

Variáveis morfológicas e estruturais de sorgo forrageiro implantado com diferentes arranjos populacionais sob pastoreio contínuo

[*Morphogenetic and structural variables of sorghum implanted with different population arrangements under continuous grazing*]

L.S. Rodrigues, D.C. Alves Filho, I.L. Brondani, V.S. Silva, P.C. Paula, S.M. Adams,
P.M. Martini, A.P.M. Martini

Universidade Federal de Santa Maria - Santa Maria, RS

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da utilização de diferentes arranjos populacionais na implantação de sorgo forrageiro nas características morfológicas e estruturais do pasto. Os tratamentos foram 22 ou 44cm entrelinhas e 12 ou 24kg de sementes ha⁻¹. O método de pastoreio foi contínuo. Foram utilizadas 36 novilhas, com idade e peso corporal médios de 15 meses de 262kg. As variáveis morfológicas não foram influenciadas significativamente ($P>0,05$) pelos arranjos populacionais e pelos períodos de avaliação, sendo obtidos taxa de alongamento e senescência foliar de 1,43 e 1,11cm dia⁻¹afilho⁻¹, respectivamente, taxa de aparecimento foliar e intervalo de surgimento de folhas de 0,28 folhas dia⁻¹afilho⁻¹ e 3,81 dias, filocrono e duração de vida foliar de 72,99 e 351,68 graus dia, nessa ordem. As características estruturais do pasto foram influenciadas pelos períodos de avaliação. Do primeiro para o terceiro período de avaliação, foi verificada uma redução de 65,53% no número de folhas em alongamento e de 47,79% no número de folhas vivas.

Palavras-chave: espaçamento entrelinhas, densidade de sementes, *Sorghum bicolor*, taxa de alongamento, taxa de senescência

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effects of using different population arrangements in the implementation of sorghum in the morphogenetic and structural characteristics of the pasture. The treatments were 22 or 44cm between rows and 12 or 24kg ha⁻¹ of seed. The grazing method was continuous. The sample consisted of 36 heifers with an average age of 15 months and average body weight of 262kg. Morphogenic variables were not significantly influenced ($P>0.05$) by population arrangements and evaluation periods, elongation rate and leaf senescence of 1.43 and 1.11cm afilho⁻¹ day⁻¹ being obtained, respectively, and leaf appearance rate of leaf appearance leaves the range of 0.28 day⁻¹ and 1afilho 3.81 days, phyllochron and leaf duration of life of 72.99 and 351.68 degree day, in that order. The structural characteristics of the pasture were influenced by evaluation periods. From the first to the third evaluation period, a reduction of 65.53% in the number of leaves in stretching and 47.79% in the number of living leaves was verified.

Keywords: elongation rate, seed density, *Sorghum bicolor*, row spacing, senescence rate

INTRODUÇÃO

A produção de bovinos de corte no Brasil é basicamente realizada em pastagem, e a intensificação produtiva bem como a melhoria dos índices zootécnicos estão associadas à

utilização de pastagens cultivadas de inverno e/ou verão. O sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) apresenta elevado potencial de utilização devido a características que conferem maior tolerância a períodos de déficit hídrico (Neumann *et al.*, 2005).

Recebido em 6 de junho de 2016

Aceito em 12 de abril de 2017

E-mail: rodrigues_leonel@hotmail.com

O principal objetivo do manejo da pastagem é conciliar as exigências do animal e a necessidade de manter o potencial produtivo das plantas pastejadas (Hodgson, 1990). É nesse sentido que a manipulação da população de plantas e sua distribuição nas linhas de plantio buscam a obtenção de um ótimo arranjo populacional, a fim de maximizar a exploração de fatores ambientais, como radiação solar, água e nutrientes do solo. Para Coelho *et al.* (2002), em condições de espaçamento reduzido entre linhas e maiores densidades populacionais, ocorre o aumento da produtividade da cultura pelo melhor aproveitamento dos fatores ambientais.

No entanto, existem recomendações variadas quanto ao espaçamento entrelinhas e à densidade populacional do sorgo forrageiro. Gontijo Neto *et al.* (2006) recomendam densidade de sementeira de 400 a 600 mil plantas ha⁻¹ e espaçamento entrelinhas de 17 a 30cm; Chielle *et al.* (2001), espaçamento de 70cm, com densidade de sementeira de 150 a 250 mil plantas ha⁻¹; e Carneiro *et al.* (2004) indicam espaçamento entrelinhas de 30cm e densidade de sementeira superior a 500 mil plantas ha⁻¹.

O sucesso na utilização de forragem depende da compreensão dos mecanismos morfofisiológicos e de sua interação com o ambiente. A morfogênese de plantas é descrita com base na taxa de aparecimento e de alongamento de folhas e tempo de vida da folha (Lemaire e Chapman, 1996), que irão determinar as principais características estruturais do pasto. Ainda são escassos na literatura científica estudos que relatem as características morfofênicas e estruturais de sorgo forrageiro.

O objetivo deste estudo é identificar possíveis mudanças nas características morfológicas e estruturais de sorgo forrageiro submetido ao pastoreio contínuo, em função de diferentes espaçamentos entrelinhas e densidade de sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Santa Maria, localizada na depressão central do Rio Grande do Sul, no período de 15 de novembro de 2013 a 11 de abril de 2014. O clima da região é do tipo Cfa (subtropical úmido), conforme classificação de Köppen

(Alvares *et al.*, 2013). O solo da área experimental pertence à unidade de mapeamento São Pedro e é classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico (Streck *et al.*, 2008). A análise de solo apresentou os seguintes resultados: pH em H₂O=4,67; P=13,20mg dm³; K=81,33mg dm³; Ca⁺²=6,17cmol dm³; Mg⁺²=2,87cmol dm³; Al(%)=16,27; V(%)=48,73; CTC_{pH7}=19,00cmol dm³; MO(%)=2,33.

A área experimental correspondeu a 8,0ha, divididos em oito piquetes com área variável, onde foram manejados os animais testes. A implantação da pastagem ocorreu no dia 15/11/2013, com a utilização de sementeira em linha em sistema de plantio direto sob resteva de pastagem de aveia (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*). Foi realizada dessecção pré-plantio com a aplicação do herbicida glifosato na dosagem de 3,0 litros ha⁻¹ (1080g i.a ha⁻¹). Foram aplicados na base 150kg ha⁻¹ de adubo N-P-K com formulação 5-20-20. A quantidade de nitrogênio aplicada em cobertura foi de 45kg ha⁻¹ na forma de ureia, divididos em duas aplicações. A sementeira foi regulada de acordo com as densidades e os espaçamentos utilizados em cada tratamento, a profundidade de sementeira foi de cinco a sete centímetros e o solo apresentava umidade adequada à germinação das sementes.

Os tratamentos propostos foram à combinação de dois espaçamentos, 44 ou 22cm entrelinhas, e duas densidades de sementes, 12 ou 24kg ha⁻¹, totalizando quatro tratamentos e resultando nas seguintes densidades: 66,36; 56,29; 40,91; 25,91 plantas m⁻² para os tratamentos E22D24, E44D24, E22D12 e E44D12, respectivamente. Cada tratamento foi composto por duas repetições de área.

O método de pastoreio utilizado foi contínuo, com taxa de lotação variável, conforme metodologia proposta por Moot e Lucas (1952). A massa de forragem foi controlada com o objetivo de manter uma oferta de forragem de 9% (9kg de MS 100kg de PV⁻¹), considerando-se a massa de lâminas foliares de sorgo e a massa de forragem das espécies invasoras. Foram utilizadas 36 novilhas de corte oriundas do cruzamento entre as raças Charolês e Nelore, com idade média inicial de 15 meses e 262kg de peso vivo inicial, permanecendo em cada piquete

Variáveis morfológicas...

três novilhas-teste e número variável de reguladores. O período experimental iniciou em 21 de dezembro de 2013. O período experimental totalizou 63 dias, sendo subdividido em períodos de 21 dias.

Os animais receberam suplementação diária na quantidade de 1% do peso vivo, sendo regulada semanalmente conforme evolução do peso vivo obtido. Os níveis de proteína bruta e de nutrientes digestíveis totais do suplemento foram de 14,4 e 76,7%, respectivamente, baseados nas

exigências nutricionais dos animais. Todos os tratamentos receberam o mesmo suplemento, que foi formulado pela relação de 62,9% de grão de aveia branca, 35% de grão de milho, 1% de ureia e 1,1% de calcário calcítico.

Na Tab. 1, são apresentadas as médias das variáveis oferta de lâminas foliares, oferta de forragem total, massa de lâminas foliares, massa de forragem total, composição estrutural e relação folha/colmo da pastagem.

Tabela 1. Oferta de lâminas foliares (OLF), oferta de forragem total (OF), massa de lâminas foliares (MLF), massa de forragem total (MF) de sorgo forrageiro implantado sob diferentes arranjos populacionais

Espaçamento (cm)	44		22	
Densidade (kg ha ⁻¹)	12	24	12	24
OLF (kg de MS 100kg de PV ⁻¹)	3,49	3,52	4,57	3,31
OF (kg de MS 100kg de PV ⁻¹)	8,94	8,66	13,54	8,35
MLF (kg MS ⁻¹ ha ⁻¹)	231,87	227,26	198,51	274,34
MF (kg MS ⁻¹ ha ⁻¹)	1319,35	1062,38	1559,96	1174,75

As avaliações das características morfológicas do pasto foram realizadas em dois piquetes por tratamento durante os períodos experimentais, por meio da técnica de “perifilhos marcados” (Carrère *et al.*, 1997). As avaliações foram realizadas em intervalos consecutivos de sete dias, e, após quatro medições, novos afilhos foram marcados e avaliados, mantendo-se os mesmos intervalos. As medições foram realizadas no mesmo dia, dentro dos períodos, em todos os piquetes avaliados. Para avaliações, foram marcados com fios telefônicos coloridos 50 afilhos por piquete, divididos em três transectas. A primeira folha de cada afilho foi marcada com corretor ortográfico líquido, para posterior identificação da ocorrência de morte das folhas.

As medidas realizadas consistiram em medir o comprimento da porção verde de cada folha a partir do ponto de intersecção da lâmina foliar com o colmo até o final da lâmina foliar. As folhas em alongação foram medidas a partir da lígula da última folha adulta. Foram consideradas folhas em senescência as que apresentavam mais de 50% da área de lâmina foliar morta, sendo

somente a porção verde medida. Foram identificados o número total de folhas e a condição apresentada por elas em: adulta, alongando, senescente, morta e pastejada. Foram tomadas as medidas da altura de dossel medida no dobramento médio das folhas do afilho; o comprimento do pseudocolmo foi medido a partir do solo até a lígula da última folha totalmente expandida, e o diâmetro do colmo medido na base do afilho.

As variáveis determinadas foram taxa de alongamento foliar, taxa de senescência foliar, taxa de aparecimento foliar, número médio de folhas por afilho, número médio de folhas em alongamento por afilho, número médio de folhas verdes por afilho, filocrono, duração de vida foliar, comprimento do pseudocolmo, altura do dossel e diâmetro do colmo.

Para os cálculos das taxas de alongação e senescência, utilizou-se o valor médio de alongação e senescência por afilho das folhas que não foram pastejadas no período dividido pelos intervalos em dias de cada avaliação. Para o cálculo da taxa de aparecimento foliar, foi

utilizado o número de folhas novas surgidas no período dividido pelo intervalo entre as avaliações em dias. O filocrono foi calculado a partir de regressão entre o valor da soma térmica acumulada durante os intervalos de avaliação do período e o número médio de folhas dos afillhos em cada intervalo considerado, sendo o valor de filocrono o valor inverso do coeficiente angular dessa regressão, expresso em graus-dia (GD).

O cálculo da soma térmica diária acumulada baseou-se na equação: $((T^{\circ}Mx + T^{\circ}Mn)2^{-1}) - 10^{\circ}C$, em que: $T^{\circ}Mx$ =temperatura máxima, $T^{\circ}Mn$ =temperatura mínima e $10^{\circ}C$ é a temperatura base de crescimento da planta

(Pedroso et al., 2009). A duração de vida foliar foi obtida por meio do produto do número médio de folhas verdes por afillho pelo valor do filocrono, sendo consideradas folhas verdes aquelas que não estavam em senescência.

A Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) aprovou o protocolo desta pesquisa, sob o parecer n°128/2014.

Na Tab. 2, são apresentados os dados referentes à insolação, precipitação, temperaturas máximas e mínimas registradas durante o período experimental e a série histórica.

Tabela 2. Insolação, precipitação pluviométrica e de temperaturas, médias mensais de novembro de 2013 a abril de 2014 e médias históricas (1984 - 2014) para a cidade de Santa Maria-RS

Série histórica	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
Insolação (horas)	223,75	250,41	248,69	201,5	212,11	178,74
Precipitação (mm)	116,9	144,73	155,97	128,58	124,49	155,61
Temp. máxima (°C)	27,85	30,39	31,02	30,11	29,06	25,58
Temp. mínima (°C)	17,99	18,49	17,77	19,72	14,35	12,52
Período experimental - 2014	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
Insolação (horas)	229,20	286,30	229,30	218,90	212,60	186,20
Precipitação (mm)	294,50	92,80	132,3	109	226,9	105,1
Temp. máxima (°C)	28,73	32,12	32,62	32,13	28,4	25,8
Temp. mínima (°C)	17,52	19,70	21,23	20,64	17,2	15,7

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - Estação Santa Maria RS (Banco..., 2014).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com três repetições por área, em esquema fatorial 2 x 2 (dois espaçamentos entrelinhas e duas densidades de sementes). Foi realizado teste de normalidade de Shapiro-Wilk em todas as variáveis, para verificar o comportamento normal dos resíduos. Os dados foram analisados pelo procedimento MIXED (*Statistical Analysis System* – SAS Studio University Edition, versão 3.5), considerando-se medidas repetidas no tempo as medidas tomadas em cada período experimental,

sendo considerada a interação entre espaçamento entrelinhas e a densidade de sementes, e, quando não significativa a interação, os efeitos foram considerados de forma independente. Foi realizada análise de correlação pelo procedimento CORR (*Statistical Analysis System* – SAS Studio University Edition, versão 3.5). As médias, quando diferentes significativamente, foram comparadas pelo teste de t em nível de 5% de significância. O modelo matemático adotado foi representado por:

$$Y_{ijk} = \mu + E + D + (E \times D) + R_k + (E \times D) + P_j + (P_j \times E \times D) + e_{ijk},$$

em que: Y_{ijk} representa as variáveis dependentes; μ a média de todas as observações; E o efeito do espaçamento; D o efeito da densidade; (E x D) o efeito da interação entre espaçamento e densidade; R_k (E x D) o efeito da

k-ésima repetição dentro de cada tratamento; P_j o efeito do j-ésimo período; ($P_j \times E \times D$) o efeito da interação entre período, espaçamento e densidade; e_{ijk} o erro total experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os arranjos populacionais (E x D) não influenciaram nas características morfológicas do sorgo forrageiro (Tab. 3), da mesma forma que o espaçamento entrelinhas (E) e a densidade de sementes (D) quando analisados de forma independente. A taxa de alongação foliar foi similar entre os tratamentos ($P=0,427$), com média de $1,43\text{cm dia}^{-1}\text{afilho}^{-1}$. Era esperada maior taxa de alongamento para o tratamento com maiores densidades de plantas em razão de um maior sombreamento das folhas situadas em menor nível, que tenderiam a buscar maior luminosidade. Pereira *et al.* (2011) relatam

efeitos maiores na taxa de alongamento foliar para diferentes doses de nitrogênio do que o efeito da densidade de plantas em capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv Mombaça).

Os resultados obtidos em pesquisas demonstram que existe uma ampla variação na taxa de alongação foliar em gramíneas tropicais. Lopes *et al.* (2017) observaram para *Brachiaria decumbens* uma taxa de alongação foliar de $1,88\text{cm dia}^{-1}\text{afilho}^{-1}$. Rodrigues *et al.* (2014) registraram, para capim-xaraés, taxa de alongação foliar entre $4,47$ e $7,65\text{cm dia}^{-1}\text{afilho}^{-1}$.

Tabela 3. Médias para taxa de alongação foliar (TAIF), taxa de senescência foliar (TSF), taxa de aparecimento foliar (TApF), intervalo de surgimento de folhas (IntSurg), filocrono e duração da vida foliar (Vida foliar) de sorgo forrageiro implantado sob diferentes arranjos populacionais

Espaçamento (E)	44		22		EP	P		
	Densidade (D)					E	D	ExD
TAIF ($\text{cm dia}^{-1}\text{afilho}^{-1}$)	1,56	1,63	1,37	1,17	0,18	0,084	0,734	0,462
TSF ($\text{cm dia}^{-1}\text{afilho}^{-1}$)	0,93	1,35	1,23	0,93	0,22	0,795	0,772	0,119
TApF ($\text{folha dia}^{-1}\text{afilho}^{-1}$)	0,28	0,29	0,25	0,32	0,03	0,914	0,262	0,361
IntSurg (dias)	3,79	3,75	4,23	3,45	0,43	0,876	0,305	0,376
Filocrono (graus-dia)	94,37	62,72	74,35	60,50	13,76	0,429	0,114	0,525
Vida foliar (graus-dia)	458,40	278,41	357,20	312,72	76,89	0,739	0,082	0,941

E= espaçamento (cm); D= densidade (kg ha^{-1}); ExD= interação espaçamento x densidade; EP= erro-padrão da média; P= valor de probabilidade.

No último período de avaliação (15/02 a 11/03), a taxa de alongação foliar foi reduzida quando este foi comparado ao primeiro e ao segundo período, porém sem diferença significativa ($P=0,101$), o que está relacionado com o estágio de crescimento da planta coincidir com a diferenciação floral, quando é destinada grande parte de seus fotoassimilados para a inflorescência, diminuindo a alongação foliar.

Os arranjos populacionais não influenciaram a taxa de senescência foliar ($P=0,119$), o que pode estar relacionado ao fato de que a duração de vida foliar também não tenha sido influenciada, não ocorrendo maior senescência foliar. Ao longo dos períodos de avaliação, a taxa de senescência não foi diferente significativamente ($P=0,765$). Pedroso *et al.* (2009) observaram taxa

de senescência foliar para milho de $0,90\text{cm dia}^{-1}$, valor muito próximo ao encontrado por Martuscello *et al.* (2005) e Fagundes *et al.* (2006) ao estudarem gramíneas perenes de verão.

A dinâmica do processo de acúmulo de biomassa pode ser visualizada por meio da relação entre a taxa de alongamento foliar e a taxa de senescência foliar, em que as taxas de alongamento foliar foram $1,68$; $1,21$; $1,11$; $1,26$ vezes superiores às de senescência para os arranjos populacionais E44D12, E44D24, E22D12 e E22D24, respectivamente. Quando a mesma análise é feita em relação aos períodos de avaliação, fica marcado um rápido decréscimo do crescimento da pastagem, em que se obtêm relações de $1,52$; $1,39$ e $0,92$ com o avançar dos períodos de avaliação. Ou seja, a partir do dia

15/02, a pastagem passou a ter maior taxa de senescência do que de alongamento de folhas, o que refletiu na diminuição na oferta de lâminas foliares no terceiro período de avaliação. Essa estrutura observada no decorrer dos períodos de avaliação, com menor número de folhas verdes e em alongação e maior número de folhas em senescência, indica a condição de envelhecimento do pasto e a provável redução no acúmulo líquido de forragem em relação aos períodos anteriores, pois esse acúmulo decorre do balanço entre o crescimento e a senescência do pasto (Hodgson, 1990).

A taxa de aparecimento foliar não foi influenciada ($P=0,560$) pelos arranjos populacionais e pelos períodos de avaliação ($P=0,153$), sendo obtido nos tratamentos, em média, 0,29 folha dia^{-1} , o que pode estar relacionado com a similaridade da altura do dossel e o comprimento do pseudocolmo (Tab. 4)

obtido nos tratamentos. Segundo Martins *et al.* (2014), a taxa de aparecimento foliar pode ser influenciada pela altura do dossel devido ao aumento do comprimento da bainha das folhas sucessivas de gramíneas cespitosas, quando o maior comprimento da bainha induz a folha a um maior comprimento para expansão. Martins *et al.* (2005) encontraram valores para taxa de aparecimento foliar de milho de 0,103 a 0,202 folhas dia^{-1} . O intervalo de surgimento de folhas médio obtido entre os tratamentos foi de 3,80 dias para o surgimento de uma nova folha. Martins *et al.* (2005) observaram, em média, 9,13 dias para o aparecimento de uma nova folha em pastagem de milho manejadas com duas alturas. Segundo Pompeu *et al.* (2009), a taxa de aparecimento foliar é influenciada por fatores ambientais, tais como temperatura, intensidade luminosa, disponibilidade de água, umidade e nutrientes, principalmente nitrogênio.

Tabela 4. Médias para taxa de alongação foliar (TALF), taxa de senescência foliar (TSF), taxa de aparecimento foliar (TApF), intervalo de surgimento de folhas (IntSurg), filocrono e duração da vida foliar (Vida foliar) expressos por período de avaliação

	Período			EP	P
	21/12-04/01	11/01-01/02	15/02-11/03		
TALF ($\text{cm dia}^{-1}\text{afilho}^{-1}$)	1,51	1,59	1,10	0,13	0,155
TSF ($\text{cm dia}^{-1}\text{afilho}^{-1}$)	0,99	1,14	1,19	0,20	0,765
TApF (folha $\text{dia}^{-1}\text{afilho}^{-1}$)	0,31	0,29	0,24	0,03	0,173
IntSurg. (dias)	3,34	3,61	4,47	0,74	0,153
Filocrono (graus-dia)	61,44	71,41	86,10	11,38	0,353
Vida foliar (graus-dia)	432,82	327,01	295,22	62,15	0,375

EP= erro-padrão da média; P= valor de probabilidade.

O filocrono não foi influenciado significativamente pelos arranjos populacionais ($P=0,338$) e pelos períodos de avaliação ($P=0,353$), sendo obtidos, em média, 72,99 graus-dia, refletindo a similaridade das taxas de aparecimento foliar nos tratamentos. Os valores de filocrono observados por Pedroso *et al.* (2009) para outra espécie forrageira de estação quente, como o milho, variaram de 93 a 128 graus-dia.

A duração de vida foliar não foi afetada ($P=0,941$) pelos arranjos populacionais testados e ao longo dos períodos de avaliação ($P=0,360$), uma vez que ela é dependente do filocrono e do

número de folhas vivas (Tab. 5), variáveis essas que, por sua vez, também não foram influenciadas significativamente. A duração de vida foliar média obtida no presente estudo foi de 351,68 graus-dia. Garcez Neto *et al.* (2002) relatam valores de duração de vida foliar de 311 a 480 graus-dia para *Panicum maximum* cv. Mombaça. A duração de vida foliar apresenta um papel fundamental no manejo de pastagens, uma vez que é indicador da intensidade e frequência de pastejos para que se tenham índices de áreas foliares próximos aos das máximas taxas de crescimento.

Variáveis morfológicas...

Tabela 5. Médias para o número de folhas em alongamento (NFA), número de folhas vivas por afilho (NFV), altura de pseudocolmo (Pseudocolmo) e altura de dossel de sorgo forrageiro implantado sob diferentes arranjos populacionais

Espaçamento (E)	44		22		EP	P		
	Densidade (D)					E	D	ExD
NFA (n° de folhas)	1,08	0,83	1,00	0,85	0,218	0,979	0,505	0,806
NFV (n° de folhas)	4,89	5,03	4,99	5,01	0,720	0,961	0,909	0,959
Pseudocolmo (cm)	40,64	40,48	37,97	37,20	4,639	0,529	0,921	0,949
Diâmetro do colmo (cm)	1,07	0,94	1,00	0,89	0,04	0,523	0,220	0,879
Altura dossel (cm)	59,30	60,91	58,58	53,44	7,239	0,671	0,446	0,521

E= espaçamento (cm); D= densidade (kg ha⁻¹); ExD= interação espaçamento x densidade; EP= erro-padrão da média; P= valor de probabilidade.

Não houve interação entre os arranjos populacionais e os períodos de avaliação (P>0,05) para as variáveis número de folhas em alongamento, número de folhas vivas e altura de pseudocolmo. As variáveis foram semelhantes entre os arranjos populacionais testados e diferiram entre os períodos de avaliação.

As características estruturais da pastagem de sorgo forrageiro não foram influenciadas significativamente pelos arranjos populacionais (E x D), pela densidade de sementes (D) e pelo espaçamento entrelinhas (E), o que pode ser atribuído ao fato de que as características morfológicas e estruturais tenham uma alta correlação, bem como não tenham sido influenciadas pelos arranjos populacionais. Segundo Lemaire e Chapman (1996), as características estruturais de uma planta forrageira são reflexos da combinação das características morfológicas. Pode se observar (Tab. 6) que as características estruturais foram mais influenciadas com o avançar do ciclo da pastagem, refletido ao longo dos períodos de avaliação.

O número total de folhas não diferiu significativamente (P=0,659) entre os arranjos populacionais, sendo observados valores médios de 6,09 folhas perfilho⁻¹ para ambos os tratamentos. Lopes *et al.* (2017) e Martins *et al.* (2005) descrevem valores de 5,10 e 5,53 folhas vivas afilho⁻¹ para *Brachiaria decumbens* e milheto, respectivamente. O número de folhas vivas foi influenciado pelos períodos de avaliação (P=0,0001), quando se observa uma redução de 31,71% do primeiro período (21/12 a 04/01) para o segundo período (11/01 a 01/02) no número de folhas vivas, que passou de 6,78 para 4,63 folhas perfilho⁻¹. Do segundo período para o terceiro período (15/02 a 11/03), houve redução de 23,54%, de 4,63 para 3,54 folhas vivas perfilho⁻¹, o que pode estar relacionado com o avanço do estágio vegetativo e o decréscimo da temperatura. O mesmo comportamento ocorreu no número de folhas em alongamento, que foi reduzido do primeiro (21/12 a 04/01) para o terceiro (15/02 a 11/03) período de avaliação em 65,53%, de 2,35 para 0,81 folhas afilho⁻¹.

Tabela 6. Médias para o número de folhas em alongamento (NFA), número de folhas vivas por afilho (NFV), altura de pseudocolmo (Pseudocolmo) e altura de dossel expressos por período de avaliação

	Período			EP	P*
	21/12-04/01	11/01-01/02	15/02-11/03		
NFA	2,35 ^a	1,13 ^b	0,81 ^b	0,13	0,0001
NFV	6,78 ^a	4,63 ^b	3,54 ^c	0,34	0,0004
Pseudocolmo, cm	48,83 ^a	36,31 ^b	32,07 ^b	2,74	0,007
Altura dossel, cm	77,60 ^a	52,51 ^b	44,07 ^b	2,66	0,0002

EP= erro-padrão da média; P= valor de probabilidade.

*Letras minúsculas na linha diferem a nível de 5% de significância, pelo teste t.

O número de folhas vivas por perfilho apresentou correlação positiva ($R=0,894$; $P=0,0001$) com a altura de dossel, resultado que vai de encontro ao que afirmam Garcez Neto *et al.* (2002), os quais obtiveram resposta linear positiva no número de folhas verdes de *Panicum maximum* cv. Marandu conforme aumentou a altura de corte, o que pode estar relacionado com a frequência de desfolha a que os perfilhos foram submetidos. Segundo Carvalho *et al.* (2001), dosséis mais altos tendem a ser submetidos às menores frequências e intensidades de desfolhação, enquanto os locais mais baixos do mesmo pasto, em geral, são pastejados de forma mais intensa e frequente pelos bovinos.

O diâmetro do colmo não foi influenciado significativamente pelos arranjos populacionais. Taiz e Zeiger (2004) observaram que, quanto maior a densidade populacional, menor o diâmetro do colmo. Esse fato ocorre porque, em altas populações, as plantas alocam seus recursos para um crescimento mais rápido, a fim de evitar o sombreamento, aumentando a possibilidade de crescimento acima do dossel, porém diminuindo o diâmetro de colmo, o que pode não ter sido significativamente diferente no presente estudo em razão do pastejo dos animais e da oferta de forragem utilizada.

O comprimento do pseudocolmo ($P=0,949$) e as alturas de dossel ($P=0,521$) não foram influenciados pelos arranjos populacionais, porém foram distintos significativamente ao longo dos períodos de avaliação, quando se observou uma redução no comprimento do

pseudocolmo com o decorrer do ciclo da planta. Esse comportamento de diminuição da altura de pseudocolmo não é esperado com o avanço do ciclo fenológico da espécie, devido ao fato de que a planta tenderia ao alongamento dos entrenós na fase reprodutiva, como reportado por Confortin *et al.* (2010) em azevém anual (*Lolium multiflorum*). Tal resultado pode ser fruto da metodologia adotada, em que, em cada período de avaliação, novos perfilhos foram marcados, e, quando a planta avança, o ciclo de crescimento dos novos perfilhos tendem a ser de menor tamanho em razão de uma nova rota preferencial de fotoassimilados em detrimento dos novos perfilhos.

O mesmo comportamento é visualizado na Tab. 7, onde a variável altura de dossel apresentou interação significativa entre densidade de plantio e período. A maior altura de dossel foi obtida no primeiro período em ambas as densidades; já no segundo período, a densidade de 12kg apresentou altura de dossel intermediária, 59,87cm. A densidade de 24kg apresentou a menor altura de dossel no segundo período, 45,15cm, sendo igual à obtida para as duas densidades no terceiro período de avaliação, 44,73 e 43,40cm para as densidades de 12 e 24kg de sementes. A maior altura de dossel visualizada para a densidade de 12kg no segundo período em relação à densidade de 24kg, possivelmente, foi devido à oferta de forragem de 4,57% de lâminas foliares que ocorreu no arranjo populacional de 22cm de espaçamento entrelinha e 12kg de sementes ha^{-1} .

Tabela 7. Altura de dossel (cm) da pastagem de sorgo forrageiro por período de avaliação de acordo com a densidade de sementes

		Período			EP	P
		21/12-04/01	11/01-01/02	15/02-11/03		
Densidade	12	72,23 ^a	59,87 ^b	44,73 ^c	3,57	0,045
	24	82,96 ^a	45,15 ^c	43,40 ^c		

Densidade ($kg\ ha^{-1}$); EP= erro-padrão da média; P= valor de probabilidade da interação entre densidade x período; Letras minúsculas diferem a nível de 5% de significância, pelo teste t.

O comprimento do pseudocolmo e o da altura de dossel apresentaram correlação positiva ($R=0,907$; $P=0,0001$), como também relatado por Pontes *et al.* (2003), que verificaram aumento de 0,58cm na altura do pseudocolmo para cada cm a mais na altura do dossel de azevém anual.

CONCLUSÕES

Diferentes combinações de espaçamento entrelinha de plantio e densidade de sementes de

sorgo forrageiro não alteram as características morfológicas e estruturais de sorgo forrageiro. O estágio de crescimento da planta influencia nas características estruturais de sorgo forrageiro

quando manejado sob pastoreio contínuo. Com o avançar do ciclo fenológico da planta, há um marcado decréscimo no crescimento e acúmulo de biomassa da pastagem de sorgo forrageiro.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol. Z.*, v.22, p.711-728, 2013.
- BANCO de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. [Distrito Federal]: INMET, 2014. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 10 maio 2015.
- CARNEIRO, J.C.; NOVAES, L.P.; RODRIGUES, J.A.S. *et al.* Avaliação agrônômica de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) sob regime de corte. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, SPODOPTERA FRUGIPERDA, 1, 25., 2004, Cuiabá. *Anais...* Cuiabá: CNMS, Embrapa Milho e Sorgo, 2004. CD-ROOM.
- CARRÈRE, P.; LOUAULT, F.; SOUSSANA, J.F. Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. *J. Appl. Ecol.*, v.34, p.333-348, 1997.
- CARVALHO, P.D.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C. *et al.* Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: [SBZ], 2001. v.1, p.853-871.
- CHIELLE, Z.G.; TOMAZZI, D.J.; LOSSO, A.C. *et al.* Ensaio Sul-Rio-Grandense de sorgo para corte ou pastejo 2000/2001, resultados da rede estadual. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 29., 46., 2001, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: EMATER/RS, 2001. CD-ROOM.
- COELHO, A.M.; WAQUIL, J.M.; KARAM, D. *et al.* Seja o doutor do seu sorgo. Piracicaba: Arquivo do Agrônomo, 2002. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/sorgo/doutorsorgo.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2015.
- CONFORTIN, A.C.C.; QUADROS, F.L.F.; ROCHA, M.G. *et al.* Morfogênese e estrutura de azevém anual submetido a três intensidades de pastejo. *Acta Sci. Anim. Sci.*, v.32, p.385-391, 2010.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C. *et al.* Características morfológicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, p.21-29, 2006.
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A.J. *et al.* Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, p.1890-1900, 2002.
- GONTIJO NETO, M.M.; ALVARENGA, R.C.; PEREIRA FILHO, I.A. *et al.* *Recomendações de densidades de plantio e taxas de semeaduras de culturas anuais e forrageiras em plantio consorciado*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/comunicado/Com_137.pdf>. Acessado em: 10 out. 2015.
- HODGSON, J. *Grazing management*. New York: Science into Practice, 1990. 203p.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plants communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.). *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford: [Cab Abstracts], 1996. 36p.
- LOPES, C.M.; PACIULLO, D.S.C.; ARAÚJO, S.A.C. *et al.* Plant morphology and herbage accumulation of signal grass with or without fertilization, under different light regimes. *Ciênc. Rural*, v.47, p.1-7, 2017.
- MARTINS, A.D.; SOUSA, L.F.; NÓBREGA, E.B. *et al.* Relação do nível de sombreamento artificial e da adubação sobre o desenvolvimento da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.15, p.994-1005, 2014.
- MARTINS, C.E.N.; QUADROS, F.L.F.; BANDINELLI, D.G. *et al.* Variáveis morfológicas de milheto (*Pennisetum americanum*) mantido em duas alturas de pastejo. *Ciênc. Rural*, v.35, p.174-180, 2005.

- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO, J.R. *et al.* Características morfológicas e estruturais do capim-xaraés submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, p.1475-1482, 2005.
- MOOT, G.O.; LUCAS, H.L. The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 1952, Pennsylvania. *Proceedings...* Pennsylvania: State College, 1952. p.1380-1395. (Resumo).
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. *et al.* Qualidade de forragem e desempenho animal em pastagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.), fertilizada com dois tipos de adubo, sob pastejo contínuo. *Rev. Bras. Agrociênc.*, v.11, p.221-226, 2005.
- PEDROSO, C.E.S.; MONKS, P.L.; FERREIRA, O.G.L. *et al.* Características estruturais de milheto sob pastejo rotativo com diferentes períodos de descanso. *Rev. Bras. Zootec.*, v.38, p.801-808, 2009.
- PEREIRA, V.V.; FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. *et al.* Características morfológicas e estruturais de capim-mombaça em três densidades de cultivo adubado com nitrogênio. *Rev. Bras. Zootec.*, v.40, p.2681-2689, 2011.
- POMPEU, R.C.F.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M. *et al.* Fluxo de biomassa em capim tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. *Rev. Bras. Zootec.*, v.38, p.809-817, 2009.
- PONTES, L.S.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. *et al.* Variáveis morfológicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado em diferentes alturas. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, p.814-820, 2003.
- RODRIGUES, R.; AMORIM, S.E.P.; MELLO, M.A.A. *et al.* Características morfológicas e estruturais do capim-Xaraés submetido a intensidades de desfolhas. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.15, p.430-439, 2014.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D. *et al.* *Solos do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Epagri, 2008. 124p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 618p.