

Pastagens de milho ou sorgo forrageiro para novilhos de corte em fase de crescimento

Pastures of millet or sorghum forage for steers in the growth phase

Pasturas de mijo o sorgo forrajero para novillos en fase de crecimiento

Recebido: 11/09/2020 | Revisado: 13/09/2020 | Aceito: 14/09/2020 | Publicado: 16/09/2020

Alexandra Fabielle Pereira Viana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6757-7360>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: alexandra_viana@hotmail.com

Jonatas Cattelam

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4395-2189>

Universidade Federal da Fronteira Sul, Brasil

E-mail: jonatas.cattelam@uffs.edu.br

Patrícia Machado Martini Cattelam

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0648-4064>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: patriciammartini@hotmail.com

John Lenon Klein

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8337-4152>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: johnlenonklein@hotmail.com

Sander Martinho Adams

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4895-8237>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: sander.adams@hotmail.com

Diego Soares Machado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2406-280X>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: dsm_zootecnista@hotmail.com

Leonel da Silva Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9272-9151>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: rodrigues_leonel@hotmail.com

Ivan Luiz Brondani

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6526-3042>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: ivanbrondani@gmail.com

Dari Celestino Alves Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2559-7504>

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

E-mail: darialvesfilho@hotmail.com

Resumo

Espécies de pastagem anual de verão são utilizadas no Brasil para fornecer forragem em épocas desfavoráveis e/ou atender categorias mais exigentes. Objetivou-se avaliar os parâmetros produtivos da forragem e o desenvolvimento de novilhos ($195,0 \pm 13,40$ kg; $14 \pm 0,19$ meses) em pastagens de milheto ou sorgo forrageiro. Os tratamentos consistiram em: Pastagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e Pastagem de milheto (*Pennisetum americanum* Leeke). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso. O período experimental foi de 84 dias, subdividido em três períodos de avaliação. A pastagem de milheto proporcionou maior oferta de lâminas foliares (3,64 vs. 1,98 kg MS/100 kg de peso corporal), porém as demais características não diferiram entre as espécies forrageiras ($P > 0,05$). A evolução de peso e estrutura corporal dos novilhos foi semelhante entre as forrageiras, assim como, a produtividade animal por unidade de área ($P > 0,05$). Os períodos de avaliação influenciaram significativamente a produção vegetal e animal ($P < 0,05$). O avanço no ciclo de utilização das pastagens resultou em piora na estrutura da forragem, com menor oferta de lâminas foliares, surgimento acentuado de espécies espontâneas e redução na produtividade da forragem. Houve evolução de peso e escore corporal com o avanço dos períodos de pastejo, com diferença significativa a cada 28 dias ($P < 0,05$). Sorgo forrageiro e milheto apresentam parâmetros produtivos similares, mostrando-se como boas opções alimentares para novilhos em crescimento. O avanço no ciclo produtivo acarreta modificações na estrutura da pastagem, reduzindo a produtividade por área.

Palavras-chave: Ganho de peso diário; Ganho de peso por área; Oferta de lâminas foliares; Relação peso:altura.

Abstract

Annual pasture species summer are used in Brazil to supply forage in unfavorable seasons and / or to meet more demanding categories. The objective of this study was to evaluate the forage production parameters and the development of growing steers (195.0 ± 13.40 kg, 14 ± 0.19 months), in pastures of pearl millet or forage sorghum. Treatments consisted of: Sorghum grazing (*Sorghum bicolor* L. Moench) and Pearl millet grazing (*Pennisetum americanum* Leeke). The experimental design was randomized blocks. The experimental period was 84 days, divided into three evaluation periods. Pearl millet pasture provided a greater supply of leaf blades, in relation to forage sorghum (3.64 vs. 1.98 kg DM / 100 kg body weight), but the other characteristics did not differ between forage species ($P > 0.05$). The evolution of weight and body structure of steers was similar between forages, as well as the animal productivity per area unit ($P > 0.05$). The evaluation periods significantly influenced plant and animal production ($P < 0.05$). The advance in pasture utilization cycle resulted in worsening of the forage structure, with lower supply leaf blades in the forage canopy, a pronounced emergence spontaneous species and reduction in forage yield. There was weight and body score evolution with the advancement of grazing periods, with significant difference every 28 days ($P < 0.05$). Sorghum or pearl millet pastures present similar productive parameters, showing good feeding options for growing steers. The advance in the productive cycle leads to modifications in the structure of the pasture, reducing the productivity per area.

Keywords: Average daily gain; Leaf blade supply; Weight gain per area; Weight: height ratio.

Resumen

En Brasil se utilizan especies de pasturas anuales de verano para proporcionar forraje en temporadas desfavorables y/o para satisfacer categorías más exigentes. El objetivo fue evaluar los parámetros de producción de forrajes y el desarrollo de novillos (195.0 ± 13.40 kg; 14 ± 0.19 meses) en pasturas de mijo o sorgo forrajero. Los tratamientos consistieron en: pasto de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y pasto de mijo (*Pennisetum americanum* Leeke). El diseño experimental fue de bloques al azar. El período experimental fue de 84 días, dividido en tres períodos de evaluación. La pastura de mijo proporcionó una mayor oferta de hojas (3.64 vs. 1.98 kg MS/100 kg peso vivo), pero las otras características no difirieron entre las especies forrajeras ($P > 0.05$). La evolución del peso y estructura corporal de los novillos fue similar entre los forrajes, así como la productividad animal por unidad de área ($P > 0.05$). Los

períodos de evaluación influyeron significativamente en la producción vegetal y animal ($P < 0.05$). El avance en el ciclo de aprovechamiento de la pastura resultó en un empeoramiento de la estructura del forraje, con menor oferta de hojas, aparición acentuada de especies espontáneas y reducción de la productividad del forraje. Hubo una evolución del peso y la condición corporal con el avance de los períodos de pastoreo, con una diferencia significativa cada 28 días ($P < 0.05$). El sorgo forrajero y el mijo tienen parámetros de producción similares, mostrándose como buenas opciones alimenticias para novillos en crecimiento. El avance en el ciclo productivo conlleva cambios en la estructura del pasto, reduciendo la productividad por área.

Palabras clave: Ganancia promedio de peso; Ganancia de peso por área; Oferta de hoja; Relación peso: estatura.

1. Introdução

Dentre as forrageiras de estação quente que são bastante utilizadas para pastejo por ruminantes podemos destacar o milheto (*Pennisetum americanum* Leeke) e sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench), sendo ambas de ciclo anual. O milheto é uma forrageira cultivada de grande importância, utilizada principalmente em sistemas produtivos mais tecnificados. Sua característica principal é alto potencial de produção de forragem com alta qualidade em período reduzido, no qual pode suportar altas taxas de lotação (Moojen et al., 1999). Ademais, sua produção pode se destinar tanto ao uso como forragem verde para pastejo, para armazenamento e uso posterior na forma de silagem ou para a produção de grãos (Albuquerque et al., 2020). O sorgo forrageiro, também bastante utilizado para bovinos de corte, é descrito por Soares et al. (2020) como uma opção forrageira adotada pelos produtores devido ao seu alto potencial de produção de forragem, alto valor nutritivo e tolerância à estiagem.

No caso de bovinos de corte a intensificação dos sistemas de produção envolve a maximização do uso de recursos forrageiros utilizando culturas forrageiras de alta produtividade, boa capacidade de suporte e maximização de ganhos de peso por unidade de área (Rodrigues et al., 2017). Para tal, as culturas de milheto e sorgo forrageiro, devido suas características tornam-se boas opções de alimentação para o rebanho. Porém, dentre as fases da criação de bovinos de corte, os animais em recria (crescimento), em muitos casos são uma categoria preterida em relação à cria e, principalmente a terminação, recebendo menor atenção, incluindo o manejo alimentar. No entanto, é necessário buscar alternativas de

recursos forrageiros que atendam os requerimentos nutricionais dos bovinos em recria para evitar retardos significativos no seu desenvolvimento, com reflexos em toda vida produtiva.

No Brasil, dos 193,39 milhões de bovinos que compunham o rebanho, 26,28 milhões eram novilhos em fase de crescimento, com idade entre 12 e 24 meses (Anualpec, 2018). Embora o uso de pastagens cultivadas seja uma excelente opção alimentar para essa categoria é fundamental que se conheça o ímpeto de crescimento, a capacidade de suporte, o manejo da estrutura, entre outras características para sugestão do manejo mais adequado. Outro aspecto relevante das forrageiras anuais de verão é a compreensão dos fluxos de tecidos de acordo com seu ciclo vegetativo, em que há crescimento vegetativo ótimo em curto período, com acentuada redução na produção e qualidade da forragem com o avançar do ciclo, quando pastejadas por bovinos (Pacheco et al., 2014; Rodrigues et al., 2017; Soares et al., 2020).

Diante do exposto, objetivou-se neste estudo avaliar, em diferentes períodos, os parâmetros produtivos da pastagem e o desempenho de novilhos de corte em fase de crescimento, mantidos em pastagens de milho ou sorgo forrageiro.

2. Metodologia

2.1 Descrição do local

O experimento foi conduzido no Laboratório de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Santa Maria (29°43'S, 53°42'W, com altitude de 95 m), entre dezembro de 2014 e março de 2015. O clima da região é Cfa (subtropical úmido), conforme classificação de Köppen (Alvares et al., 2013). Os dados climáticos do período experimental foram coletados da Rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores médios observados de precipitação, temperatura e insolação durante o período experimental e série histórica (1984 – 2014) para o município de Santa Maria – RS.

Série Histórica	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Média
Precipitação (mm)	116,9	144,7	155,9	128,6	124,5	134,1
Temperatura (°C)	21,4	22,7	24,6	24,0	22,2	22,9
Insolação (horas)	223,7	250,4	248,7	201,5	212,1	227,3
Período experimental (2014 – 2015)	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Média
Precipitação (mm)	59,7	324,3	175,1	84,3	132,4	155,2
Temperatura mínima média (°C)	17,3	19,3	20,8	20,3	18,8	19,3
Temperatura máxima média (°C)	29,7	29,7	30,8	30,0	29,8	30,0
Insolação (horas)	233,2	211,0	212,4	217,7	209,5	216,7

Fonte: Dados da Rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O solo da região é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico (Embrapa, 2006). As propriedades químicas do solo no início do estudo eram: pH água = 4,9; P = 17,1 (Mellinch⁻¹); K = 156,0 cmol_c/dm³; Ca⁺² = 7,2 cmol_c/dm³; Al⁺³ = 1,2 cmol_c/dm³; MO: 3,2%; CTC efetiva = 12,5 cmol_c/dm³ e saturação de bases = 58,5%.

2.2 Desenho experimental e tratamentos

O experimento foi realizado em área total de 3,6 ha, com seis subdivisões de 0,6 ha cada, disposto em delineamento de blocos completamente casualizados, com três repetições de área (piquetes). Duas forrageiras submetidas ao pastejo contínuo, com lotação variável, por novilhos de corte e formaram os tratamentos: Milheto (*Pennisetum americanum* Leeke), cultivar ADR 500 e Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), híbrido AS 4560.

2.3 Condução do experimento

O experimento foi implantado em área utilizada, durante o inverno, com aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam). O preparo do solo foi convencional, com duas gradagens, utilizando-se primeiramente grade aradora e posteriormente grade niveladora. A semeadura ocorreu em 25 de outubro de 2014, em sistema de semeadura à lanço e com 16 kg de sementes/ha, para ambas as forrageiras (milheto e sorgo forrageiro). A fertilização das forrageiras seguiu as orientações da Comissão Brasileira de Fertilidade Química e do Solo (CQFS/RS-SC, 2004), com base na interpretação do laudo de análise química do solo. Na adubação de base foram aplicados 250 kg/ha de fertilizante 5-20-20 (N-

P₂O₅- K₂O) na semeadura e 18 dias após, 55,55 kg/ha de KCl (58% K₂O) em cobertura. A adubação nitrogenada foi aplicada em cobertura com 90 kg N/ha, na forma de ureia (45% N), dividida em três aplicações de 30 kg N/ha, uma em cada período de 28 dias.

Para o combate de plantas invasoras foi realizada aplicação do herbicida seletivo Atrazina[®], de ação sistêmica pertencente ao grupo químico triazina, na dosagem de 2,5 L/ha com diluição em 250 L de calda/ha, logo após a emergência das pastagens. Os novilhos ingressaram nas pastagens em 07/12/2014 visando o ajuste da massa de forragem pretendida (2.200 kg MS/ha), indução do perfilhamento e adaptação dos novilhos à alimentação e às instalações. Cada piquete era provido de água à vontade, oriunda de bebedouro com nível regulado por torneira tipo boia e com sal mineral à vontade. O período de avaliações foi de 84 dias, de 21 de dezembro de 2014 a 14 de março de 2015, com os dados coletados em três períodos (21/12/2014 – 17/01/2015; 18/01/2015 – 14/02/2015; e 15/02/2015 – 14/03/2015).

Foi utilizado o método de lotação “put-and-take” (Mott & Lucas, 1952), com novilhos oriundos do cruzamento Charolês x Nelore (195±13,40 kg e 14±0,19 meses) de dois grupos genéticos (⁴³/₆₄Ne ²¹/₆₄Ch e ⁴³/₆₄Ch ²¹/₆₄Ne). Cada unidade experimental (piquete) continha 3 animais *testers* e um número variável de animais reguladores, quando necessário, para que as metas de massa de forragem fossem obtidas. Os novilhos foram pesados, em intervalos de 28 dias, após jejum de sólidos e líquidos por 12 horas, para ajuste da taxa de lotação.

2.4 Características mensuradas na forragem

A massa de forragem foi estimada através do método de dupla amostragem (Wilm et al., 1944), avaliada em intervalos de 14 dias. Vinte e cinco amostras da forragem foram delimitadas por uma estrutura metálica de 0,25 m², em que cinco foram cortadas acima do nível do solo (0 cm) e vinte foram estimadas visualmente. As amostras cortadas foram homogêneas e divididas em duas subamostras. Uma das subamostras foi utilizada para determinação da matéria seca, em que foram pesadas e secas a 55°C até peso constante para nova pesagem. A outra subamostra foi utilizada para separação estrutural e botânica da forragem. Os componentes morfológicos das forrageiras cultivadas foram separados manualmente em: lâminas foliares, pseudocolmo (colmo + bainha foliar) e material morto. Foram separadas também as espécies espontâneas coletadas na amostra. Estes componentes após pesados foram secos a 55°C até peso constante, para nova pesagem, e expressos em % da matéria seca disponível.

Utilizaram-se três gaiolas de exclusão ao pastejo por piquete, com avaliações a cada 28 dias para determinação da taxa de acúmulo diário (TAD) de matéria seca. A TAD foi estimada de acordo com a equação proposta por Campbell (1966): $TA_j = (DG_i - FG_{i-1})/n$, em que: TA_j é a taxa de acúmulo diário de MS no subperíodo “j”; DG_i é a quantidade de MS dentro da gaiola na data da amostragem “i”; FG_{i-1} é a quantidade de MS fora da gaiola na data da amostragem “i - 1”; e n é número de dias transcorridos entre “i” e “i - 1”. A produção de forragem em cada período foi obtida pela multiplicação da taxa de acúmulo diária de MS pelo número de dias do período (28), enquanto a produção total de forragem foi composta pela soma da produção nos períodos acrescido da massa de forragem no início do pastejo.

A taxa de lotação em cada período foi calculada a partir da equação descrita por Alves et al. (2016): Taxa de lotação = $(PC_t + (PC_r \times D))/NDP$, em que, PC_t é a média de peso corporal dos animais *testers*; PC_r é o peso dos animais reguladores; D é o número de dias que os animais reguladores permaneceram em pastejo e NDP é o número de dias no período. A oferta de lâminas foliares (OLF) foi obtida por: $OLF = (((MLF/28) + (TADLF*100))/CA)$, em que: MLF = Massa de lâminas foliares no período correspondente; TADLF = Taxa de acúmulo diário de lâminas foliares; e CA = Carga animal (taxa de lotação x 450 kg).

2.5 Características mensuradas nos animais

O ganho de peso diário foi obtido por meio da diferença do peso inicial e final de cada animal ao longo do período, pelo quociente de dias do período. Durante a realização das pesagens também foi mensurado o escore de condição corporal, atribuindo-se pontuações de 1 a 5, em que, 1 = muito magro e 5 = muito gordo (Lowman et al., 1973). O ganho de peso médio diário por área (GMDA) foi determinado por: $GMDA = CA * GMD_t / PVM_t$, em que: CA = carga animal; GMD_t = ganho médio diário dos animais *testers*, e PVM_t = peso vivo médio dos animais *testers*. O ganho de peso vivo total por hectare foi obtido a partir do produto do ganho médio diário por área e o número de dias de utilização da forragem.

Os animais foram imobilizados em tronco de contenção e permaneceram com a linha dorso-lombar, em sentido longitudinal ao solo para a aferição das medidas corporais obtidas no início e final do experimento. Conforme descrito por Machado et al. (2014) foram mensuradas, com auxílio de fita métrica e compasso, as seguintes características: altura de cernelha; altura de garupa; perímetro torácico; comprimento; e largura de garupa. A relação peso altura foi determinada pelo quociente entre o peso do animal e sua altura de garupa.

2.6 Análises estatísticas

Os dados coletados foram analisados pelo procedimento MIXED, exceto as medidas corporais que foram analisadas pelo procedimento GLM, enquanto os coeficientes de correlação de *Pearson* foram obtidos pelo procedimento CORR (*Statistical Analysis System*, SAS® Studio University Edition, versão 3.5), todos com nível de significância de 5%. A verificação de normalidade dos resíduos pela foi realizada através da estatística W de Shapiro-Wilk.

Utilizou-se o modelo matemático: $Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + T_j + R_k(T_j) + P_l + (TP)_{jl} + e_{ijkl}$, em que: Y_{ijkl} representa as variáveis dependentes; μ a medida de todas as observações; β_i o efeito i -ésimo bloco; T_j o efeito do j -ésimo tratamento; $R_k(T_j)$ o efeito da k -ésima repetição dentro do j -ésimo tratamento (erro a); P_l o efeito do l -ésimo período; $(TP)_{jl}$ a interação entre o j -ésimo tratamento e o l -ésimo período; e e_{ijkl} representa o efeito aleatório residual associado à observação Y_{ijkl} (erro b). Para cada variável foram testadas diferentes estruturas de (co)variância, sendo utilizada, aquela que apresentou menor valor de AIC (critério de informação de Akaike). O modelo para medidas corporais foi: $Y_{ijk} = \mu + \beta_i + T_j + R_k(T_j) + e_{ijk}$, em que Y_{ijk} ; μ ; β_i ; T_j ; $R_k(T_j)$ e e_{ijk} representam os mesmos efeitos descritos no modelo anterior. Variáveis com efeito significativo pelo teste F tiveram médias comparadas pelo método dos quadrados mínimos (*LS Means*) com nível de probabilidade de 5% para diferença e $5 \geq 10\%$ para tendência.

3. Resultados

Não foi observada interação significativa entre espécie forrageira e período de avaliação para nenhuma das variáveis estudadas ($P > 0,05$). Dessa forma, os efeitos serão apresentados e discutidos separadamente. Os componentes estruturais e a participação de plantas espontâneas na composição da pastagem foram similares entre as pastagens de milho e sorgo (Tabela 2).

Tabela 2 – Separação botânica e estrutural das pastagens de acordo com a espécie forrageira e os períodos de avaliação.

Espécie forrageira	Período			Média	EP
	21/12 – 17/01	18/01 – 14/02	15/02 – 14/03		
Lâminas foliares, % Matéria seca					
Milheto	32,38	23,31	9,71	21,80	5,85
Sorgo	13,82	13,35	6,45	11,21	5,85
Média	23,10 ^a	18,33 ^a	8,08 ^b		
EP	5,98	4,51	2,70		
Pseudocolmo, % Matéria seca					
Milheto	56,01	34,45	34,82	41,76	1,76
Sorgo	72,91	37,94	30,84	47,23	1,76
Média	64,46 ^a	37,94 ^b	30,84 ^b		
EP	1,75	2,63	8,46		
Matéria Morta, % Matéria seca					
Milheto	3,71	3,84	15,07	7,54	1,68
Sorgo	6,66	6,75	19,85	11,09	1,68
Média	5,18 ^b	5,30 ^b	17,47 ^a		
EP	1,26	0,43	3,30		
Outras espécies, % Matéria seca					
Milheto	5,88	36,38	38,41	26,89	3,39
Sorgo	8,59	43,89	44,79	32,44	3,39
Média	7,23 ^b	40,13 ^a	41,60 ^a		
EP	4,03	4,03	4,03		

^{a, b} Letras distintas na linha para mesma característica diferem a 5% de probabilidade pelo teste *LS Means* (SAS[®] Studio, versão 3.5). EP = Erro padrão da média. Fonte: Autores.

O ciclo de utilização da pastagem influenciou significativamente a composição botânica e estrutural da pastagem ($P < 0,05$). Com o avançar do ciclo de utilização da forragem houve redução na participação das partes vegetativas (folha e pseudocolmo) e aumento de material morto das espécies cultivadas. No segundo e terceiro períodos a participação de espécies espontâneas, em especial o capim papuã (*Urochloa plantaginea*) foi superior em relação ao primeiro período ($P < 0,05$).

Observa-se na tabela 3 que a produção total de forragem não diferiu entre milheto e sorgo ($P > 0,05$). Esta resposta é consequência da similaridade entre as espécies para a taxa de acúmulo diário de matéria seca (Tabela 3).

Tabela 3 – Parâmetros produtivos das pastagens de acordo com a espécie forrageira e os períodos de avaliação.

Espécie forrageira	Período			Média	EP
	21/12 – 17/01	18/01 – 14/02	15/02 – 14/03		
Produção de forragem, kg MS					
Milheto	3.318,65	4.817,59	1.045,33	13.037,56 [#]	489,94
Sorgo	3.387,47	4.622,43	2.240,39	14.314,68 [#]	489,94
Média	3.333,26 ^b	4.720,01 ^a	1.642,86 ^c		
EP	480,52	480,52	546,88		
Taxa de acúmulo, kg MS/ha/dia					
Milheto	118,52	172,06	37,33	109,30	14,01
Sorgo	119,57	165,09	79,99	121,55	15,34
Média	119,05 ^{ab}	168,57 ^a	58,66 ^b		
EP	17,17	17,17	19,56		
Taxa de lotação, U.A./ha					
Milheto	2,35	2,89	2,81	2,68	0,09
Sorgo	2,56	3,36	2,81	2,91	0,09
Média	2,45 ^b	3,12 ^a	2,81 ^{ab}		
EP	0,11	0,11	0,11		
Oferta de lâminas foliares, Kg MS/100 kg PC					
Milheto	4,27	5,47	1,17	3,64A	0,44
Sorgo	1,87	2,82	1,24	1,98B	0,47
Média	3,07 ^a	4,15 ^a	1,21 ^b		
EP	0,53	0,53	0,60		

^{a, b} Letras distintas na linha para mesma característica diferem a 5% de probabilidade pelo teste *LS Means* (SAS[®] Studio, versão 3.5). ^{A, B} Letras distintas na coluna para mesma característica diferem a 5% de probabilidade pelo teste *LS Means* (SAS[®] Studio, versão 3.5). EP = Erro padrão da média. PC = Peso corporal. U.A. = Unidade animal (450 kg). [#] Soma da massa de forragem disponível na entrada dos animais e da taxa de acúmulo ao longo do período experimental. Fonte: Autores.

Ao apresentarem produção de forragem e ímpeto de crescimento semelhante, a capacidade de suporte (taxas de lotação) destas forrageiras também foi similar (Tabela 3). Apesar da similaridade das características produtivas das forrageiras, a oferta de lâminas foliares no dossel forrageiro foi superior para o milheto, em relação ao sorgo forrageiro (Tabela 3).

No segundo período (18/01 – 14/02) ocorreu a maior produção de forragem, seguido pelo primeiro (21/12 – 17/01) que por sua vez foi superior ao terceiro período (15/02 – 14/03), quando o ciclo de vida das forrageiras já se encaminha para o final (Tabela 3). A maior taxa de acúmulo de forragem foi observada no segundo período, em relação ao terceiro, enquanto o primeiro período foi similar aos demais. A maior taxa de lotação animal foi obtida

no segundo período, em relação ao primeiro ($P < 0,05$). Nos dois períodos iniciais a oferta de lâminas foliares foi superior ao terceiro período ($P < 0,05$). O peso corporal dos novilhos ao final de cada período foi semelhante entre as pastagens de milho e sorgo (Tabela 4).

Tabela 4 – Desempenho de novilhos de corte em fase crescimento de acordo com a espécie forrageira e os períodos de avaliação.

Espécie forrageira	Período			Média	EP
	21/12 – 17/01	18/01 – 14/02	15/02 – 14/03		
Peso corporal no final do período, kg					
Milho	227,50	246,10	269,10	-	-
Sorgo	222,77	237,17	261,50	-	-
Média	225,13 ^c	241,63 ^b	265,30 ^a		
EP	1,23	1,97	1,50		
Ganho de peso diário, kg/dia					
Milho	1,188	0,664	0,865	0,906	0,02
Sorgo	0,976	0,512	0,871	0,786	0,02
Média	1,083 ^a	0,588 ^b	0,868 ^{ab}		
EP	0,08	0,08	0,08		
Escore de condição corporal, pontos					
Milho	2,83	2,90	3,00	-	-
Sorgo	2,80	2,93	3,10	-	-
Média	2,82 ^c	2,92 ^b	3,05 ^a		
EP	0,02	0,02	0,02		
Ganho de peso diário por área, kg/ha/dia					
Milho	5,91	3,66	4,51	4,69	0,31
Sorgo	5,55	3,47	4,39	4,47	0,51
Média	5,73 ^a	3,57 ^b	4,45 ^b		
EP	0,51	0,51	0,51		
Ganho de peso total por área, kg/ha					
Milho	165,48	102,48	126,28	394,68 [#]	26,37
Sorgo	155,40	97,16	122,92	375,62 [#]	26,37
Média	160,34 ^a	99,82 ^b	124,74 ^b		
EP	14,17	14,17	14,17		

^{a, b} Letras distintas na linha para mesma característica diferem a 5% de probabilidade pelo teste *LS Means* (SAS® Studio, versão 3.5). EP = Erro padrão da média. [#] Ganho de peso por área ao longo de 84 dias de período experimental. Fonte: Autores.

O ganho de peso diário apresentou tendência de superioridade para novilhos recriados em milho, em relação aos recriados na pastagem de sorgo forrageiro ($P = 0,0701$). O escore de condição corporal não diferiu entre novilhos alimentados com pastagem de milho ou sorgo forrageiro em nenhuma das datas de avaliação (Tabela 4), saindo de ambas as

fossageiras com escore ≥ 3 pontos. As pastagens de milho ou sorgo forrageiro, submetidos ao pastejo contínuo apresentaram similaridade no ganho de peso por área, tanto diário, como para todo o período de utilização ($P > 0,05$).

O ganho de peso diário por área e o ganho de peso total por área em cada período de 28 dias diferiram ($P < 0,05$). Os maiores ganhos por área tanto diário, como ao longo do período ocorreram entre 21/12 e 17/01, com valores superiores aos outros dois períodos de pastejo, que foram semelhantes entre si (Tabela 4).

Percebe-se que novilhos cruza Charolês \times Nelore, recriados em pastagem de milho ou sorgo forrageiro apresentam similaridade no desenvolvimento morfométrico (Tabela 5).

Tabela 5 – Medidas corporais (média \pm erro-padrão) de novilhos de corte recriados em pastagem anual de estação quente.

Espécie Forrageira	Comprimento, cm		
	Inicial	Final	Ganho
Milho	115,63 \pm 2,74	127,17 \pm 2,09	13,37 \pm 1,75
Sorgo	117,83 \pm 1,46	129,00 \pm 2,27	9,34 \pm 1,76
	Circunferência Torácica, cm		
	Inicial	Final	Ganho
Milho	135,94 \pm 1,62	147,87 \pm 1,55	11,94 \pm 1,04
Sorgo	136,61 \pm 2,71	147,05 \pm 2,98	10,44 \pm 0,87
	Altura de cernelha, cm		
	Inicial	Final	Ganho
Milho	111,78 \pm 1,74	117,75 \pm 1,57	4,81 \pm 0,72
Sorgo	112,94 \pm 1,72	116,16 \pm 2,23	4,50 \pm 0,81
	Altura de garupa, cm		
	Inicial	Final	Ganho
Milho	118,31 \pm 2,07	125,12 \pm 0,74	6,81 \pm 1,09
Sorgo	118,38 \pm 2,44	122,22 \pm 2,29	3,84 \pm 0,65
	Largura de garupa, cm		
	Inicial	Final	Ganho
Milho	32,94 \pm 0,90	36,87 \pm 0,73	3,94 \pm 0,66
Sorgo	33,94 \pm 1,08	38,16 \pm 0,94	4,22 \pm 0,83
	Relação Peso/Altura, kg/cm		
	Inicial	Final	Ganho
Milho	1,92 \pm 0,18	2,15 \pm 0,32	0,23 \pm 0,06
Sorgo	1,88 \pm 0,24	2,14 \pm 0,47	0,26 \pm 0,07

Fonte: Autores.

4. Discussão

No presente estudo, as massas de forragem médias mantiveram-se muito próximas aos valores pré-estabelecidos, sendo 2.226,8 e 2.452,0 kg MS/ha ($P = 0,6147$), respectivamente para milho e sorgo forrageiro (Martini et al., 2018). Pode-se dizer que o ciclo vegetativo e os padrões de crescimento do milho e do sorgo forrageiro são análogos, que por terem sido submetidos ao mesmo manejo apresentaram similaridade na composição estrutural e botânica do dossel forrageiro (Tabela 2). O conhecimento das características estruturais da pastagem é relevante, pois segundo Hodgson (1990), dentre os componentes da planta os animais concentram a atividade de pastejo nas camadas com maior participação de folhas.

Embora a participação de folhas verdes tenha sido maior para o milho (21,80 vs. 11,21%), a não existência de diferença significativa está atrelada, em partes, à maior variabilidade (erro padrão) existente para esta característica (Tabela 2). Similaridade na composição botânica e estrutural do pasto para duas gramíneas anuais de estação quente foi verificada por Pacheco et al. (2014), entre milho e capim sudão (*Sorghum bicolor* cv. sudanense), sob pastejo contínuo de vacas de corte. O percentual de lâminas foliares do sorgo forrageiro apresenta valores coerentes aos obtidos por Rodrigues et al. (2017) para o mesmo híbrido (11,57%) pastejado por novilhas. Decréscimo na participação de lâminas foliares com o avançar do ciclo produtivo do milho foi relatado por Roman et al. (2008) e Pacheco et al. (2014) e do sorgo forrageiro por Soares et al. (2020). Atenção especial deve ser dada às alterações na estrutura da pastagem, pois, os bovinos em pastejo têm preferência por folhas verdes pela facilidade de colheita e por ser mais facilmente digeridas no rúmen.

Ao passo que ocorre redução dos componentes vegetativos, folha e pseudocolmo, há um aumento do material senescido e principalmente uma maior participação de plantas espontâneas que ocorrem na área, com o avançar do ciclo de pastejo (Tabela 2). Especialmente, no último período (15/02 – 14/03) houve marcante redução na participação de lâminas foliares na forragem cultivada. Além, da mudança estrutural do pasto interferir na capacidade de consumo em termos de quantidade de material colhido, afeta também a qualidade da forragem consumida. Neste estudo o teor de proteína bruta e a digestibilidade da forragem aparentemente consumida reduziu com o avançar do ciclo de pastejo, ao passo que aumentou o teor de fibra detergente neutro (Martini et al., 2018). Para compensar este decréscimo na qualidade da forragem, os autores verificaram que os novilhos aumentaram o tempo destinado ao pastejo.

A participação de espécies espontâneas passou de 7,23% no período inicial (21/12 – 17/01) para valores ao redor de 40% nos dois períodos posteriores, compreendidos de 18/01 a 14/03. Dentre estas espécies a maior participação foi o capim papuã (*Urochloa plantaginea*). O surgimento do papuã ao longo do ciclo de utilização de forrageiras anuais de verão precisa ser mais bem entendido, com relação à sua importância na composição da dieta dos animais. Menezes et al. (2010) e Pacheco et al. (2014) relataram aumento na participação de plantas espontâneas na área cultivada com pastagens anuais de verão, sobretudo o capim papuã, com o avanço no período de pastejo. Esses autores associaram a participação desta invasora com a redução da qualidade da forragem.

Em contraponto, o capim papuã, em áreas com grande banco de semente, vem sendo estudado como opção forrageira. Restle et al. (2003) avaliaram o papuã, frente às espécies cultivadas de milho, sorgo forrageiro e capim elefante para novilhos na fase de recria e não verificaram diferenças para ganho de peso diário (> 1 kg/dia), ganho de peso por área e taxa de lotação. Corroborando a possibilidade de uso como recurso forrageiro, Soares et al. (2020) concluíram que a combinação de capim papuã com sorgo forrageiro pode estender o período de pastejo até o outono mantendo a estrutura do pasto e seu valor nutritivo favoráveis para a produção pecuária. Logo, por ter aparecimento mais tardio na área (Tabela 2), o papuã embora, seja um competidor por luz, água e nutrientes pode ser visto como um agregador no sistema para manter bons níveis de produtividade, sem diminuição da taxa de lotação (Tabela 3) e do desempenho individual (Tabela 4).

A produção de forragem pode ser considerada elevada tanto para o milho, com 13.037,56 kg MS/ha, quanto para o sorgo forrageiro com 14.314,68 kg MS/ha (Tabela 3). Estes resultados corroboram com Orth et al. (2012) que obtiveram similaridade na produção de forragem entre milho e duas cultivares de sorgo (AG 2501 C e BRS 800). Considerando apenas o período experimental de 63 dias, Roman et al. (2008) ao avaliarem a produção de forragem de milho pastejado por novilhas e encontraram produção média de forragem de 7,07 toneladas MS/ha, enquanto para a mesma cultura em 84 dias obtivemos um total de 9,18 toneladas MS/ha, ao passo que para o sorgo forrageiro, 10,25 toneladas MS/ha.

A produção forrageira de ambas as espécies é reflexo da taxa de acúmulo diário de MS, com valores acima de 100 kg MS/ha/dia (Tabela 3). Esta é uma característica bastante importante por refletir diretamente na capacidade de suporte da pastagem, em que altas taxas de lotação são desejadas para as espécies anuais de verão. Os principais fatores que contribuíram para este crescimento das pastagens foram: nutrição de plantas de acordo com interpretação de análise de solo, manejo racional da pastagem, respeitando o resíduo pré-

estabelecido e os níveis de precipitação, com valores 124,12 e 12,32% acima da média histórica, respectivamente em dezembro e janeiro (Tabela 1). A magnitude das taxas de acúmulo demonstra o potencial produtivo dessas espécies, justificando sua recomendação por possibilitar a utilização de elevadas taxas e lotação (Restle et al., 2002; Montagner et al., 2008; Rodrigues et al., 2017).

Devido à similaridade nas taxas de crescimento das forrageiras observou-se como consequência taxas de lotação similares (1.206,0 e 1.309,5 kg de peso vivo/ha, respectivamente para milho e sorgo). Esses valores correspondem a aproximadamente quatro novilhos de 300 kg/ha. Opções de forrageiras que suportam elevada taxa de lotação, aliada com valor nutricional que possibilitem bom desempenho individual podem ser recomendadas como estratégias de intensificação sustentável dos sistemas pecuários.

Embora estatisticamente similar, a participação de folhas no dossel forrageiro, foi numericamente maior na pastagem de milho (Tabela 2), e com isso, a oferta de lâminas foliares diferiu entre as espécies forrageiras (Tabela 3). Ressalta-se, no entanto, que essas ofertas de lâminas foliares são apenas das espécies cultivadas, pois não houve separação estrutural das espécies espontâneas. Atribui-se a diferença na oferta de lâminas foliares ao fluxo de tecidos em cada espécie, com maior surgimento de folhas na cultivar de milho estudada, uma vez que massa e oferta de forragem foram similares (Martini et al., 2018).

A oferta de lâminas foliares na cultura do milho foi superior à observada por Pacheco et al. (2014), que obtiveram 2,79% no milho e 2,43% no sudão, portanto superiores aos valores observados neste estudo para o sorgo. Utilizando-se o sistema BR-Corte 3.0 para calcular as exigências nutricionais de novilhos cruzados e não castrados, com os valores médios de peso e ganho de peso diário do presente estudo, obtém um requerimento de matéria seca de 2,66% do peso vivo (Valadares Filho e Lopes, 2020). Portanto, a oferta de lâminas foliares do milho atende este requerimento no primeiro e segundo períodos, enquanto o sorgo apenas no segundo. Todavia, esta informação embora relevante para o entendimento do ciclo das forragens cultivadas e sua relação com a possibilidade de seleção das partes mais nobres da planta, no presente estudo não afetou o desempenho animal (Tabela 4) pela oferta de folhas verdes das plantas espontâneas.

Maiores produções de forragem no período intermediário do ciclo de pastejo (Tabela 3), em relação ao período inicial devem-se à maior pressão de pastejo no ciclo inicial de uso da pastagem para evitar o alongamento de colmos e induzir o perfilhamento. Todavia a taxa de acúmulo diária não diferiu entre esses períodos, justificando o manejo acima mencionado. Maiores produções nos primeiros períodos são resultantes também da idade fisiológica das

plantas e dos volumes de precipitação acima da média histórica nos meses de dezembro e janeiro (Tabela 1). Com o avançar do ciclo, entre 15/02 e 14/03, houve na emissão de novas folhas, com significativa redução taxa de acúmulo e produção de forragem, comportamento já era esperado e comumente observado nestas culturas. Romam et al. (2008) e Pacheco et al. (2014) verificaram diminuição da taxa de acúmulo com o avanço do período de pastejo em milho e atribuíram à diminuição do fotoperíodo e início da diferenciação floral. Para o sorgo forrageiro é reportado resultado similar (Rodrigues et al., 2017; Soares et al., 2020).

A menor taxa de lotação no período inicial frente ao segundo período resulta da alta pressão de pastejo pré-experimento, com menor lotação no primeiro período (Tabela 3) para permitir adequada rebrota das forrageiras e não comprometer principalmente o surgimento de folhas que possuem maior atividade fotossintética que outras estruturas da planta. O período final de pastejo mesmo com redução na produção de forragem apresentou taxa de lotação similar aos demais. Esse resultado decorre do aumento de peso corporal dos novilhos *testers* e reguladores. A diminuição da oferta de lâminas foliares no final do ciclo de pastejo de forrageiras é esperada, pela mudança do estágio vegetativo para reprodutivo e fenológico. Observa-se que houve decréscimo de 60,59 e 70,84% no último período, respectivamente em relação ao inicial e intermediário (Tabela 3). Menores ofertas de lâminas foliares em forrageiras anuais de verão com o avanço do ciclo vegetativo e o início do período reprodutivo têm sido reportadas na literatura (Montagner et al., 2008; Pacheco et al., 2014; Rodrigues et al., 2017).

O desempenho animal foi similar entre as forrageiras (Tabela 4), embora tenha sido verificada uma tendência de maior ganho de peso diário dos novilhos recriados em pastagem de milho ($P = 0,0701$). Esta tendência está relacionada à maior oferta de lâminas foliares no milho em relação ao sorgo, que possibilitou uma maior seleção de folhas no estande da pastagem. Os ganhos de peso diário observados podem ser considerados satisfatórios para esta categoria animal, nesta fase da vida. Beretta et al. (2002) simularam sistemas de produção de gado de corte no Rio Grande do Sul e demonstram que um ganho de peso diário na recria de 0,671 kg/dia seria satisfatório visando o abate de novilhos com 18 meses, a depender do ganho pré-desmame e peso ao desmame.

Em pastagem natural, Machado et al. (2018) obtiveram ganhos de peso diário variando de 0,400 a 0,520 kg/dia, mesmo com uso de suplementação para novilhos de corte na mesma região fisiográfica do presente estudo. Por sua vez, Carvalho et al. (2020) estudaram o desempenho de novilhos mestiços em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, durante a estação das chuvas com diferentes suplementações minerais e/ou proteicas e

obtiveram ganho de peso na ordem de 0,577 a 0,608 kg/dia. Portanto, justifica-se a recomendação de milho ou sorgo forrageiro visando aumentar o ganho de peso na recria e obter-se animais mais pesados ao início da terminação que representa a fase mais onerosa do sistema de produção. Similaridade no ganho de peso de novilhos de corte foi relatado por Restle et al. (2002). Moojen et al. (1999) ao avaliarem novilhos de mesma idade e composição racial, dos utilizados no presente estudo, relataram ganhos entre 0,553 e 0,764 kg/dia em pastagem de milho, porém com peso de entrada de 230 kg. Essa diferença de 35 kg no peso de entrada pode indicar a ocorrência de algum tipo de ganho compensatório no presente estudo.

Dois fatores contribuíram para um decréscimo de 54,29% no ganho de peso diário obtido de 18/01 – 14/02 em relação ao período compreendido entre 21/12 – 17/01. O primeiro é a ocorrência de ganho compensatório no período inicial, com maior crescimento da massa de órgãos, conforme citado anteriormente e embasado pelo peso inicial de 195 kg e escore de condição corporal de 2,72 pontos. Estes são valores aquém do desenvolvimento esperado para novilhos desta idade e composição genética. Outro fator que contribuiu para o menor ganho de peso no segundo período foi o aumento na taxa de lotação, com prejuízo ao processo de seleção da forragem por parte dos animais. Resultado semelhante é reportado por Neumann et al. (2005), para novilhos produzidos em pastagem de milho, com menor ganho de peso no primeiro período (0,495 kg/dia), justamente o de maior taxa de lotação (6,16 U.A./ha).

No terceiro período, mesmo com diminuição drástica, do percentual de folhas (Tabela 2) e oferta de folhas (Tabela 3) das espécies implantadas, o surgimento de espécies espontâneas, em especial, o capim papuã contribuiu para manter o ganho de peso similar. O escore de condição corporal dos novilhos não foi influenciado pelas espécies forrageiras e acompanhou a evolução de peso corporal ao longo dos períodos (Tabela 4). Ao final do ciclo de utilização das pastagens (14/03) os novilhos do milho apresentavam 269,1 kg e 3,0 pontos de condição corporal, ao passo que os novilhos do sorgo apresentaram 261,5 kg e 3,1 pontos de condição corporal. Esses valores de escore de condição corporal de acordo com a escala de Lowman et al. (1973), indicam que os animais estão completando a deposição de tecido muscular nas regiões de avaliação do corpo. Normalmente, a partir de escore de 3,5 pontos já são perceptíveis sítios de depósito de gordura no corpo de bovinos.

Os ganhos de peso diário por hectare de 4,69 e 4,47 kg, respectivamente em milho e sorgo podem ser considerados valores importantes e satisfatórios para a intensificação de sistemas de produção de bovinos. A média dos valores da série histórica no período 2015/2019, para o preço do kg do boi vivo no Rio Grande do Sul é de R\$ 6,13 (EMATER-

RS/ASCAR, 2020). Hipoteticamente se multiplicarmos os ganhos de peso diário/ha chegaremos a uma renda bruta de R\$ 28,75 e R\$ 27,40/ha, respectivamente, para milho e sorgo, em cada dia de utilização da pastagem.

Os ganhos por área de 394,68 e 375 kg/ha, para milho e sorgo, respectivamente estão dentro das faixas reportadas na literatura para pastagens anuais de verão sob pastejo contínuo por bovinos e demonstram ser dependentes do período de utilização. Restle et al. (2002) na recria de novilhos obtiveram valores de 570,3 kg/ha para sorgo e 639,9 kg/ha para o milho, ambas durante 98 dias de pastejo. Por outro lado, Pacheco et al. (2014) encontraram ganhos por área de 241,51 e 225,85 kg/ha, respectivamente, em pastagens de milho e capim sudão, pastejadas por vacas em terminação durante 63 dias.

Os ganhos de peso por área, tanto diário, como a cada período de 28 dias foram maiores no primeiro período que nos dois períodos subsequentes. Esses resultados são dependentes do maior ganho de peso individual no período inicial (Tabela 4), mesmo que a taxa de lotação tenha sido menor em relação ao segundo período (Tabela 3). Os resultados de ganho por área para pastagem de sorgo estão em acordo com a literatura que demonstra redução deste ganho com o avançar do ciclo da pastagem (Neumann et al., 2005) e (Rodrigues et al., 2017), que obtiveram 77,5 e 67,73 kg/ha, ao passo que no presente estudo foi verificado ganho de 124,74 kg/ha no período correspondente. Em relação ao milho os resultados para ganho de peso por área por dia e por período estão em consonância com os resultados de Pacheco et al. (2014).

As medidas corporais ao início e final do experimento, assim como o ganho nestas medidas foi similar entre as espécies forrageiras avaliadas (Tabela 5), reflexo do desenvolvimento corporal semelhante dos novilhos. Restle et al. (2006) citam que para terminação são preferíveis novilhos compridos e com maior perímetro torácico, em detrimento de novilhos mais altos. No presente estudo encontra-se a justificativa para a afirmativa dos autores, pois houve correlação significativa do ganho de peso diário com perímetro torácico final ($r = 0,58$; $P = 0,0167$) e o comprimento final ($r = 0,66$; $P = 0,0035$). Machado et al. (2014) avaliando a correlação entre ganho de peso diário e medidas corporais em novilhos confinados Charolês, Nelore e suas cruzas verificaram que a medida mais correlacionada à evolução de peso foi o comprimento corporal ($r = 0,47$).

Verificou-se, no entanto, que o índice de relação peso/altura foi a característica de maior correlação com o ganho de peso diário ($r = 0,84$ $P < 0,0001$). A altura de garupa final apresentou correlação fraca com o ganho de peso ($r = 0,49$; $P = 0,0450$), enquanto peso final e ganho de peso foi de 0,78 ($P = 0,0025$). O ganho na relação peso/altura demonstra que os

novilhos tiveram maior ímpeto no ganho em peso do que no ganho em medidas. Portanto, reforça-se a hipótese de que ao início do experimento os novilhos possuíam estrutura óssea desenvolvida para maior peso àquela idade. As relações peso/altura inicial e final foram inferiores às relatadas por Rodrigues et al. (2017) para novilhas de 15 meses, de mesma composição genética, que obtiveram respectivamente valores de 2,35 e 2,67 kg/cm, porém com objetivo de terminação e, com peso e altura de garupa iniciais de 260 kg e 122,59 cm. A medida de maior correlação com o peso final foi o perímetro torácico final ($r = 0,86$; $P < 0,0001$), estando em acordo com Machado et al. (2014) que obtiveram correlação de 0,89 entre essas variáveis.

5. Considerações finais

As pastagens de sorgo forrageiro ou milheto apresentam parâmetros produtivos similares, mostrando-se como boas opções alimentares para novilhos em crescimento. Mesmo com produtividade similar, o milheto possibilita maior oferta de lâminas foliares em relação ao sorgo forrageiro.

O avanço no ciclo produtivo das forrageiras acarreta modificações em sua composição estrutural, reduzindo a participação de folhas e elevando a participação de material morto e espécies espontâneas, assim como, reduzindo a produtividade por área.

Seria interessante avaliar, em estudos futuros, o uso destas cultivares com diferentes níveis de fertilização. Bem como, incluir no delineamento inicial o surgimento da espécie espontânea capim papuã e mensurar sua contribuição no sistema forrageiro.

Referências

Albuquerque, A. L. B., Gomes, S. P., Sousa, G. G. de, Conrado, J. A. de A., Costa, J. G. J. da, Pimentel, P. G., Rocha, A. C., & Lessa, C. I. N. (2020). Cyclic use of nitrogen sources in millet crops. *Research, Society and Development*, 9(8), e535985992.

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728.

Alves, M. B., Rocha, M. G., Pötter, L., Stivanin, S. C. B., Hampel, V. S., Fonseca Neto, A. M., Schonany, M. J. O., & Moterle, P. H. (2014). Uso de suplementos para acasalamento de

bezerras Angus aos 14 meses de idade. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68(3), 755-760.

ANUALPEC – Anuário Brasileiro da Pecuária. Instituto FNP e Agra FNP Pesquisas LTDA, São Paulo, Brasil, 2018.

Beretta, V., Lobato, J. F. P., & Mielitz Neto, C. G. (2002). Produtividade e eficiência biológica de sistemas de recria e engorda de gado de corte no rio grande de sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(2), 696-706.

Campbell, A. G. (1996). Grazed pastures parameters; I. Pasture dry matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. *The Journal of Agricultural Science*, 67(2), 199-210.

Carvalho, V. M., Silva, R. R., Lins, T. O. J. D., Lisboa, M. de M., Pereira, M. M. S., Abreu Filho, G., Silva, J. W. D., Souza, S. O. de, Avila, V. D., & Prado, I. N. do. (2020). Effects of supplementation strategies for beef cattle in tropical grassland conditions. *Research, Society and Development*, 9(9), e15996384.

SBCS/CQFS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004). *Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Ed.10)*, 2004. Porto Alegre: SBCS/CQFS, 2004, 400p.

Emater/RS – ASCAR. *Cotações Agropecuárias N° 2144*, 2020. Recuperado de http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/precos/preco_11092020.pdf.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006). *Sistema brasileiro de classificação de solos (Ed.2)*, 2006. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006, 306p.

Hodgson, J. (1990). *Grazing management. Science into practice*. Palmerston North: Longman, 1990, 203p.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia (2015). *Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990*. Recuperado de <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>.

Lowman, B. G., Scott, N., & Somerville, S. (1973). *Condition scoring beef cattle*. Edinburgh: East of Scotland College of Agriculture. 1973, 8p.

Machado, D. S., Brondani, I. L., Alves Filho, D. C., Cattelam, J., Quadros, A. R. B., Silva, V. S. Cardoso, G. S., & Borchate, D. (2014). Efeito heterótico sobre o desempenho e medidas corporais de novilhos confinados. *Revista Ciências Agroveterinária*, 13(3), 284-292.

Machado, D. S., Alves Filho, D. C., Argenta, F. M., Brondani, I. L., & Martini, A. P. M. (2018). Serum levels of testosterone and performance of surgical or immunocastrated beef steers. *Comunicata Scientiae*, 9(3), 303-311.

Martini, P. M., Brondani, I. L., Alves Filho, D. C., Viana, A. F. P., Adams, S. M., Klein, J. L., Rodrigues, L.S., & Cattelam, J. (2018). Comportamento ingestivo de bovinos jovens mantidos em pasto de sorgo ou milho. *Boletim de Indústria Animal*, 74(4), 308-318.

Menezes, L. F. G., Restle, J., Brondani, I. L., Silveira, M. F., Freitas, L. S., & Pizzuti, L. A. D. (2010). Características da carcaça e da carne de novilhos superjovens da raça Devon terminados em diferentes sistemas de alimentação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(3), 667-76.

Moojen, E. L., Restle, J., Lupatini, G. C., & Moraes, A. G. (1999). Produção animal em pastagem de milho sob diferentes níveis de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(11), 2145-2149.

Montagner, D. B., Rocha, M. G., Santos, D. T., Genro, T. C. M., Quadros, F. L. F., Romam, J. Pötter, L., & Bremm, C. (2008). Manejo da pastagem de milho para recria novilhas de corte. *Ciência Rural*, 38 (8), 2293-2299.

Mott, G. O. & Lucas, H. L. (1952). *The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures*. In: International Grassland Congress, 6, 1952, Pennsylvania. Proceedings: Washington, 2(s.n.), 1380-1385.

Neumann, M., Restle, J., Alves Filho, D. C., Maccari, M., Pellegrini, L. G., Souza, A. N. M., Pellegrini, L. G., & Freitas, A. K. (2005). Produção de forragem e custo de produção da pastagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.), fertilizada com dois tipos de adubo, sob pastejo contínuo. *Revista Brasileira de Agrociência*, 11(2), 221-226.

Orth, R., Fontaneli, R. S., Fontaneli, R. S., & Saccardo, E. (2012). Produção de forragem de gramíneas anuais semeadas no verão. *Ciência Rural*, 42(9), 1535-1540.

Pacheco, R. F., Alves Filho, D. C., Brondani, I. L., Nörnberg, J. L., Pizzuti, L. A. D., & Callegaro, A. M. (2014). Características produtivas de pastagens de milheto ou capim sudão submetidas ao pastejo contínuo de vacas para abate. *Ciência Animal Brasileira*, 15(3), 266-276.

Restle, J., Roso, C., Aita, V., Nörnberg, J. L., Brondani, I. L., Cerdótes, L., & Carilho, C. O. (2002). Produção animal em pastagem com gramíneas de estação quente. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(3), 1491-1500.

Roman, J., Rocha, M. G., Genro, T. C. M., Santos, D. T., Freitas, F. K., & Montagner, D. B. (2008). Características produtivas e estruturais do milheto e sua relação com o ganho de peso de bezerras sob suplementação alimentar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(2), 205-211.

Rodrigues, L. S., Alves Filho, D. C., Brondani, I. L., Silva, V. S., Paula, P. C., Adams, S. M., Martini, P. M., & Cardodo, G. S. (2017). Effect of planting pattern of forage sorghum on forage productivity and heifer performance during finishing phase. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(3), 1537-1550.

SAS Institute (2016). *User's guide version 3.5 SAS® Studio University Edition*. Cary, NC: SAS Institute.

Soares, A. B., Maccari, M., Glienke, C. L., Assmann, T. S., Bortolli, M. A., Elejalde, D. A. G., & Missio, R. L. (2020). Mixed production of Alexandergrass and sorghum under nitrogen fertilization and grazing intensities. *Australian Journal of Crop Science*, 14(1), 85-91.

Valadares Filho, S. C., & Lopes, S. A. (2020). Sistema BR-CORTE. *Revista Científica de Produção Animal*, 21(2), 77-87.

Wilm, H. G., Costello, D. F., & Klipple, G. E. (1944). Estimating forage yield by the double sampling method. *Journal of American Society of Agronomy*, 36, 194-203.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Alexandra Fabielle Pereira Viana – 20%

Jonatas Cattelam – 10%

Patrícia Machado Martini Cattelam – 10%

John Lenon Klein – 10%

Sander Martinho Adams – 10%

Diego Soares Machado – 10%

Leonel da Silva Rodrigues – 10%

Ivan Luiz Brondani – 10%

Dari Celestino Alves Filho – 10%