carcaça.

Obsevou-se que na estação das águas a taxa de lotação animal foi maior que na estação da seca (Tabela 4). Esse resultado estar relacionado ao maior aporte forrageira resistido nesta estação. Verifica-se que na estação das águas, a cultivar Paiaguás apresentou taxa de lotação inferior com 18,2 UA/ha, o que pode ser justificado pela menor quantidade de forragem produzida nessa estação (Tabela 1). Taxa de lotação semelhante ao desta pesquisa foi reportado por Emerenciano Neto et al. (2014) em cultivares Marandu e Piatã com média de 24,7 e 17,8 UA/há, respectivamente.

No comportamento ingetivo dos ovinos observou-se efeito de interação cultivar × dia de ocupação (p<0,05) para o tempo de pastejo (Estação: água e seca) e taxa de bocado

(estação das águas) (Tabela 5). Na estação das águas, os animais em pastejo na cultivar Paiaguás dedicaram mais tempo à alimentação tanto no primeiro quanto no segundo dia de pastejo. Houve redução de 7,51% no tempo de pastejo dos animais na cultivar Xaraés no segundo dia de pastejo. E aumento de 16,60% no tempo de pastejo dos animais na cultivar Piatã no segundo dia de pastejo.

Tabela 5- Médias e erro padrão da interação cultivares × dia de ocupação para o tempo de pastejo (TP) e taxa de bocados (bocados/minu) realizadas por ovinos em pastos de cultivares de *Urochloa brizantha* em sistema intermitente

Variáveis (min)	Estação das águas							
	Primeiro dia de ocupação dos piquetes				Segundo dia de ocupação dos piquetes			
	Marandu	Xaraés	Piatã	Paiaguás	Marandu	Xaraés	Piatã	Paiaguás
TP	403,0Ca	453,3Ba	371,6Cb	490,0Aa	385,0Ca	421,6Bb	433,3Ba	483,3Aa
(mim)	(8,83)	(7,17)	(7,03)	(5,52)	(8,12)	(7,17)	(7,03)	(5,82)
TB	44,2Aa	28,4Cb	37,4Bb	32,6ABa	40,9Aa	33,2Ba	41,6Aa	30,2Ba
(bocados/min)	(1,47)	(1,56)	(1,73)	(3,03)	(1,47)	(1,56)	(1,73)	(3,03)
Estação da Seca								
TP	392,0Aa	388,3ABa	351,6Ba	395,0Ab	373,3Ba	378,3Ba	373,3Ba	440,0Aa
(mim)	(10,06)	(9,18)	(9,18)	(9,18)	(9,18)	(9,18)	(9,18)	(9,18)

Médias seguidas de letras maiúscula na linha diferem entre cultivares dentro de dias de ocupação e letras minúscula na linha difrem entre dias de ocupação nas cultivares pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na estação da seca, o tempo desprendido pelos ovinos para pastejo no primeiro dia foi maior nas cultivares Marandu e Paiaguás (Tabela 5). Já no segundo dia houve aumento de 11,39% no tempo de pastejo dos ovinos na cultivar Paiaguás. Esse tipo de comportamento dos animais pode estar associado a estrutura do pasto e a predominância dos componentes morfológico na composição do pasto. Segundo Pellegrini et al. (2011), os ovinos respondem à diminuição da quantidade de folhas disponíveis aumentando o tempo de pastejo, na tentativa de compensar a redução na qualidade da dieta.

Observou-se que a taxa de bocados dos ovinos na estação das águas, foi maior na cultivar Marandu no primeiro dia de ocupação. No segundo dia de ocupação foi verificado maior taxa de bocados nos animais em pastejo nas cultivares Marandu e Xaraés. Também foi observado que ocorreu aumento de 16,9 e 10,42% na taxa de bocados dos animais nas cultivares Xaraés e Piatã, respectivamente, em relação ao primeiro dia de ocupação. Isso provavelmente ocorreu devido a disponibilidade e a estrutura da forragem referente ao primeiro dia de ocupação.

No entanto, os resultados encontrados nesta pesquisa, foram superiores aos reportados Cardoso et al. (2019), os autores encontraram taxa de bocados em ovinos Dorper Sem Pradão Racial Definido manejados em pasto de capim-Massai de 29,20 bocados/min na condição de pré-pastejo de 30,68 na condição de pós-pastejo. Já Silva et al. (2016) verificaram em ovinos Santa Inês manejados em pastos de capim Marandu e Piatã taxa de bocados de 27,7 e 21,10 bocados/min, respectivamente no período de 7 às

11 horas e taxa de bocados de 19,4 e 20,6 bocados/min no período das 11 às 16 horas nas respectivas cultivares.

A taxa de bocado dos ovinos na estação da seca diferiu ($p < 0,05$) entre as cultivares (Figura 4).

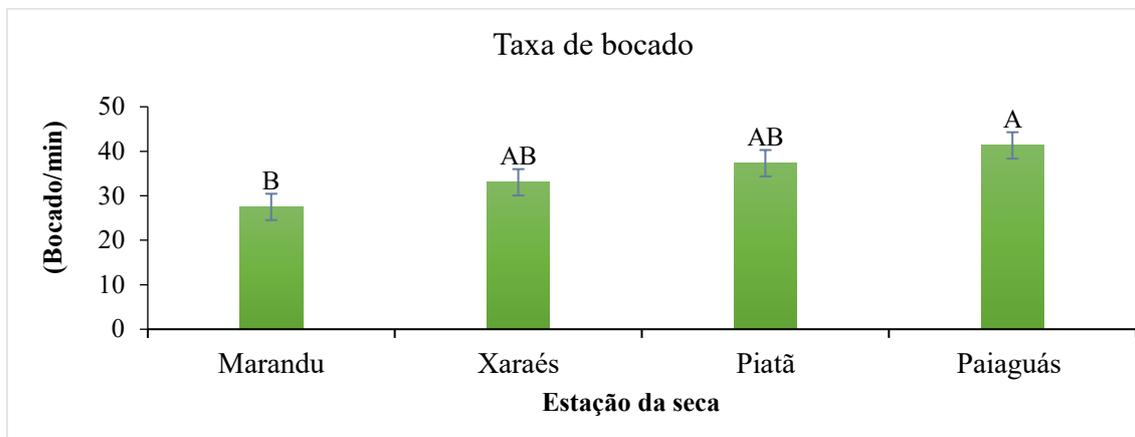


Figura 4 - Médias e erro padrão da taxa de bocado de ovinos em pastos de cultivares de *Urochloa brizantha* em sistema intermitente na estação da seca. Médias seguidas de letras distintas diferem entre cultivares pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Observou-se maior taxa de bocados nos animais em pastejo na cultivar Paiaguás com média de 41,32 bocados/min. Esse resultado pode ser efeito da menor massa de forragem observada para essa cultivar nessa estação. De acordo com Moreira et al. (2018) ovinos em pastejo com baixa disponibilidade de forragem tende a aumentar a taxa de bocado.

Avaliando os picos de pastejo dos ovinos ao longo do dia nas duas estações do ano, verificou-se efeito da interação cultivar \times hora de pastejo ($P < 0,05$) para o tempo em pastejo (Figura 5).

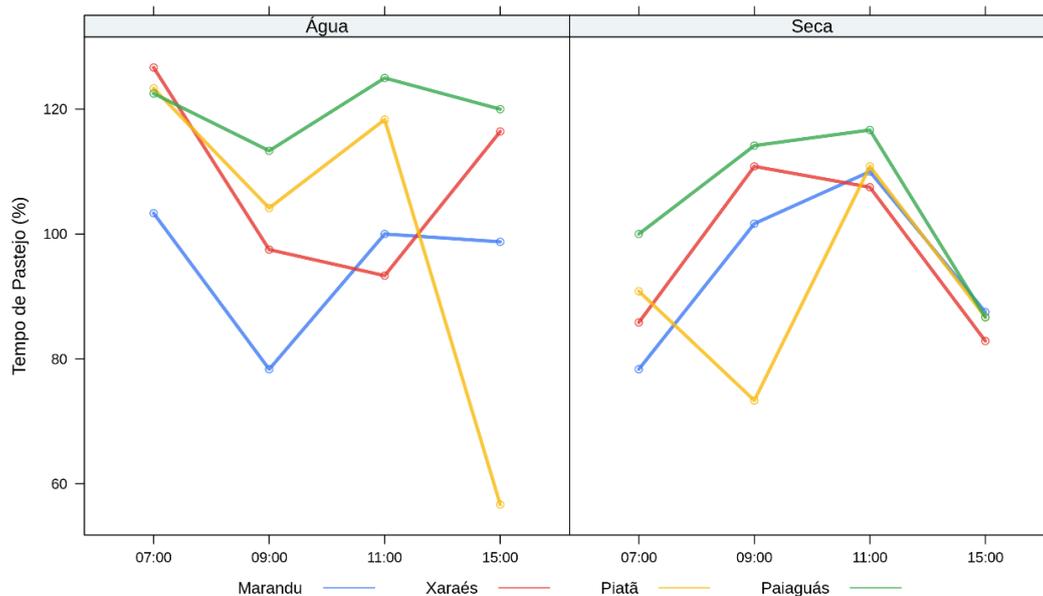


Figura 5 - Distribuição dos picos de pastejo de ovinos Santa Inês no período de 7:00 às 15:00 h em pastagens de cultivares de *Urochloa brizantha* em sistema intermitente

Na figura 4, é possível observar que a porcentagem do comportamento de pastejo para os ovinos ocorreram em três picos tanto na estação das águas quanto na estação da seca. Às 7 horas houve pico máximo com maior amplitude nos animais das cultivares Xaraés, Piatã e Paiaguás, após esse horário o pico diminuiu. Às 11h os animais das cultivares Piatã, Paiaguás e Marandu tiveram um aumento na amplitude de pastejo, o qual diminuiu em seguida. Às 15h houve um aumento na amplitude do pico de pastejo dos animais na cultivar Xaraés e uma queda nos animais da cultivar Piatã. A organização temporal dos ovinos em pastejo pode apresentar várias refeições, as quais são reguladas pelo animal de acordo com restrições imposta (Candeias et al., 2018).

Na estação da seca, obsevou-se pico máximo às 9 e 11h, sendo que as 9h a maior amplitude ocorreu nos animais das cultivares Paiaguás, Xaraés e Marandu. Às 11h houve aumento no pico dos animais na cultivar Piatã e diminuição nos animais da cultivar Xaraés e, posteriormente ocorreu diminuição na amplitude para todos os tratamentos. É possível que a diferença entre os picos de pastejo esteja relacionada a qualidade da pastagem. Um outro fator que também pode ter afetado o ritmo de pastejo dos ovinos foi o aumento da temperatura do ar na estação da seca. A diminuição da amplitude observada pode ser uma estratégia dos animais que auxiliam a aproveitar melhor a energia dos alimentos com pouco gasto calórico (Ferreira et al., 2011). Para Curtis (1983), durante os períodos do dia em situações de clima quente, ovinos tendem a ter picos breves de pastejo no início da manhã e final da tarde.

Resultados similares ao desta pesquisa foram observados por Calviello et al. (2013), ao avaliarem o comportamento de ovelhas em pastejo durante 24 horas, estes autores observaram que os animais tiveram picos de pastejo as 7h30, 13h30, 14 e 17h30min. Santos et al. (2011), ao avaliarem o comportamento de ovinos Santa Inês de diferentes pelagens observaram que a atividade de pastejo foi maior entre os horários das 6 e 7h, entre 9 e 11h e às 14 e 15h e reduziu no final da tarde entre 16 e 17h. O estudo da distribuição de picos de atividades comportamentais em ovinos sob pastejo é fundamental para melhorar o grau de bem-estar dos animais, principalmente em regiões que apresenta restrições hídricas e com elevadas temperaturas em determinada época do ano.

As atividades de ruminação total e ócio total apresentaram diferença ($P < 0,05$) entre as cultivares na estação das águas e na estação da seca (Figura 6). Na estação das águas, observou-se maiores tempos em ruminação nos animais das cultivares Xaraés e Piatã com médias de 474,16 e 462,5 min, respectivamente. Esses resultados podem ser explicados pelo menor tempo despendido em pastejo e ócio por esses animais. A média de ruminação do primeiro e segundo dia de ocupação foi de 414,37min.

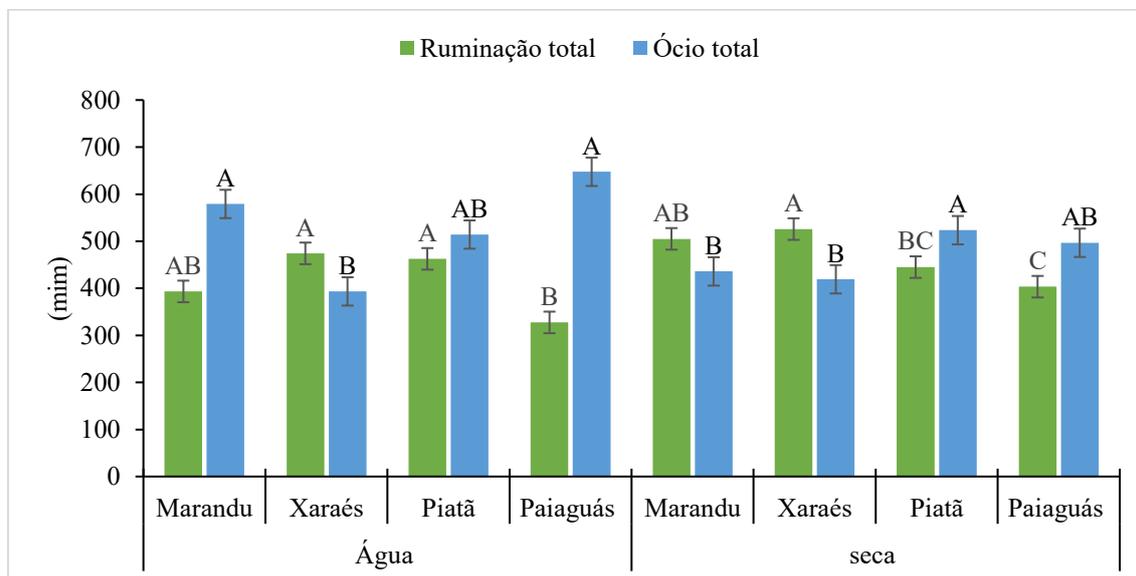


Figura 6 - Médias e erro padrão do comportamento de ruminação total e ócio total em ovinos mantidos em pastos de cultivares de *Urochloa brizantha* no período de 48 horas em sistema intermitente. Médias seguidas de letras distintas diferem entre cultivares pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Na estação da seca, a ruminação foi maior nos ovinos da cultivar Xaraés com média de 505,0 min. Em relação ao dia de ocupação, verificou-se diferença ($P < 0,05$), sendo a ruminação maior no segundo dia de pastejo com média de 493,33 min. O maior tempo destinado à ruminação, implica em aumento de atividade física, que gera gasto de

energia. Esses gastos não são favoráveis para animais de produção, principalmente para ovinos em fase de crescimento (Gonçalves et al., 2019). Resultados semelhantes foram reportados por Fernandes et al. (2013) ao avaliarem ovinos em pastos de capim-Massai. Os autores observaram tempo de ruminação de 403 min.

A atividade de ócio dos ovinos na estação das águas foi menor na cultivar Xaraés com média de 393,3min. Não foi observado diferença ($P>0,05$) entre os dias de ocupação para o tempo em ócio dos ovinos com média de 533,54 min. Na seca, foi observado menor tempo em ócio nos animais das cultivares Xaraés e Marandu com médias de 419,16 e 435,83 min, respectivamente. Nessa estação, houve diferença entre os dias de ocupação ($P<0,05$) para o tempo em ócio. No segundo dia os animais passaram mais tempo em ócio com média de 520 min. A organização temporal das atividades dos ovinos em pastejo apresenta variações, as quais podem ser reguladas pelo animal de acordo com as condições de pastejo.

3.5 Conclusão

As cultivares Marandu e Piatã promovem melhor comportamento ingestivo e maior desempenho em ovinos sob lotação intermitente em áreas de restrições hídricas. No entanto, não há diferença no consumo voluntário dos animais na cultivares Marandu, Xaraés, Piatã e Paiaguás.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pelo financiamento do projeto de pesquisa e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de pesquisa.

3.6 Referências

- ABRAO, D.C.; ABRAO, S.; VIANA, C.H.C.; VALLE, C.R. Utilização do método Famacha no diagnóstico clínico individual de haemoncose em ovinos no Sudoeste do Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v.19, n.1, p.68-70, 2010.
- CALVIELLO, R.F. et al. Avaliação do comportamento de ovelhas em pastejo durante 24 horas. *Revista Brasileira de Zootecias*, v. 15, n. 1,2, 3, p. 139-145, 2013.
- CARDOSO, R. R; SOUZA, L.F, FERREIRA, A.H; NEIVA, J.N.M; FERREIRA, D.A; SILVA, A. G.M. Ingestive behavior of sheep on Massai grass under different pre-grazing heights under rotational stocking. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.20, n. 01, p. -12, 2019.
- CARVALHO, G. A.; ALBUQUERQUE, C.C.; SOUSA, A.M et al. Caracterização do mercado da carne ovina em sobral, estado do Ceará. *Informações Econômicas*, São Paulo. v.46, n.2, 2016.
- CURTIS, Stanley E. Environment management in animal agriculture. Illinois: Animal Environment Services, p.430, 1983.
- EMERENCIANO NETO, J.V., DIFANTE, G.S., AGUIAR, E.M. et al. Performance of meat sheep, chemical composition and structure of tropical pasture grasses managed under intermittent capacity. *Bioscience Journal*. v.30, p.834-842, 2014.
- EMERENCIANO NETO, J.V.; G. F.; DIFANTE; LANA, A. M. Q; MEDEIROS, H. E; AGUIAR, E. M; MONTAGNER, D.B; SOUZA, J.S. Forage quality and performance of sheep in Massai grass pastures managed at pre-grazing canopy heights. *South African Journal of Animal Science*, v.48, N.6, 2018.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 3ed., p. 353, 2013.
- EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A et al. Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás and BRS Piatã). *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.5 n. 3, p.85-92, 2016.
- FABRÍCIA ROCHA CHAVES MIOTTO, F.R.C, RESTLE, J, NEIVA,J.N.M, MACIEL,R.P, FERNANDES, J.J.R. Consumo e digestibilidade de dietas contendo níveis de farelo do mesocarpo de babaçu para ovinos, *Revista Ciência Agronômica*, vol.43 no.4, 2012.
- GOMES, F.H; CÂNDIDO, J. D; CARNEIRO, M.S.S; FURTADO, R. N; PEREIRA, E.S. Consumo, comportamento e desempenho em ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona. *Revista Ciência Agronômica*, v. 48, n. 1, p. 182-190, 2017.
- GONÇALVES, A.G.C.M; PIMENTEL, P.G; GOMES, S.P; MOREIRA, G.R; FEITOSA, M.S; ARAÚJO, M.S; SOARES, S.L.S; CARDOSO, S.C; BARROSO, M.R.C. Comportamento ingestivo de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria

desidratado. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.*, v.71, n.5, p.1719-1726, 2019.

GURGEL, A. L. C. DIFANTE G. S, EMERENCIANO NETO, J. V, SOUZA, J. S, VERAS, E. L. L, COSTA, A. B. G, CARVALHO NETTO, R. T, FERNANDES, L. S, CUNHA, J. C, ROBERTO, F. F. S. Estrutura do pasto e desempenho de ovinos em capim-massai na época seca em resposta ao manejo do período das águas. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 74, n.2, p.86-95, 2017.

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15. Kyoto, 1985. Proceedings. Nishi-Nasuno: *Japanese Society of Grassland Science*, p.63-67, 1985.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema de Recuperação Automática - Banco de dados 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>.

LIMA, C.L.D; DIFANTE, G.S; BAROSSO, K.C; EMERENCIANO NETO, J. V; MONTAGNER, D.B; VASCONCELOS, R.I.G; TRINDADE, T.F.M; VERAS, E.L.L. canopy structure and tillering of Piatã and Marandu Grasses under two grazing intensities with sheep. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 33, n. 1, p. 135-142, 2017.

MONTAGNER, D.B; ARAÚJO, A.R; EUCLIDES, V. P. B; MACEDO, M.C; ZIMMER, A.H; ANDRADE, R.A.S. Potencial produtivo dos capins BRS Piatã e BRS Paiaguás em sistema de integração lavoura-pecuária. *Embrapa Gado de Corte*, MS, 2018.

MOREIRA, S. M; COSTA, P. T; FERNANDES, T. A; FARIAS, G. D; FRIA, P. O et al. Comportamento ingestivo de ovinos em gramíneas tropicais. *Archivos Brasileiro de Zootecnia*. v.67, n.258, p.292-298. 2018.

MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGIHUGU, V. et al. Excretion patterns of titanium dioxide and chromic oxide in duodenal digesta and feces of ewes. *Small Ruminant Research*, v.63, p.135– 141, 2006.

NRC, National Research Council. Nutrients requirements of sheep. Washington: National Academies Press, p.362, 2007.

PELLEGRINI, L.G.; MONTEIRO, A.L.G.; NEUMANN, M.; et al. Comportamento de cordeiros em pastejo de azevém (*Lolium multiflorum*) em diferentes fases fenológicas submetidos à adubação nitrogenada. *Revista Ceres*, v. 58, n. 3, p. 329-335, 2011.

RONY ANTONIO FERREIRA, R. A, ESTRADA, L. H. C, THIÉBAUT, J. T. L, GRANADOS, L. B.C, SOUZA JÚNIOR, V.R. Avaliação do comportamento de ovinos Santa Inês em sistema silvipastoril no Norte Fluminense. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 2, p. 399-403, 2011.

SANTOS, M. M. et al. Comportamento de ovinos da raça Santa Inês, de diferentes pelagens, em pastejo. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. Maringá, v.33, n.3, p.287-294, 2011.

SANTOS, M.M; AZEVEDO, M; COSTA, L.A.B; SILVA FILHO, F.P; MODESTO, E.C; LANA, A.M.Q. Comportamento de ovinos da raça Santa Inês, de diferentes pelagens, em pastejo. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, v. 33, p.287-294, 2011.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, p. 235, 2002.

SILVA, L. F; DIFANTE, G. S; FERNANDES, L.S. et al. Ingestive behavior of sheep in Panicum and Brachiaria pastures in dry season. *Bioscience Journal*, v. 32, n. 4, p. 1018-1024, 2016.

SOUSA, D.O.C; SANTOS, M.E.R; FONSECA, D.M; MACEDO JUNIOR, G.L; DILVA, S.P. Sheep production during the rainy season in Marandu palisadegrass swards previously utilized under deferred grazing. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia* v.70, n.2, p.554-562, 2018.

THORTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographic Review*, v.38, p.55-93, 1948.

VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; et al. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles, Viçosa *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.40 n.11,2011.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca, New York (USA): Cornell University Press, p.476, 1994.

VELÁSQUEZ, P.A.T; BERCHIELLI, T.T; REIS, R.A; RIVERA. A.R; DIAN, H.M; TEIXEIRA, I.A.M.A. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. *Revista Brasileira Zootecnia*. v.39, n.6, p.1206-1213, 2010.

CAPÍTULO 4 – BIOMETRIC MEASUREMENTS OF SANTA INÊS MEAT SHEEP REARED ON *BRACHIARIA BRIZANTHA* PASTURES IN NORTHEAST BRAZIL

4.1 Artigo aceito- <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219343>



RESEARCH ARTICLE

Biometric measurements of Santa Inês meat sheep reared on *Brachiaria brizantha* pastures in Northeast Brazil

Joelma da Silva Souza^{1*}, Gelson do Santos Difante², João Virgínio Emerenciano Neto³, Ângela Maria Quintão Lana¹, Francisca Fernanda da Silva Roberto⁴, Pedro Henrique Cavalcante Ribeiro⁵

1 Department of Animal Science, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, **2** Department of Animal Science, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil, **3** Department of Animal Science, Federal University of Vale do São Francisco, Petrolina, Pernambuco, Brazil, **4** Department of Animal Science, Federal University of Paraíba, Areia, Paraíba, Brazil, **5** Department of Animal Science, Federal University of Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brazil

* joelm_souza@hotmail.com



OPEN ACCESS

Citation: Silva Souza Jd, do Santos Difante G, Neto JVE, Lana AMQ, da Silva Roberto FF, Ribeiro PHC (2019) Biometric measurements of Santa Inês meat sheep reared on *Brachiaria brizantha* pastures in Northeast Brazil. PLOS ONE 14(7): e0219343. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219343>

Editor: Anda Yildirim, Tokat Gasosmanpaşa University, TURKEY

Received: February 19, 2019

Accepted: June 23, 2019

Published: July 30, 2019

Copyright: © 2019 Silva Souza et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All biometric measurements of Santa Inês meat sheep reared on *Brachiaria brizantha* pastures in Northeast Brazil are available from the protocol.io database (accession number(s) 0000-0001-5579-8843). <https://www.protocol.io/view/biometric-measurements-of-santa-in-es-meat-sheep-reared-on-brachiaria-brizantha-pastures-in-northeast-brazil>

Funding: The research project was developed with the financial support of the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq)

Abstract

This study was undertaken to examine biometric measurements during the growth phase of male and female Santa Inês sheep reared in *Brachiaria brizantha* pastures in northeastern Brazil. The experiment involved 24 castrated males and 24 females at an initial age of 90 days, with an average body weight of 19.04 ± 0.96 kg. Treatments consisted of the effect of four cultivars (Marandu, Xaraés, Piatã and Paiaguás) and two sexes. Six animals were used per treatment, in a randomized-block experimental design. The following characteristics were evaluated: abdominal circumference (AC), body condition score (BCS), body length (BL), body weight (BW), body capacity 1 (BC₁), body capacity 2 (BC₂), chest width (CW), heart girth (HG), leg circumference (LC), leg length (LL), rump height (RH), rump width (RW) and withers height (WH). Data were subjected to descriptive analysis, Pearson's correlation, ANOVA and Tukey's, Kruskal Wallis and Mann-Whitney tests. Univariate and multiple regressions were applied to estimate BW with a maximum error level of 5%. Significant differences were observed for the biometric measurements between sexes and cultivars ($p < 0.05$). Body weight was highly correlated (>70%) with AC, WH, CG, RW, BC₁ and BC₂. The male sheep grazed on cultivars Piatã showed the best values for BW (40.43 kg), HG, RW, WH, LL, LC (102.46; 20.8; 65.23; 60.44; 42.54 cm respectively) and BC₁ (4.25 kg/cm). Females grazed on cultivar Marandu had higher values for RW, CW, LL (17.26; 20.1; 75.98 cm respectively), BC₁ (6.03 kg/cm) and BC₂ (0.422 kg/cm). The equations that best estimated live weight were BC₁ and HG. In male and female Santa Inês sheep, biometric parameters grow differently depending on the cultivar where they are grazed during the growth phase. Cultivars Marandu and Piatã are the most recommended for sheep production, as they provided the best performance and body development in those animals.

№ 132017 - Research Productivity Scholarships - PQ - Process Number: 307931/2017-2 - to Gibson do Santos Oliveira. For the Productivity Exchange - Angela Maria Quintão Lana. Support of the physical structure and PhD grant of the author Joana da Silva Sacramento provided by the Federal University of Rio Grande do Norte. This project was also supported by a fellowship grant from the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.

Introduction

Sheep meat farming is a prominent activity in developing countries. This segment has a high revenue-generating potential in agribusiness. The demand for sheep meat grows annually, with the world production estimated to reach 23 million tons by the year 2020 [1]. In Brazil, meat and other products derived from sheep farming generated BRL 641.015 million in the year 2017 [2]. Sheep meat is composed of proteins of high nutritional value with chemical properties that are beneficial to human health [3]. However, its quality may be influenced by factors such as animal genotype, sex, weight, slaughter age and type of diet supplied.

Sheep production is characterized by diversities across production systems. The use of pasture-based systems with tropical forage grasses has yielded satisfactory results. The high biomass production per unit area and nutritional value of the forage, coupled with the low production cost, contribute to these results [4]. The better use of herbage produced in pasture-based systems influences the feeding behavior of animals, allowing for increased nutrient intake [5].

The management of a rearing system associated with factors inherent to the animal and environmental conditions have a direct impact on production indices [6]. Tropical grasses have been evaluated as a component of sheep diets in northeastern Brazil. In those studies, alterations were observed in the characteristics of those grasses over the year which ultimately influenced the production performance of grazing sheep [7]. In Brazil, the largest sheep flock is concentrated in the northeast region, with 9.09 million head [2]. Santa Inês is the most widespread sheep breed in that region. These animals stand out for their optimal meat production, hardiness, prolificacy, marked maternal ability and great ability to adapt to the climatic conditions of that region [8]. However, the efficiency of a production system and the quality of the supplied products depend, among other factors, on monitoring the growth and performance, slaughter age, and carcass yield of the farmed animals [9].

Biometric measurements are necessary in the evaluation of animal growth and performance and in determining the herd's evolution in production systems. When analyzed together with morphological and physiological parameters, they constitute an important database for the evaluation of different sheep breeds in terms of genetics and nutrition [10]. Evaluating body measurements as a function of age in Santa Inês breed may help to better understand their growth and meat production potential [11].

The present study proposes to examine biometric measurements during the growth phase of male and female Santa Inês sheep reared in *Brachiaria brizantha* pastures in northeastern Brazil.

Material and methods

The experiment was carried out at the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), Macaíba Campus, located in Rio Grande do Norte, Brazil (5° 51' 30" S and 35° 21' 14" W; 11 m altitude). The climate of the region is a sub-humid dry type with rainfall surplus occurring from May to August (Thomthwaite, 1948). Average annual precipitation in the region is 1048 mm, and average annual cumulative potential evapotranspiration is 1472 mm. The temperature data of the experimental area were obtained from the database of the National Institute of Meteorology, while precipitation data were obtained using a Ville de Paris-type stainless-steel rain gauge installed in the experimental facilities (Fig 1).

The experimental area was a 2.88-ha field divided into eight 0.36-ha paddocks. Each plot was divided into six 0.06-ha paddocks, where the *Brachiaria brizantha* cultivars Marandu, Xaraés, Piatã, and Piatãis were planted. Six paddocks were used per cultivar, under intermittent grazing. The pasture was managed for a pre-grazing height of 40 cm which is equivalent to

16/12/2017 - Research Productivity Scholarships - PQ - Process Number: 307331/2017-2 - to Gibson do Santos Diniz. For the Productivity Exchange - Angela Maria Quintão Lima. Support of the physical structure and PhD grant of the author Joana da Silva Soares provided by the Federal University of Rio Grande do Norte. This project was also supported by a fellowship grant from the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.

Introduction

Sheep meat farming is a prominent activity in developing countries. This segment has a high revenue-generating potential in a rurbusiness. The demand for sheep meat grows annually, with the world production estimated to reach 23 million tons by the year 2020 [1]. In Brazil, meat and other products derived from sheep farming generated BRL 641.015 million in the year 2017 [2]. Sheep meat is composed of proteins of high nutritional value with chemical properties that are beneficial to human health [3]. However, its quality may be influenced by factors such as animal genotype, sex, weight, slaughter age and type of diet supplied.

Sheep production is characterized by diversities across production systems. The use of pasture-based systems with tropical forage grasses has yielded satisfactory results. The high biomass production per unit area and nutritional value of the forage, coupled with the low production cost, contribute to these results [4]. The better use of herbage produced in pasture-based systems influences the feeding behavior of animals, allowing for increased nutrient intake [5].

The management of a rearing system associated with factors inherent to the animal and environmental conditions have a direct impact on production indices [6]. Tropical grasses have been evaluated as a component of sheep diets in northeastern Brazil. In those studies, alterations were observed in the characteristics of those grasses over the year which ultimately influenced the production performance of grazing sheep [7]. In Brazil, the largest sheep flock is concentrated in the northeast region, with 9.03 million head [2]. Santa Inês is the most widespread sheep breed in that region. These animals stand out for their optimal meat production, hardiness, prolificacy, marked maternal ability and great ability to adapt to the climatic conditions of that region [8]. However, the efficiency of a production system and the quality of the supplied products depend, among other factors, on monitoring the growth and performance, slaughter age, and carcass yield of the farmed animals [9].

Biometric measurements are necessary in the evaluation of animal growth and performance and in determining the herd's evolution in production systems. When analyzed together with morphological and physiological parameters, they constitute an important database for the evaluation of different sheep breeds in terms of genetics and nutrition [10]. Evaluating body measurements as a function of age in Santa Inês breed may help to better understand their growth and meat production potential [11].

The present study proposes to examine biometric measurements during the growth phase of male and female Santa Inês sheep reared in *Brachiaria brizantha* pastures in northeastern Brazil.

Material and methods

The experiment was carried out at the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), Macaíba Campus, located in Rio Grande do Norte, Brazil (5° 51' 30" S and 35° 21' 14" W; 11 m altitude). The climate of the region is a sub-humid dry type with rainfall surplus occurring from May to August (Thomthwaite, 1948). Average annual precipitation in the region is 1048 mm, and average annual cumulative potential evapotranspiration is 1472 mm. The temperature data of the experimental area were obtained from the database of the National Institute of Meteorology, while precipitation data were obtained using a Völk de Paris-type stainless-steel rain gauge installed in the experimental facilities (Fig 1).

The experimental area was a 2.88-ha field divided into eight 0.36-ha paddocks. Each plot was divided into six 0.06-ha paddocks, where the *Brachiaria brizantha* cultivars Maranhã, Xarabá, Piaçá, and Piaçágua were planted. Six paddocks were used per cultivar, under intermittent grazing. The pasture was managed for a pre-grazing height of 40 cm which is equivalent to

Table 1. Mean values of forage mass and percentage of structural components of *Brachiaria brizantha* cultivars in three grazing cycles.

Variable	Cultivar			
	Mamuda	Kamê	Plati	Palagala
	Cycle 1			
Forage mass (kg/ha)	2643.84	2603.32	2191.61	2051.43
Leaf (%)	57.42	72.97	49.01	64.57
Stem (%)	30.81	19.20	26.39	26.72
Dead mass (%)	11.77	8.25	7.54	8.71
	Cycle 2			
Forage mass (kg/ha)	2800.28	2214.87	2357.36	2698.53
Leaf (%)	60.20	62.12	46.00	46.08
Stem (%)	19.86	26.18	25.10	23.68
Dead mass (%)	19.94	13.27	10.38	30.38
	Cycle 3			
Forage mass (kg/ha)	2674.24	2450.46	2661.96	2421.32
Leaf (%)	57.49	51.49	32.00	21.00
Stem (%)	23.31	23.99	29.00	20.80
Dead mass (%)	40.0	44.61	40.85	58.20

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239433.t001>

Biometric measures were performed at 30-day intervals. After 270 days of age, only 50% of the test animals from each treatment were evaluated (six of each sex per cultivar). On that occasion, 24 animals were chosen at random to be removed from the experiment due to adjustments in stocking rate according to herbage availability in the paddocks, which was a consequence of low precipitation (Fig 1).

The biometric measures were taken using a tape measure and a typometer with the animal standing in a proper vertical position. All measurements were taken from the left side of the animal, for uniformity purposes [12]. The following body measurements were performed: body length (BL)—distance between the cervicothoracic junction and the tail base at the first intercoccygeal joint; heart girth (HG)—external circumference of the thoracic cavity, under the armpits; abdominal circumference (AC)—obtained by measuring the abdominal cavity, passing the tape along the navel; chest width—distance between the lateral faces of the scapulo-humeral articulation; rump width (RW)—distance between the greater trochanters of the femurs; withers height (WH); distance between the withers and the distal end of the forelimb; rump height (RH)—distance between the sacral tuberosity and the distal end of the hindlimb;

Table 2. Chemical composition of forage cultivars and concentrates.

Feed stuff	Composition (% dry matter)				Concentrate	
	CP	NDF	ADF	LIG	Composition (g/kg)	
Mamuda grass	8.21	70.83	34.46	2.94		
Kamê grass	8.31	71.23	43.26	2.94	Live stock urea	2.29%
Plati grass	8.10	71.83	34.63	2.65		
Palagala grass	9.35	71.34	33.91	2.76		
Corn	8.09	35.18	7.21	3.7	Mineral supplements (Oxitetras) with monensin	3.42%
Soybean meal	44.28	48.25	15.50	1.6		

Crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and lignin (LIG).

% Composition (per kg of product): Na-147.0 g; Ca-120.0 g; P-87.0 g; S-18.0 g; Zn-300.0 mg; Fe-18000.0 mg; Mn-1300.0 mg; miconazole sodium-1300.0 mg; F-870.0 mg; Cu-590.0 mg; Mo-300.0 mg; I-40.0 mg; Co-40.0 mg; Cr-20.0 mg; Se-15.0 mg.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239433.t002>

leg length (LL)—distance between the greater trochanter of the femur and the border of the tarsometatarsal joint; and leg circumference (LC)—measured in the middle part of the leg, above the tibiofemoral-patellofemoral joint.

Body capacity, an objective measurement of *in vitro* conformation in sheep, was estimated by two indices: body capacity 1 (BC₁), calculated as live weight (kg) divided by body length (cm); and body capacity 2 (BC₂), determined as live weight (kg) divided by chest girth (cm).

The data were analyzed first by descriptive analysis, in which the mean, the standard error of the mean, and the confidence interval were calculated. Gaussian probability distribution and homogeneity of variance were evaluated by the Lilliefors and Cochran methods, respectively.

Analysis of variance (ANOVA) was performed by the generalized linear model (GLM) method, considering the effects of blocks, cultivars, sex, and age in the statistical model as fixed, according to the following model:

$$Y_{ijklm} = \mu + B_k + C_l + S_j + (C * S)_{jl} + e_{ijk} + I_m + \text{Interactions} + \alpha_{ijklm}$$

where Y_{ijklm} = observation of an animal l in block k , on cultivar l , of sex j , at age m ; μ = overall mean; B_k = effect of block k ; C_l = effect of cultivar l (Marandu, Xaraiá, Platão and Paigóis); S_j = effect of sex j (ram or ewe); $(C * S)_{jl}$ = interaction effect between cultivar and sex; e_{ijk} = random error associated with each observation in the plot; I_m = measure repeated over time in each animal; interactions = all the possible interactions between the factors; and α_{ijklm} = random error attributed to the subplot.

Regression equations were estimated for animal age, observing the existing interactions in the result of ANOVA. The BCS variable was compared by the non-parametric Kruskal Wallis test for cultivars and Mann-Whitney for sexes [14].

Correlations were obtained by Pearson's correlation analysis and t-test, considering significance at $p < 0.01$. The criterion for the classification of the correlation coefficient was $r \geq 70\%$ meaning a strong association and $30\% < r < 70\%$ indicating a moderate correlation [15].

Simple linear regression equations were used to estimate the functional relationship between the variables. Multiple regression was applied to determine which variables are capable of predicting live weight in rams and ewes, considering the biometric measurements evaluated in the study, in the model. Multiple regression was estimated by the Backward method. The criteria used in the choice of the equations were the coefficient of determination (R^2) and the root mean squared error. The error rate assumed as a significant effect was a maximum probability level of 0.05.

Results and discussion

The mean weights and body measurement values of the 270-day-old sheep were accompanied by low standard errors of the mean and confidence intervals. As a consequence, the means varied little (Table 3). The greatest variation in the data was observed in BW, whose coefficient of variation was 16.11%, indicating that this variable is the most susceptible to external influences such as climatic conditions. The body measurements showed coefficients of variation lower than 9%, which suggests that these measurements were not significantly influenced by environmental effects. Body weight and the BL, LW, RW, HG, and AC measurements showed similar means between the sexes, after a 270-day evaluation period.

There was a cultivar effect ($p < 0.05$) on the biometric measurements, with cultivar Platão providing the highest BL, HG, and AC means for ewes and rams (58.50, 93.50, and 97.33 cm; and 57.25, 95.16, and 100.50 cm, respectively). Overall, Paigóis grass provided lower biometric means than the three other cultivars, which may be explained by the lower percentage of

Table 3. Descriptive analysis of the means (\bar{X}), standard errors of the mean ($S(\bar{X})$), and confidence intervals (CI) of biometric variables in male (M) and female (F) Santa Inês lambs at 270 days of age, in Northeast Brazil.

Cultivar	Variable	Sex ¹	\bar{X}	$S(\bar{X})$	CI	Cultivar	Variable	Sex	\bar{X}	$S(\bar{X})$	CI
Mamandu	Body weight (kg)	F	32.41a	1.35	28.98–35.84	Bamón	Body weight (kg)	F	27.61a	0.98	25.07–30.15
		M	30.90a	3.80	21.12–40.67			M	28.93a	2.02	24.75–33.12
	Body length (cm)	F	57.21ab	0.36	55.77–58.65		Body length (cm)	F	54.06ab	0.80	52.00–56.12
		M	53.90ab	1.35	49.37–58.42			M	55.88ab	2.24	50.11–61.65
	Chest width (cm)	F	15.75a	0.30	15.74–15.75		Chest width (cm)	F	13.36a	0.55	13.04–13.79
		M	14.75a	1.12	11.86–17.63			M	16.16a	0.30	16.10–16.17
	Rump width (cm)	F	17.50a	0.36	16.05–18.94		Rump width (cm)	F	16.45a	0.38	16.44–16.45
		M	16.50a	0.89	14.27–18.89			M	18.00a	0.51	16.67–19.32
	Heart girth (cm)	F	92.16ab	1.46	88.44–95.88		Heart girth (cm)	F	87.00ab	0.95	84.53–89.48
		M	87.16ab	5.03	74.27–100.05			M	92.00ab	1.91	87.07–96.92
	Abdominal circumference (cm)	F	98.50ab	1.40	94.88–102.11		Abdominal circumference (cm)	F	92.50ab	1.70	87.91–97.08
		M	94.00ab	4.46	82.56–105.43			M	95.83ab	1.86	91.02–100.63
Patiú	Body weight (kg)	F	32.21a	1.35	28.96–35.46	Palagata	Body weight (kg)	F	27.96a	2.21	21.79–34.12
		M	34.16a	1.42	30.48–37.83			M	28.93a	1.91	24.01–33.85
	Body length (cm)	F	58.50a	1.51	54.60–62.39		Body length (cm)	F	52.84b	0.99	50.07–55.60
		M	57.25a	1.42	53.58–60.91			M	55.00b	1.82	50.30–59.69
	Chest width (cm)	F	16.03a	1.07	14.95–17.10		Chest width (cm)	F	15.00a	0.44	13.75–16.24
		M	15.91a	0.32	15.91–15.92			M	16.50a	0.24	16.40–16.50
	Rump width (cm)	F	17.66a	0.35	16.23–19.10		Rump width (cm)	F	17.60a	1.14	16.182–19.01
		M	18.00a	0.36	17.99–18.00			M	17.50a	0.24	17.40–17.50
	Heart girth (cm)	F	93.50a	2.29	86.83–100.16		Heart girth (cm)	F	84.00b	3.11	75.34–92.65
		M	95.16a	1.96	93.12–97.2			M	88.03b	1.95	83.40–92.66
	Abdominal circumference (cm)	F	97.33a	2.10	91.91–102.75		Abdominal circumference (cm)	F	92.60b	2.00	84.23–100.96
		M	100.50a	1.80	96.36–104.63			M	93.50b	1.68	89.16–97.83

¹There was no significant difference between the sexes.

Means differ by different letters, within cultivars, differ according to Tukey's test ($p < 0.05$).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239493.t003>

leaves in that cultivar, as shown in Table 1. For BW, however, this statistical difference disappears due to the elevated dispersion of this variable, a characteristic inherent to body weight, according to the confidence interval. Therefore, using the variables least sensitive to external variables, with narrower confidence intervals, was essential in predicting animal body weight with greater efficiency. The observed uniformity of variables between both sexes is an indication that the animals had a homogeneous body size. This is an important fact for accurately determining biometric measurements, which serves as a premise in the formation of sheep lots in production systems. The mean values found in the present study corroborate results found in the literature for Santa Inês sheep in different age categories grazed on native and cultivated pastures, with and without supplementation [16]; on *B. brizantha* and *B. humidicola* [17]; and on Tifton 85 grass plus *Crotalaria quercifolia* forage mix [2].

The mean BW values of the animals at 270 days were similar to some reported by researchers [18] who evaluated 12-month-old Santa Inês sheep receiving different doses of concentrate while grazing on Tifton 85 grass. Those authors found BW means of 26.55, 28.55, 31.50, and 34.18 kg for the respective concentrate doses of 0, 0.66, 1.33, and 2.0%. The BW results obtained in the current study, in which a forage plant of lower nutritional value was employed, reveal the viability of farming meat sheep on *B. brizantha* cultivars in Northeast Brazil, a region whose main bottleneck in production is irregular herbage allowance throughout the year.

Intensifying the use of those grasses can contribute to improving herd productivity and consequently elevating the profitability of production systems.

The Piauí, Marandu, and Xanão cultivars provided a higher BL in rams and ewes, and the same was observed for the HG and AC measurements. The observed similarity in the development of these characteristics may be attributed to the morphological and structural conditions of the cultivars, whose herbage masses were equivalent in the three grazing cycles (Table 1). This might have had a positive effect on the growth potential expression of those animals. In young animals, growth rate is mostly related to feed intake, tissue growth capacity, and body maintenance efficiency [19]. Studies [20] with Santa Inês sheep on *B. brizantha* cv. Marandu and Piauí and on *Panicum maximum* cv. Massai and Aruana described BL values of 57.17, 55.58, 56.3, and 54.83 cm, respectively. These similar results may be associated with the genetics of the breed, the region where the experiment took place, and characteristics of the tested cultivars.

Leg width and rump width did not differ between the sexes or cultivars, which is probably related to the BW values, since these measurements are directly influenced by the nutritional status of the animal and by its development stage. The mean values of those measurements are within the observed range reported in studies [21, 22] with those animals, where authors found 15.53 and 16.55 cm for chest width and 13.52 and 15.8 cm for rump width, respectively. The average HG and AC of the rams and ewes in the current study were higher than those found [20] in uncastrated rams of the same breed with a live weight of 30 kg grazing on Marandu, Piauí, Aruana, and Massai pastures (82.12, 75.17, 83.92, and 81.83 cm; and 81.42, 82.33, 83.75, and 81.08 cm, respectively). This superiority is likely related to environmental effects, which include herbage allowance, nutritional value, parasitic frequency, and animal genotype. In an experiment on the production performance of six-month-old Santa Inês sheep [12], researchers obtained an average HG of 85.86 cm. As HG increases, so does the animal's weight gain ability, due to its greater respiratory capacity and dry matter intake [22], which may be considered a good indicator of BW.

In the analysis of BCS, whose purpose is to assess the degree of fat deposition in the animal carcass, there was no interaction effect between sex and cultivar or an effect of sex alone ($p > 0.05$). Age, however, influenced this variable ($p < 0.05$). Regardless of sex, the cultivar that provided the highest BCS at 270 days was Piauí (BCS = 3.04). The sheep on Piatá's pasture had the lowest BCS, 2.42 points (Fig 2A and 2B). Scores greater than 3 indicate slightly heavier animals with little fat deposition in the carcass [23]. The animals on Piatá's grass showed inferior BCS, despite their response for BW, which may be related to the lower leaf allowance, as shown in Table 1. The positive result obtained with the Piauí cultivar is likely a consequence of the higher herbage mass production observed in that period (approximately 2861.96 kg/ha) coupled with the 32% leaf percentage and lower dead mass percentage (40.85%), which led the animals to eat more.

The BCS of rams and ewes on all cultivars decreased gradually after 270 days of age. This decrease was likely due to the low herbage production observed in the last grazing cycle (Table 1), which, in turn, was a consequence of the low precipitation occurring in the period (Fig 1). Results for BCS may be considered a basic tool to monitor the weight development of animals in a production system.

The following measurements were highly associated (>70%) with BW: AC ($r = 0.82$), BL ($r = 0.81$), WH ($r = 0.79$), HG ($r = 0.78$), RH ($r = 0.73$), LC ($r = 0.70$), RW ($r = 0.70$), BC₁ ($r = 0.76$), and BC₂ (0.82). These high correlations indicate elevated meat production capacity, and these measurements can thus be used as selection tools [6, 15, 17, 24], as they are highly and positively correlated with animal weight [25]. Positive correlations were also found between BC₂ and biometric measurements in 1/8 Santa Inês + 1/8 Dorper and 1/8 Suffolk + 1/8

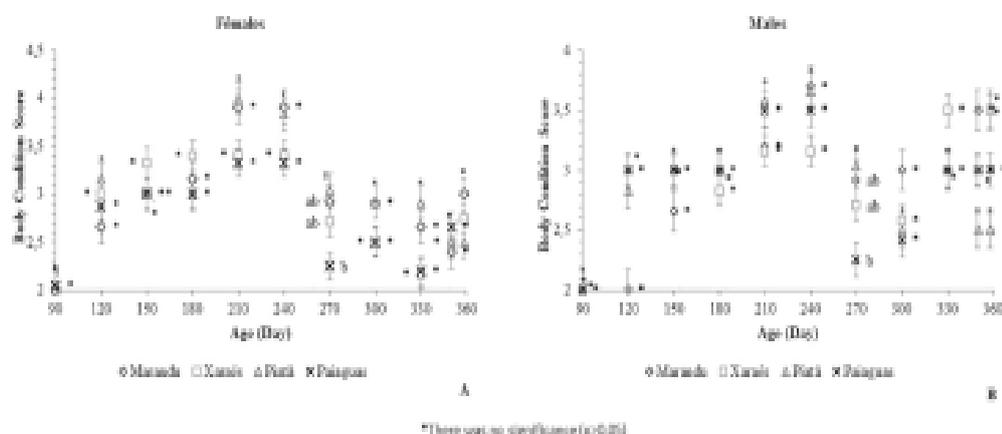


Fig 2. Body condition score of Santa Inês sheep in an intensive grazing system and different *B. brachyura* cultivars in Northeast Brazil.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219343.g002>

mixed-breed sheep [26]. The LC, LL, LW, and RW measurements showed lower r values than the others; therefore, they provide little accuracy in estimating BW when compared with highly related measurements.

In the trunk region, BL was strongly associated (≥ 0.70) with WH ($r = 0.75$), HG ($r = 0.70$), AC ($r = 0.72$), and BC₁ ($r = 0.77$), which is likely due to the homogeneous body growth among the animals. Two other highly associated measurements were WH and RH ($r = 0.86$). This correlation is important in determining animal body size, since the bone base is the main aspect considered during these measurements [27]. To However, this true for the other measurements, as they are also influenced by muscle and fat [13].

There was a significant interaction effect between cultivar, sex, and age ($p < 0.05$) in the regression analyses. The highest BW gain for both rams and ewes was obtained with cultivar Piadé (average: 39.51 and 40.43 kg, respectively; (Fig 3A and 3B). This better performance is

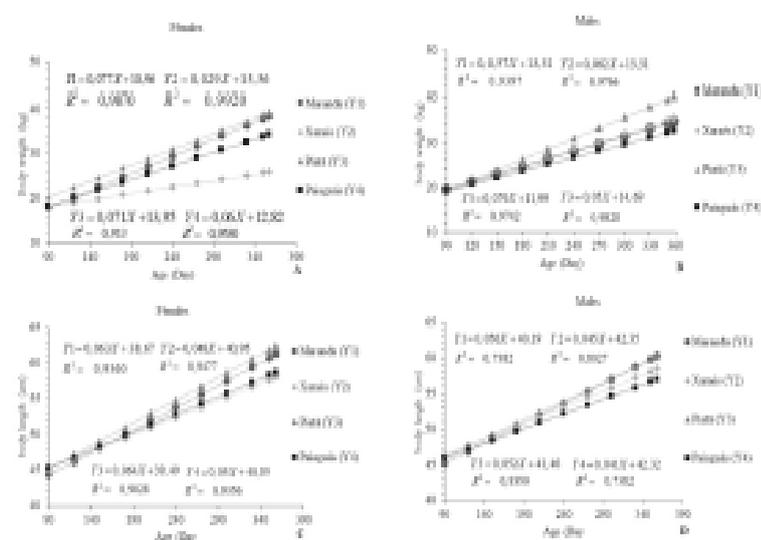


Fig 3. Linear behavior of body weight (A and B) and body length (C and D) in a function of age in Santa Inês rams and ewes on *Brachiaria brachyura* cultivars.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219343.g003>

possibly a result of the compensation between produced and consumed forage, since there were no significant differences in nutritional value across the cultivars (Table 2). Platã has the thinnest stem among the cultivars, which might have favored intake [28]. Variations in the grazing process arising from changes in the canopy structure may influence forage intake and, consequently, animal production [29].

The rams kept on Platã and Xaráis pastures gained more BW than the ewes (53.23 vs. 10.13%, respectively). In the Marandu and Paiguáis cultivars, the females were heavier than the males (25.98 vs. 16.67%, respectively). Weight gain usually responds differently according to sex, with males gaining more due to differences in sex hormones [30]. This behavior was distinct across the cultivars, possibly because the effect of sex was not significant to the point of causing greater BW only for the rams. This effect is likely more noticeable as the animals reach adult age [16].

The weight gain of the sheep on Marandu, Xaráis, Platã, and Paiguáis pastures over the 360-day period was 34.98, 35.63, 40.43, and 32.69 kg for rams and 38.68, 26, 39.51, and 34.42 kg for ewes, respectively. These values correspond to 43.72, 44.53, 50.53, and 40.86% of the weight of an adult Santa Inês ram and 64.46, 43.33, 65.85, and 57.36% of the weight of an adult Santa Inês ewe, in the respective order of cultivars. These results demonstrate the viability of farming meat sheep using those cultivars. Studies involving Santa Inês rams and ewes also reported that these animals reached 70% of adult weight at 360 to 450 days of age [31]. The current results agree with the statement that Santa Inês is for meat production. However, achieving this production requires excellent animal management control, high-quality diets, and technologies that indicate the ideal moment for slaughter.

Ewes on the Platã pasture showed the best results for BL, growing 0.064 cm per day, which resulted in an average BL of 62.53 cm. The rams with the highest BL were those which grazed on Marandu grass, growing 0.056 cm per day and averaging a BL of 60.19 cm at 360 days (Fig 3A and 3B). A comparison between the effects of the Marandu, Xaráis, Platã, and Paiguáis cultivars on the sexes showed that the females had longer bodies than the males on all cultivars (approximately 88.88, 93.75, 81.25, and 82%, respectively). This trend is possibly related to hormonal action, which influences tissue growth in each sex differently.

A similar study with Santa Inês, Dorper × Santa Inês, and Dorper × Morada Nova sheep revealed a different behavior from that observed in our study, with no sexual dimorphism occurring in any of the traits evaluated from birth to 180 days of age [11]. In the present study, the animals already exhibited sexual dimorphism at 180 days. Regardless of the sex, the present values are similar to the average BL of 62.02 and 65.95 cm reported in performance trials with Santa Inês sheep [11, 32]. Body length values indicate loin length, and when associated with height and weight, they can reveal the carcass conformation of an animal after slaughter.

Heart girth is a measure that indicates the potential of an animal for meat production [17]. Ewes on Paiguáis pasture showed the highest value for this variable 129.08 cm, which corresponds to 63.08, 58.51, and 57.24% of those observed in the animals on the Xaráis, Marandu, and Platã pastures, respectively. The rams with the highest HG were those which grazed on Platã pasture, averaging 102.46 cm. This value was 50.34, 33.78, and 30.47% higher than those shown by the rams on the Paiguáis, Marandu, and Xaráis, respectively (Fig 4C and 4D).

The results obtained for the Paiguáis and Platã cultivars are probably related to the structural characteristics of those forages such as thinner stems, and in the case of Paiguáis, smaller leaves [28]. This fact might have led to a higher intake of forage mass by the animals. The average HG values found in the above-mentioned study corroborate the present findings for rams and ewes (124.28 and 114.97 cm, respectively). In the analysis of cultivar effect on HG in rams and ewes, a difference was observed for HG between the animals on Platã, Xaráis, and Paiguáis pastures. Males grew approximately 31.79 and 15.29%, respectively, in relation to the

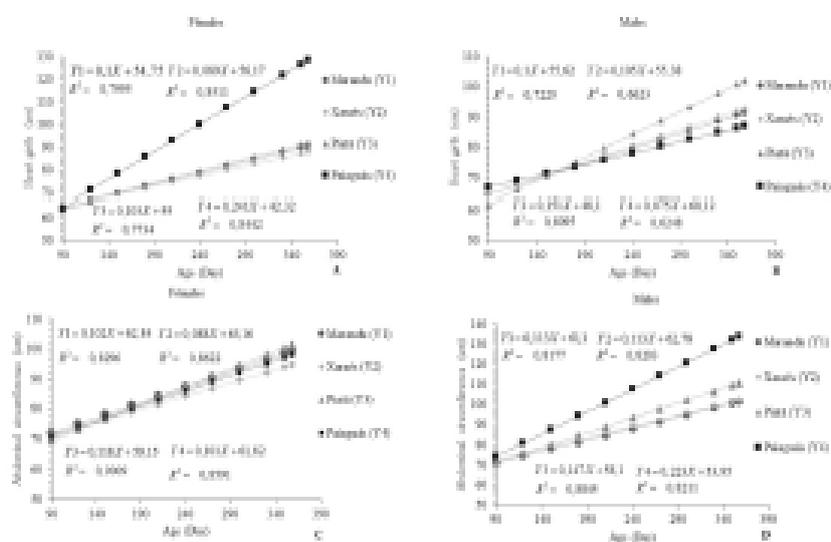


Fig 4. Linear behavior of heart girth (A and B) and abdominal circumference (C and D) in a function of age in Santa Inês male and ewes on pastures of *Brachiaria brizantha* cultivars.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219348.g004>

females on Platão and Xaraés pastures. The ewes, in turn, grew 68.88% in relation to the rams on the Piaçuí pasture.

The opposite of what occurred for HG was observed for AC, with the ewes on Platão grass showing the highest AC (average: 101.63 cm). Males on Piaçuí pasture showed an AC of 134.23 cm. These results were possibly influenced by the same effects observed for HG in those animals. A sex effect ($p < 0.05$) was detected for the animals on Piaçuí, Xaraés, and Platão pastures, with rams showing a 54.7, 20.0, and 19.73% larger AC than the ewes, respectively. The males possibly had a faster bone growth that was caused by the action of hormones [21], which is translated in to larger dimensions compared to females in the same period.

The LW and RW measurements were also influenced by the cultivars ($p < 0.05$) (Fig 5A and 5B). In rams and ewes, the highest LW was observed for those grazing on Marandu pasture (average: 25.6 and 17.26 cm, respectively). For this cultivar, the ewes showed a higher RW than the rams, averaging 20.1 cm. The rams on Platão grass showed the highest RW: 20.8 cm. For this variable, the Marandu cultivar did not show function fitting. The observed results may be a consequence of the BW of those animals on the same cultivars. The LW values agree with those reported in studies [20] with Santa Inês sheep on Marandu, Platão, Massai, and Aruaçu pastures, where the authors obtained mean LW of 18.75, 17.5, 17.08, and 16.82 cm, respectively. The results for RW in the current study were higher than the 15.41 and 15.0 cm found in an experiment [20] evaluating animals grazing on Marandu and Platão pastures, respectively. This may be related to the greater growth of the animals in the present study. A higher RW may provide increased muscle proportion in the leg, which is a desirable trait in meat sheep.

For CW and RW measurements, the sex effect was also expressed, with the rams showing a 65.12% and 40% higher LW than the ewes on Marandu and Platão pastures, respectively. This effect was also observed for RW (Fig 5C and 5D), for which the males on Platão, Xaraés, and Piaçuí pastures were superior to the females on all cultivars by 17.86, 11.67, and 13.64%, respectively. The BW of those animals might have contributed to these results, since those measurements are directly related to nutritional performance. These cultivars possibly caused

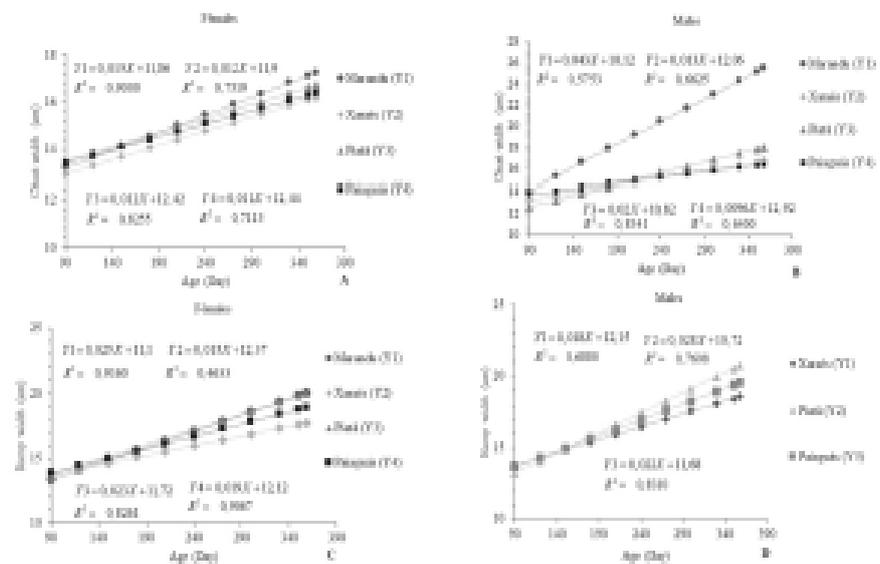


Fig 5. Linear response of chest width (A and B) and rump width (C and D) as a function of age in Santa Inês ewes and rams on pastures of *Brachiaria brizantha* cultivars.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219348.g005>

distinguished effects on the muscle development in the animals. It is known that the type of diet can influence muscle development and composition in an animal [33].

Ewes on the Paial pasture showed a WH of 66.68 cm, which is 64.29, 53.39, and 25% higher than the WH of the ewes grazing on the Paiguais, Marandá, and Xarais cultivars, respectively (Fig 6A and 6B). Among the rams, those with the highest WH grazed on Paiguais pasture (average 70.82 cm). This growth was 68.92, 56.76, and 33.79% greater than those shown by the rams on Marandá, Xarais, and Paial pastures, respectively. There was a sex effect for this

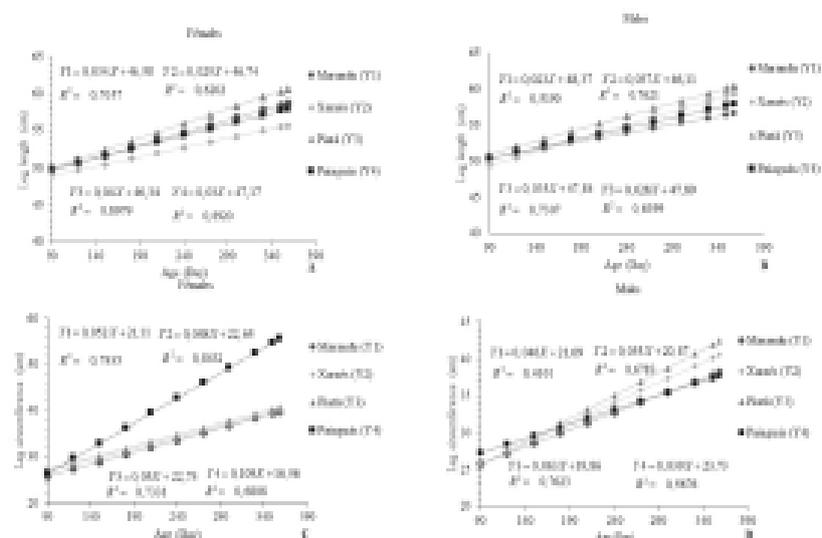


Fig 6. Linear behavior of wither height (A and B) and rump height (C and D) according to age in Santa Inês ewes and rams on *Brachiaria brizantha* cultivars.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219348.g006>

variable, with the ewes on Xaraés and Platão grasses having a 49.21 and 41.67% higher WH than the males, respectively. The rams on Paiguais and Marandu pastures were superior to the females by 59.46 and 42.5%, respectively, for this variable. The present WH values are within the range observed in studies with Santa Inês sheep fed diets based on grass hay and concentrate containing sunflower cake (WH = 64.8 cm) [22].

Cultivar and sex effects were observed for RH ($p < 0.05$). Cultivar Marandu provided the highest RH in the ewes (average: 75.98 cm). This growth was 67.05 and 113.7% higher compared with that achieved on the Paiguais and Platão cultivars. This result may explain the higher RW observed in the females grazed on Marandu pasture. In the rams, cultivar Platão provided the highest RH, 65.23 cm. This value corresponds to 59.54, 41.87, and 23.26% of the RH obtained by the animals on Marandu, Paiguais, and Xaraés pastures. Between the sexes, the females those with a 70.46, 60.25, 44.88, and 13.8% higher RH than the males. Results for WH and RH indicate leggy animals with likely well-developed shoulders and thighs.

The females with the highest LI (58.82 cm) were those grazing on Marandu pasture (Fig 7A and 7B). The males with the highest LI (60.44 cm), in turn, were those which grazed on Platão grass. The highest LC in the Platão pasture was obtained by the males: 42.54 cm. In the case of females, the highest LC (55.8 cm) was observed in the animals on Paiguais grass. Considering these responses, it can be inferred that long legged animals are not always those with the highest LI and LC.

Ewes had a higher LI than rams on the Marandu and Platão grasses (32.36 and 12.5%, respectively). Differences in LI and LC growth between males and females were detected in the groups on Xaraés cultivar (32.44 vs. 12.73%, respectively). The LC of ewes on Paiguais, Platão, and Marandu pastures was 64.23, 20.64, and 11.54% more developed than in the rams (Fig 7C and 7D). Overall, the ewes showed greater muscle mass in the leg, which indicates better meat cuts. The leg meat may account for up to 50% of the carcass weight of sheep slaughtered at 30 kg [33].

Body capacity indices BC_1 and BC_2 responded linearly ($p < 0.05$). However, cultivar Marandu did not fit any functions for BC_1 , and neither did BC_2 in cultivars Marandu, Xaraés, and

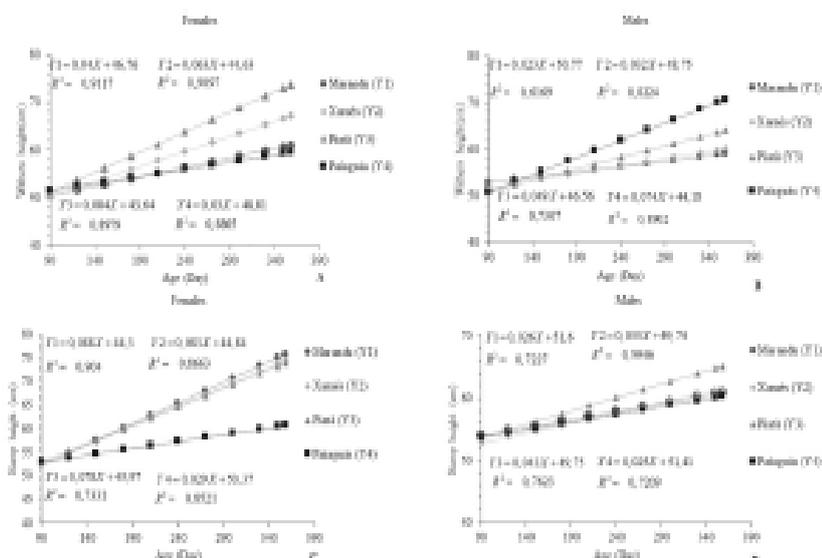


Fig 7. Linear behavior of leg length (A and B) and leg circumference (C and D) according to age in Santa Inês ewes and rams on *Brachiaria brizantha* cultivars.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219348.g007>

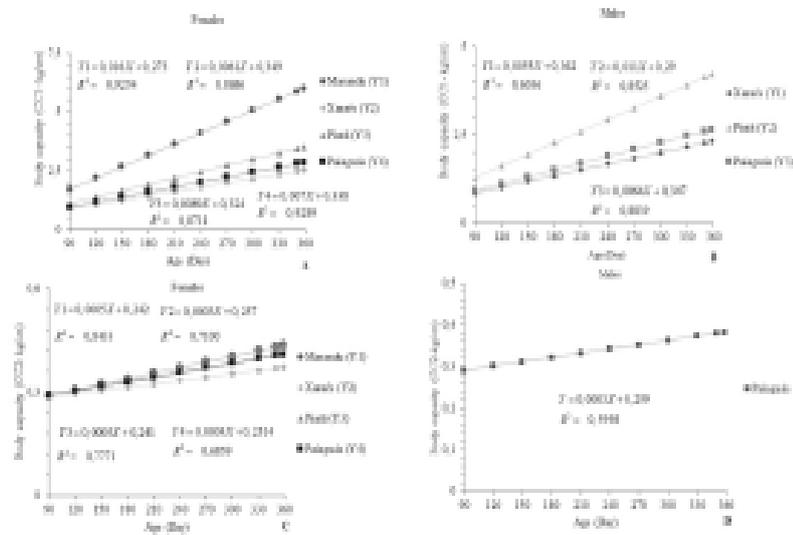


Fig 8. Body capacity indices (BC_1 and BC_2) according to age in Santa Inês ewes (A and B) and rams (C and D) on *Brachiaria brizantha* pastures.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219348.g008>

Piat1 (Fig 8A, 8B, 8C and 8D). The ewes with the highest BC_1 were those on the Marandu pasture, averaging 6.03 kg/cm. This finding may be due to the higher BW observed in the group grazing on Marandu pasture. The rams with the highest BC_1 were those grazing on Piat1 grass, averaging 4.25 kg/cm. BC_1 indices greater than 1.0 kg/cm indicate animals with low conformation, which is a desirable trait in meat animals [24].

For BC_2 , the females on Marandu grass and the males on the Piat2 pasture showed the best results: 0.422 and 0.367 kg/cm, respectively. This index increased gradually as the animals grew older. The increasing values indicate increased deposition of muscle and adipose tissue per unit of growth, showing that the animals have potential for meat production. Similar results were reported in studies [27] investigating the same indices in Santa Inês rams and ewes aged 360 to 540 days. The observed BC_1 were higher than 1.0 kg/cm, whereas BC_2 ranged between 0.50 and 1.0 kg/cm in both sexes. In rams and ewes, BC_1 was higher than BC_2 , and this response likely has a direct relationship with the growth speed of the BW, BL, and HG measurements. Body length growth is stabilized as bone growth stops, while BW and HG may continue growing even if bone growth is stabilized, because these measurements are more closely related to animal age and nutritional conditions, which depend directly on the type of diet applied to them [16].

As shown in Table 4, the live weight of ewes and rams can be explained by the BC_2 index and HG. The main advantage of using the body compactness index and heart girth in predicting body weight is increased measuring reliability, i.e., these variables are less sensitive to external factors. A study [25] involving similar conditions evaluating the performance of Santa Inês lambs showed that the equation that best explained live weight was heart girth. Studies with lactating Santa Inês sheep reared in the Amazon showed that the best equation to predict live weight in sheep until 60 days of age was composed of the following variables: body length, rump height, heart girth, rump width, and leg circumference [17]. In the present study, although these measurements were significant, they were accompanied by an $R^2 \leq 0.99\%$ and because this was the criterion determined for the equation, it was not possible to consider these measurements in the estimate of BW.

Table 4. Regression equations to estimate the live weight of Santa Inês rams and lambs on *Brachiaria brizantha* cultivars according to biometric measurements.

Cultivar	Sex	Prediction equation	Adjusted R ² (%)	P
Marandu	Female	BW = -26.35 + 78.45 BC ₂ + 0.34 HG	99.30	0.00001
	Male	BW = -24.34 + 73.34 BC ₂ + 0.34 HG	99.03	
Xaraés	Female	BW = -24.70 + 75.90 BC ₂ + 0.33 HG	99.47	0.00001
	Male	BW = -22.87 + 73.26 BC ₂ + 0.32 HG	99.24	
Piatã	Female	BW = -27.07 + 80.22 BC ₂ + 0.34 HG	99.37	0.00001
	Male	BW = -24.98 + 73.80 BC ₂ + 0.34 HG	99.46	
Paiaguás	Female	BW = -26.94 + 77.81 BC ₂ + 0.35 HG	99.57	0.00001
	Male	BW = -23.76 + 72.96 BC ₂ + 0.32 HG	99.50	

BW = body weight; BC₂ = body capacity index 2 = live weight (kg)/heart girth (cm); HG = heart girth; P = error probability; R² = coefficient of determination.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238433.t004>

The estimated equations can accurately predict the live weight of Santa Inês sheep aged up to 12 months in the present production conditions. Body capacity index 2 explained 78.2, 75, 74.5, and 79% of the live weight of ewes and 86, 81.33, 68.87, and 78.45% of the live weight of rams on Marandu, Xaraés, Piatã, and Paiaguás pastures, respectively. The higher percentage observed for the males is likely due to the higher HG of those animals, which is influenced by the bone base and muscle and fat tissues, as a function of weight.

Researchers [32] evaluating the weight and yield of carcass and non-carcass components of Santa Inês sheep with an average live weight of 32 kg, at 120 days of age, concluded that the equation to estimate cold carcass weight as a function of heart girth showed the best fit and considered it practical for use in production conditions. The adoption of easily executed and low-cost biometric measurements and equations capable of accurately predicting live weight are important tools for sheep farmers, allowing them to estimate the animals' live weight and the productive capacity of their carcass.

Conclusions

The Santa Inês rams and ewes showed distinct growth of biometric measurements across cultivars, during the growth phase. Marandu and Piatã cultivars are the most suitable for sheep farming, as they allow for improved production performance and body development.

Supporting information

S1 File. Biometric measurements of Santa Inês meat sheep in Nordeste of Brazil. (XLSX)

Acknowledgments

The authors thank the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) for financing the research project and the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for the fellowship grant.

Author Contributions

Investigation: Ângela Maria Quintão Lana.

Methodology: Ângela Maria Quintão Lana, Francisca Fernanda da Silva Roberto, Pedro Henrique Cavalcante Ribeiro.

Project administration: Gelson do Santos Difante.

Resources: Gelson do Santos Difante.

Software: Ângela Maria Quintão Lana.

Supervision: Francisca Fernanda da Silva Roberto.

Visualization: Gelson do Santos Difante.

Writing – original draft: Joelma da Silva Souza.

Writing – review & editing: João Virgínio Emerenciano Neto.

References

1. Alves L G C, Castro J C S, Fernandes A R M, Ricardo H A, Cunha C M, Produção de carne ovina com foco no consumidor. *Enciclopédia Brasileira*. 2014. 1(0):2400.
2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística—IBGE. Sistema de Recuperação Automática— Banco de dados 2017. <http://www.cidades.ibge.gov.br>.
3. Aksoy Y, Ulutaş Z. Meat production traits of local Karayaka sheep in Turkey: The meat quality characteristics of lambs. *Italian Journal of Food Science*. 2018. 28:101.
4. Melo JC, Alexandrino E, Paula Neto J J R, Rezende J M, Silva A A M, Silva D V, et al. Comportamento ingestivo de bovinos em capim-Plantão sob irrigação intermitente em resposta a diferentes níveis de entrada. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 2018. 17:3:385–400.
5. Yildirim A, Ulutaş Z, Ozak N, Kaplan M. Carcass Yield, Non-Carcass Parts, Internal Organs and Meat Quality Characteristics of Karayaka Male Lambs with Different Birth Weight Fed Free-Choice Feeding. *Sains Malaysiana*. 2017. 46: 3: 429–437.
6. Yildirim A, Ulutaş Z, Ozak N, Kaplan M. Effects of birth weight and feeding system on fattening performance and feeding behavior of Karayaka male lambs. *Italian Journal of Food Science*. 2013. 12:89.
7. Moreira A L, Carvalho W F, Moreira Filho MA, Moura R L, Souza K R F, Fátima que influencia no comportamento de caprinos em pastagem. *Revista Eletrônica Nutritiva*. 2014. 11: 4: 3607–3616. Available at: www.nutritiva.com.br.
8. Castro F A B, Ribeiro E L A, Kortick NA, Mizubuti Y, Silva L D F, Pereira E S, et al. Desempenho de cordeiros Santa Inês durante o crescimento ao desmame: Efeitos de ovelhas sã matedas com diferentes níveis de energia. *Seminário: Ciências Agrárias, Londrina* 2012. 33: 2: 3379–3388.
9. Araújo R P, Souza B B, Roberto J V B, Dantas N L B, Oliveira G C, et al. Medidas Corporais e da Carcaça de Ovinos Suplementados com Diferentes Níveis de Sal Formigado de Favas. *Revista Científica de Produção Animal*. 2015. 17: 1: 1–8.
10. Yildirim A, Ulutaş Z, Ozak N, Şirin E, Aksoy Y. A study on gastrointestinal tract characteristics of ram lambs at the same weights from six Turkish sheep breeds. *South African Journal of Animal Science*. 2014. 1:44.
11. Silva N V, Costa R G, Medeiros G R, Gonzaga Neto S, Cezar M F, Cavalcanti M C A, Medidas *in vitro* e da carcaça e constituintes não carcaça de ovinos alimentados com diferentes níveis do subproduto agroindustrial da goiaba. *Revista Brasileira de Saúde e Produção animal, Salvador*. 2016. 17: 1: 101–115.
12. National Research Council—NRC. Nutrient requirements of small ruminants. 1ed. Washington: National Academy Press; 2007. 362.
13. Yáñez EA, Rezende KT, Ferreira A C D, Ferreira A C D, Medeiros A N, Sobrinho A G S, et al. Utilização de Medidas Biométricas para Prever Características Cabritas Saanen. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2004. 33:1:1564–1572.
14. Sidney S. Nonparametric statistics. Behavioral sciences, New York. 1956. 2:41–244.
15. COHEN J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. Hillsdale, NJ, Erlbaum. 1988.
16. Costa Junior G S, Campelo J E G, Azevedo D M M R, Martins Filho R, Cavalcante R R, Lopes J B, et al. Caracterização biométrica de ovinos da raça Santa Inês criados nas micro-regiões de Tenassa e Campo Maior, Piauí. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2006. 35: 6: 2060–2067.
17. Souza R A, Voladini T V, Pereira L G R, Moraes S A, Moreira D B, Araújo G G, Desempenho produtivo e parâmetros de carcaça de cordeiros mantidos em pastos irrigados e suplementados com doses crescentes de concentrado. *Acta Scientiarum: Animal Sciences*. 2010. 32: 3: 323–329.

18. Souza S, Leal A, Barioni C, Mattos A, Monzê J, Araújo M, et al. Utilização de medidas biométricas para estimar peso vivo em ovinos. *Archivos Latino-americanos de Producción Animal*. 2009; 17: 3: 61–66.
19. Alves JM, Momeni C, Lucio CM, Camargo H, Dalgado S, Cedevid V G, et al. Efeito da Nascimento e Puberdade em Cordeiros Santa Inês. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2006; 33:959–966.
20. Trindade T F M, Difante G S, Emerenciano Neto J V, Fernandes L S, Araújo I M M, Vieira E L L. Biometry and carcass characteristics of lambs Supplemented in tropical grass pastures during the dry Season. *Bioscience Journal*, Uberlândia. 2018; 34:1:173–179.
21. Abal de Abajo M J, Sierra Afranca I. Acaba do de cordeiros merinos: extremefios en cabeceira, peico, crecimentos, rendimentos y valor al quinto cuarto. *Archivos de Zootecnia*. 1993; 42:1:61–172.
22. Silva D L S, Braga A P, Pontes F S T, Lima Júnior DM, Costa W P, Chaves V V, et al. Viabilidade econômica e morfometria das características corporais e de carcaça de ovinos alimentados com torta de girassol. *Acta Veterinária Brasílica*. 2015; 9:4:306–315.
23. Momeni C, Louvandini H, Dalgado S, Melo CB, Seixas L. Escane corporal. INCT Informação Genética- Santa Inês da Pecuária Brasileira. 2010. <http://animal.ufrb.br/imagens/Safranica/escane corporal.pdf>.
24. Sementto J L R, Rezuzzi A J, Souza W H, Torres R A, Breda F C, Meneses G L R Q. Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2006; 33:2: 435–442.
25. Glaser S, Kemeis H, VAN Arendonk J A M. Selection on linear size traits to improve liveweight in meat sheep under nucleus and village breeding programs. *Livestock Science*. 2008; 118:92–98.
26. Rezende MP G, Oliveira N M, Ramalho G G. Índices zootécnicos de ovinos cruzados criados em duas propriedades no Pantanal de Miranda, MS. *Revista Agrária*. 2014; 7: 24: 300–400.
27. Tebalini Neto M R, Cruz J F, Malhado C H M, Faria H H N, Souza E S, Carneiro P L S, Malhado C H M. Descrição do crescimento de ovinos Santa Inês utilizando modelos não-lineares selecionados por análise multivariada. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador. 2016; 17: 1: 26–36.
28. Euclides V P B, Montagne D B, Barbosa R A, Do valle CB, Nantes N N. Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS Páguara and BRS Páris). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2016; 5: 3:65–69.
29. Nantes N N, Euclides V P B, Montagne D D, Lempp B, Barbosa RA, Góia F O. Desempenho animal e características de pastos de capim-Páris submetidos a diferentes intensidades de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2010; 45: 1: 114–121.
30. Pacheco A, Quinto C R. Estudo das características de crescimento em ovinos. *Pubvet*, Londrina. 2008; 2:29:1962–1263.
31. Tebalini Neto M R, Cruz J F, Malhado C H M, Carneiro P L S, Nunes R C S, Souza L M, et al. Characterization of bodybiometrics during growth of elite Santa Inês sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2012; 41: 1: 58–64.
32. Soares B C, Souza K D S, Lourenço J B Junior, Medial e Silva A G, Ávila S C, Kusso F, et al. Desempenho e características de carcaça de cordeiros suplementados com diferentes níveis de resíduo de biodiesel. *Arquivo Brasileiro de medicina Veterinária e Zootecnia*. 2012; 64:6: 1747–1754.
33. Odeiro J C S, Odeiro M T M, Vargas F M Junior, Fernandes A R M, Seno L Q, Ricardo H A, et al. Critérios para abate do animal e qualidade da carne. *Revista Agrária*. 2012; 5: 18: 433–443.
34. Souza W H, Cortico F C, Ojeda M D B, Cunha M G G, Cezar M F, Souza E L Junior, et al. Desempenho, características morfológicas e de carcaça de ovinos e caprinos submetidos a provas zootécnicas. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*. 2011; 5:3:47–51.
35. Kortla K N A, Ribeiro E L A, Soeiro D C, Mizubuti I Y, Silva L D F, Barbosa M A A F, et al. Fatores que afetam o desempenho de cordeiros Santa Inês puros e cruzados do nascimento ao desmame. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. Salvador. 2012; 13:258–270.