

CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DO CAPIM SUDÃO (BRS ESTRIBO) SOB DIFERENTES LÂMINAS SUPLEMENTARES DE IRRIGAÇÃO

WELLINGTON MEZZOMO¹; MARCIA XAVIER PEITER²; ADROALDO DIAS ROBAINA³; ROGÉRIO RICALDE TORRES⁴; JARDEL HENRIQUE KIRCHNER⁵ E ANDERSON CRESTANI PEREIRA⁶

¹ Eng. Agrônomo, Doutor, Professor Associado da Universidade Tecnológica UTEC, Rua Maciel Esquina Luis Morquio, s/n, Durazno, Uruguai, CEP: 97000, wellington.mezzomo@utec.edu.uy

² Eng. Agrônoma, Doutora, Professora Associada do Departamento de Engenharia Rural, UFSM, Avenida Roraima, nº 1000, bairro Camobi, Santa Maria, RS, Brasil, CEP: 97195-000, mpeiter@gmail.com

³ Eng. Agrônomo, Doutor, Professor Titular do Departamento de Engenharia Rural, UFSM, Avenida Roraima, nº 1000, bairro Camobi, Santa Maria, RS, Brasil, CEP: 97195-000, diasrobaina@gmail.com

⁴ Eng. Agrônomo, Doutor, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Rua Eng. João Viterbo de Oliveira, nº 3061, Zona Rural, Vacaria, RS, Brasil, CEP: 95219-899, rogerio.torres@vacaria.ifrs.edu.br

⁵ Eng. Agrônomo, Doutor, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Rua Nelsi Ribas Fritsch, nº 1111, bairro Esperança, Ibirubá, RS, Brasil, CEP: 98200-000, jardel.kirchner@ibiruba.ifrs.edu.br

⁶ Eng. Agrônomo, Mestre, Doutorando em Agronomia no Departamento de Fitotecnia da UFSM, Avenida Roraima, nº 1000, bairro Camobi, Santa Maria, RS, Brasil, CEP: 97195-000, acrestanipereira@gmail.com

1 RESUMO

O uso de pastagens é a forma mais economicamente viável para alimentação bovina. São fatores biométricos determinantes para o conhecimento da qualidade e determinação da produtividade das forrageiras usadas como pastagens: altura de plantas, diâmetro e altura dos colmos e relação folha/colmo. Neste trabalho, objetivou-se avaliar as características biométricas do capim Sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf), cultivar BRS Estribo, em três cortes de uniformização, sob diferentes lâminas de irrigação. O experimento foi conduzido no município de Santa Maria-RS, Brasil, em dois anos agrícolas: 2015/2016 e 2016/2017. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, composto por quatro blocos, com cinco tratamentos por bloco, mais a testemunha. Os tratamentos consistiram na aplicação de lâminas de irrigação suplementar equivalentes a: 25, 50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração de referência (ET_o). Foram avaliados: altura de plantas, diâmetro e altura dos colmos e a relação folha/colmo. Observou-se significância estatística para todos os fatores analisados, exceto para a relação folha/colmo. À medida que as lâminas de irrigação aumentaram até o tratamento com 100% da ET_o, observou-se incrementos na altura das plantas e diâmetro e altura dos colmos, portanto, para potencializar o desenvolvimento desses fatores, recomenda-se que a demanda hídrica do capim Sudão seja integralmente suprida.

Palavras chave: *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf., altura de plantas, diâmetro de colmos, relação folha/colmo.

MEZZOMO, W.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; TORRES, R. R.; KIRCHNER, J. H.; PEREIRA, A. C.

BIOMETRIC CHARACTERISTICS OF SUDAN GRASS (BRS ESTRIBO) UNDER DIFFERENT SUPPLEMENTAL IRRIGATION DEPTHS

2 ABSTRACT

The use of pastures is the most economically viable way to feed beef/dairy cattle. The biometric plant factors: plant height, diameter and height of stems and leaf/stem ratio, are determining factors for quality assessment and determination of the productivity of forages used as pastures. In this work, the objective was to evaluate the biometric characteristics of Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf), cultivar BRS Estribo, in three uniformity cuts under different irrigation depths. The experiment was conducted in the municipality of Santa Maria-RS, Brazil, in two agricultural years: 2015/2016 and 2016/2017. The experimental design used was randomized blocks, composed of four blocks, with five treatments per block, plus the control treatment. The treatments consisted of the application of supplemental irrigation depths equivalent to: 25, 50, 75, 100, and 125% of the reference evapotranspiration (ET_o). The following factors were evaluated: plant height, diameter and height of stems and leaf/stem ratio. Statistical significance was observed for all factors analyzed, except for the leaf/stem ratio. As the supplemental irrigation depths increased until treatment with 100% of ET_o, increments in plant height and diameter and height of stems were observed; therefore, to enhance the development of these factors, it is recommended that the water requirements of Sudan grass be fully met.

Keywords: *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf., plant height, stem diameter, leaf/stem ratio.

3 INTRODUÇÃO

No Brasil, a pecuária apresenta grande relevância econômica, sendo responsável por cerca de 9% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. É considerada uma atividade de baixo custo quando a alimentação bovina é baseada no uso de pastagens cultivadas com forrageiras, entretanto, ainda é necessário melhorar quantitativamente e qualitativamente as condições de manejo das culturas forrageiras, a fim de intensificar a atividade pecuária e elevar os índices produtivos (MEZZOMO et al., 2020a).

Dentre as atuais opções de forrageiras para pastagem, o capim Sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf), cultivar BRS Estribo, vem se destacando, uma vez que apresenta elevada produção, boa relação folha colmo-1, longo ciclo de produção, possibilidade de semeadura precoce, maior perfilhamento, flexibilidade de manejo e rusticidade no que refere às condições nutricionais do solo (EMBRAPA, 2014).

O capim Sudão é uma gramínea

anual de verão, que pode ser utilizada sob diferentes manejos e para distintas finalidades, sendo indicada para o pastejo, fenação, forragem picada, silagem e até mesmo para a cobertura do solo, pois conta com um sistema radicular vigoroso e possui alto potencial para a produção de massa seca, promovendo a estruturação do solo e a ciclagem de nutrientes (EMBRAPA, 2014; SOUZA; INOMOTO, 2019). A necessidade hídrica durante o desenvolvimento da cultura, varia entre 350 mm à 700 mm, dependendo das condições meteorológicas, manejo e duração do ciclo (SILVEIRA et al., 2015).

Para melhorar a qualidade e a produtividade das pastagens cultivadas com forrageiras, a demanda hídrica da cultivar escolhida deve ser adequadamente atendida, sendo a irrigação considerada uma das principais técnicas responsáveis pelo incremento e estabilização da produção forrageira. No período de primavera-verão é característico no sul do Brasil a irregularidade nas distribuições pluviométricas, ocasionando períodos de

déficit hídrico às plantas, acarretando na redução da produtividade do sistema agropecuário de forma proporcional à sua duração e intensidade (MEZZOMO et al., 2020b; RAY et al., 2015; VIVAN et al., 2015).

Diante desse cenário, a análise dos parâmetros de crescimento das pastagens irrigadas, tais como: altura total de plantas, diâmetros de colmos e relação folha/colmo sob diferentes lâminas de irrigação, apresenta-se como uma importante ferramenta na definição de estratégias de manejo para a intensificação da produção e da qualidade forrageira (KIRCHNER et al., 2020).

Os diferentes manejos da disponibilidade hídrica, interferem diretamente no crescimento e na qualidade das culturas forrageiras, afetando variáveis como o diâmetro de colmo e altura total de plantas, as quais são parcialmente responsáveis pela formação do volume total da massa seca produzida (KIRCHNER et al., 2020), influenciando ainda a proporção entre folhas e colmos.

A relação folha/colmo (F/C) pode ser utilizada como indicadora da qualidade forrageira, uma vez que à medida que o valor desta relação aumenta, a qualidade melhora, devido aos maiores valores proteicos, melhor palatabilidade e digestibilidade, que refletem no aumento do consumo pelos animais e, conseqüentemente, proporcionam rápido ganho de peso (CASTAGNARA et al., 2011; RODRIGUES et al., 2008).

A relação folha/colmo tem sido aceita como um índice de qualidade nutricional das pastagens, sendo apontada como um dos principais parâmetros para a alimentação de ruminantes (SANTOS et al., 2011). Dessa forma, para a intensificação da atividade pecuária, é essencial a adoção de técnicas que auxiliem no aumento da relação

F/C em culturas forrageiras, uma vez que técnicas adequadas podem resultar em incrementos na qualidade da forragem produzida, melhorando o desempenho animal.

Dados para o capim Sudão (BRS Estribo) irrigado, relativos à relação F/C e aos parâmetros biométricos, como: altura de inserção da última folha, altura total de plantas e diâmetro de colmos são escassos e divergentes, sendo fundamental a definição efetiva desses parâmetros a fim de auxiliar o produtor na correta tomada de decisão.

Nesse contexto, objetivou-se neste trabalho determinar as características biométricas do capim Sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf), cultivar BRS Estribo, em três cortes de uniformização, sob diferentes lâminas de irrigação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizada no município de Santa Maria-RS, em dois anos agrícolas: 2015/2016 (ano 1) e 2016/2017 (ano 2).

4.1 Caracterização da área experimental

No local do estudo o clima é subtropical úmido (Cfa), segundo a classificação climática de Köppen (WOLLMANN; GALVANI, 2012). De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, o solo da área experimental é classificado como Argissolo Amarelo Eutrófico típico (SANTOS et al., 2018), apresentando concentrações de areia, silte e argila conforme os valores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas do solo Argissolo Amarelo Eutrófico típico, valores médios de três repetições.

Prof. da amostra cm	Distribuição granulométrica			Classe textural
	Areia	Silte	Argila	
		%		
0-20	37,91	41,95	20,14	Franco
20-40	32,27	38,3	29,44	Franco argiloso
40-60	27,71	26,16	46,13	Argiloso
60-80	16,2	28,86	54,94	Argiloso
80-100	17,98	42,16	40	Argilo siltoso

As características físico-hídricas do solo foram determinadas por meio da metodologia proposta pela Empresa Brasileira de Agropecuária - EMBRAPA (2011), apresentando uma capacidade total de água no solo (CTA) até os 50 cm de profundidade de 64,3 mm, conforme é apresentado por camadas na Tabela 2. Na Tabela 2, também estão apresentados os

valores referentes aos seguintes parâmetros: disponibilidade total de água no solo (DTA), fator de depleção (f), capacidade real de água no solo (CRA), irrigação real necessária (IRN), irrigação real necessária total acumulada (IRN Total), evapotranspiração de referência máxima (ET_o) e turno de rega (TR).

Tabela 2. Caracterização hídrica do solo e da necessidade de irrigação.

Profundidade cm	DTA mm cm ⁻¹	f	CTA	CRA	IRN	IRN Total	ET _o	TR dias
0 - 20	1,3		25,0	15,0	15,0			
20 - 40	1,4	0,6	27,9	16,7	16,7	38,6	5,55	7
40 - 50	1,1		11,4	6,8	6,8			

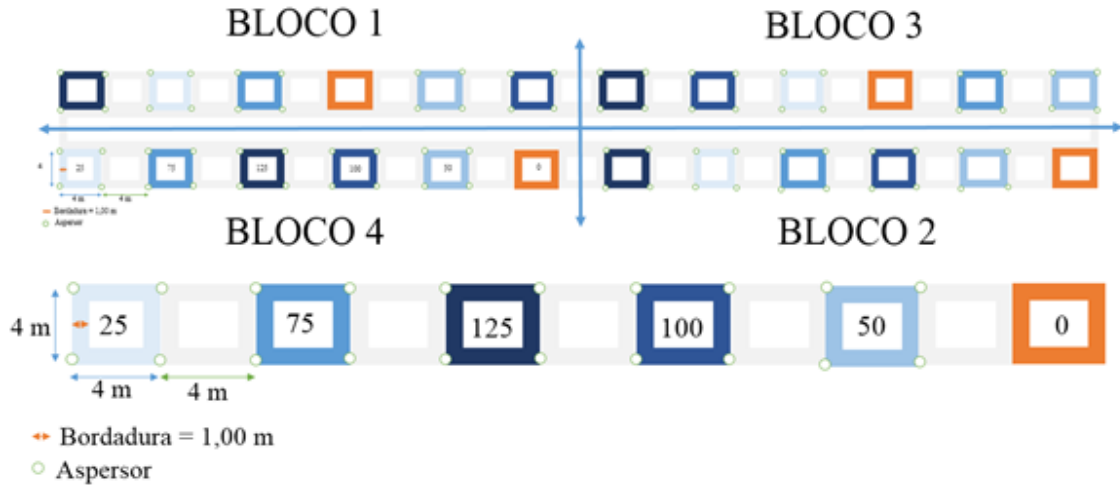
A velocidade de infiltração básica do solo (VIB) foi determinada através da metodologia dos anéis concêntricos, sendo obtido o valor de 15 mm hora⁻¹.

4.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, composto por quatro blocos (repetições), com cinco tratamentos por bloco, mais a

testemunha, constituindo assim um total de 24 unidades experimentais (UE). Cada UE apresentava dimensões de 4 x 4 m, totalizando uma área de 16 m², sendo considerado 1 m como bordadura. Entre os tratamentos foram deixados espaços livres de 4 m, para que não houvesse interferência na aplicação de água entre as distintas lâminas de irrigação, como mostra a Figura 1.

Figura 1. Croqui representando as quatro repetições (blocos), com detalhamento de um bloco experimental com as lâminas de irrigação aplicadas: 25%, 50%, 75%, 100% e 125% da ETo, mais o tratamento testemunha.



4.3 Caracterização do sistema de irrigação, manejo e condições climáticas

A irrigação foi realizada através de um sistema de aspersão convencional, composto por uma linha principal medindo 100 m de comprimento conectado a vinte e quatro linhas laterais fixas de 24 m de comprimento, com espaçamentos entre linhas laterais e aspersores de 4 m x 4 m, de acordo com a Figura 1. Os aspersores utilizados foram da marca AgroJet, modelo P51/2, apresentando uma vazão em cada emissor de 195,2 L h⁻¹, a pressão de serviço foi de 9 mca, com uma taxa de aplicação de 12,2 mm hora⁻¹ (inferior a VIB).

Foram utilizados microaspersores devido a limitação em relação ao tamanho da área experimental, ressalta-se que o uso desse sistema para irrigação de pastagens é inviável economicamente. Os microaspersores foram conectados a hastes de 1,5 m em relação ao solo, devido à altura das plantas, uma vez que o manejo foi feito sob cortes de uniformização aos 50, 80 e 110 dias após a semeadura.

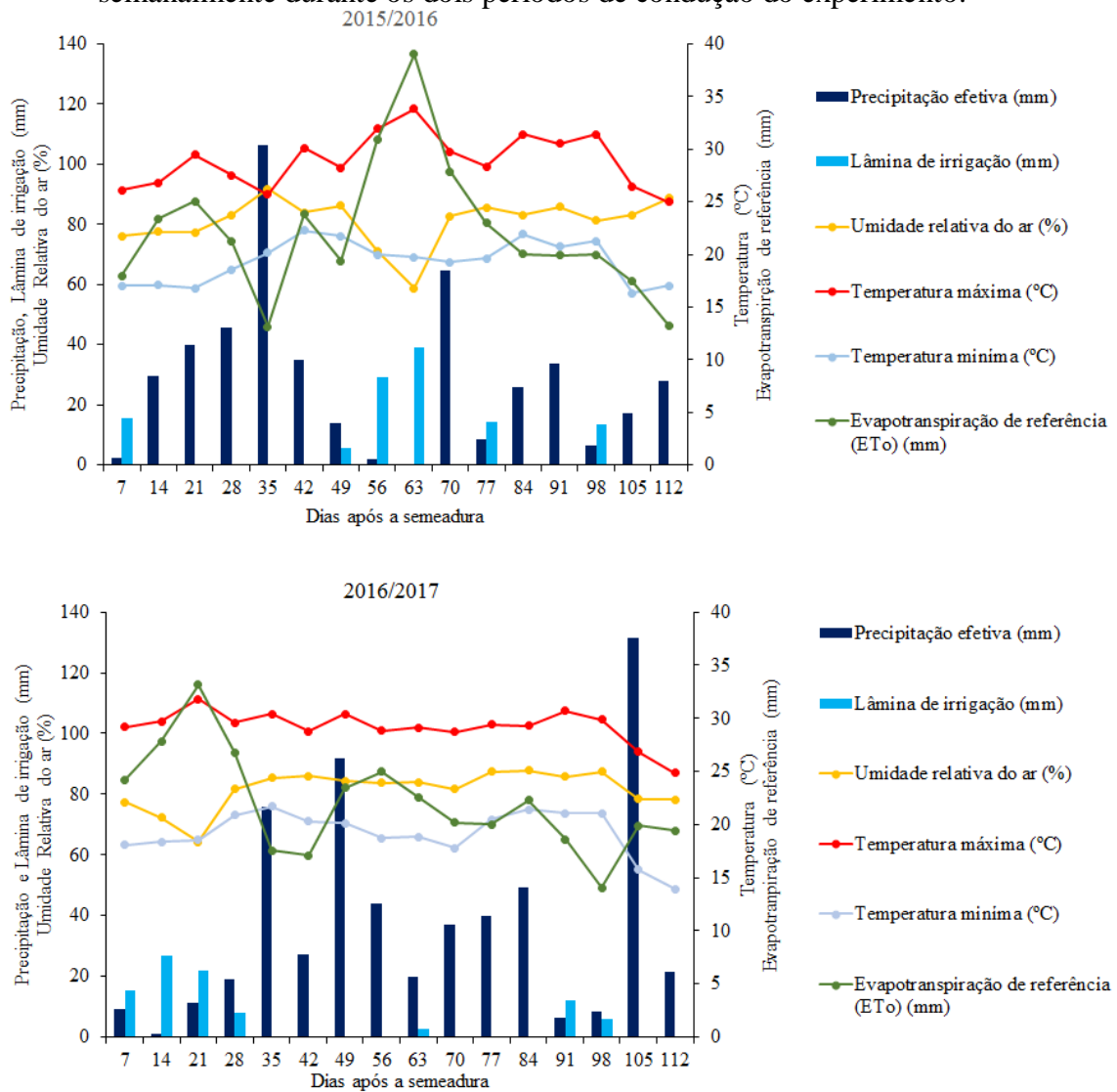
A diferenciação das lâminas de irrigação foi realizada de acordo com cada tratamento pré-estabelecido, pela variação do tempo de abertura dos registros,

localizados no início de cada linha lateral. A calibração das lâminas de irrigação foi realizada por meio do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), o qual apresentou uma uniformidade de aplicação de 83%.

Os tratamentos testados consistiram na aplicação de lâminas de irrigação suplementar à precipitação efetiva, equivalentes a 25, 50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração de referência (ETo), com a determinação da ETo pela equação de Penman-Monteith/FAO (ALLEN et al., 2006). Os parâmetros meteorológicos necessários para o cálculo da ETo, foram coletados de uma estação meteorológica automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, que está localizada a 1.500 m da área experimental.

As irrigações, com turno de rega fixo de sete dias, foram realizadas sempre que a precipitação efetiva não supriu adequadamente a ETo do período, como mostra a Figura 2. A determinação da precipitação efetiva foi realizada pela metodologia proposta por Millar (1978), sendo esta igual a 70%, o que significa, que 30% da precipitação está sendo perdida por escoamento superficial.

Figura 2. Precipitação efetiva, umidade relativa do ar, temperatura máxima e mínima, evapotranspiração de referência (ET_o) e lâmina de irrigação acumulada semanalmente durante os dois períodos de condução do experimento.



Observa-se que em ambos os anos agrícolas a distribuição pluviométrica foi irregular, ocorrendo períodos de excesso e outros de estresse hídrico, no Ano 1 (2015/2016) a distribuição pluviométrica excedeu a demanda evapotranspirativa durante quase todo o período do primeiro corte, sendo necessária apenas uma irrigação. No Ano 1, o período de maior déficit de precipitação ocorreu entre 49 e 63 DAS, já no Ano 2 (2016/2017) o maior

estresse hídrico observado, ocorreu no período que compreendeu a data da semeadura até 28 DAS.

As precipitações efetivas acumuladas foram de 458,04 mm no Ano 1 e de 593,18 mm no Ano 2, como mostra a Tabela 3, que também apresenta os volumes de água aplicados via irrigação em cada tratamento, assim como a lâmina total (precipitação efetiva + lâmina de irrigação).

Tabela 3. Precipitação efetiva, lâmina de irrigação e lâmina total de acordo com os diferentes tratamentos utilizados nos anos agrícolas de 2015/2016 (Ano 1) e 2016/2017 (Ano 2).

ANO AGRÍCOLA 2015/2016 (Ano 1)			
Tratamento (% ETo)	Precipitação Efetiva	Lâmina de Irrigação (mm)	Lâmina Total
125	458,04	146,82	604,86
100		117,46	575,5
75		88,09	546,13
50		58,73	516,77
25		29,36	487,4
0		0	458,04
ANO AGRÍCOLA 2016/2017 (Ano 2)			
Tratamento (% ETo)	Precipitação Efetiva	Lâmina de Irrigação (mm)	Lâmina Total
125	593,18	115,62	708,08
100		92,5	685,68
75		69,37	662,55
50		46,25	639,43
25		23,12	616,3
0		0	593,18

4.4 Manejo do capim Sudão

A semeadura do capim Sudão (BRS Estribo), foi em sistema de plantio direto, sendo realizada no Ano 1 em 24 de novembro de 2015 e no Ano 2 em 29 de novembro de 2016, a densidade de semeadura foi de 25 sementes por metro linear, com espaçamento entre linhas de 0,36 m.

A adubação foi realizada na linha de semeadura, com uma expectativa de altíssimo rendimento de forragem para sistemas intensivos irrigados, objetivando a produção máxima da cultura, sendo considerado uma produção de 20.000 kg ha⁻¹ de massa seca por ano, conforme indicações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (COMISSÃO DE

QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC, 2016). Como adubação de base foram aplicados 850 kg ha⁻¹ de formulado 5-20-20 de nitrogênio (N) fósforo (P) e potássio (K), respectivamente.

A suplementação da fertilização nitrogenada foi fracionada da seguinte forma, a primeira aplicação foi realizada no perfilhamento (25 dias após a semeadura (DAS)). A segunda e terceira aplicação foram após os corte (50 e 80 DAS). Sendo a quantidade a ser aplicada, determinada pelo teor de matéria orgânica do solo, como mostra a Tabela 4, foram aplicados 160 kg ha⁻¹ de ureia em cada período, sendo o somatório da fertilização nitrogenada durante o ciclo da cultura de 480 kg ha⁻¹ de ureia (44% de N), o ciclo considerado nesse estudo foi de 110 DAS. Ressalta-se que dependendo do manejo, da produção mínima

esperada e das condições climáticas, o ciclo do capim Sudão pode se estender a 210 DAS.

Tabela 4. Análise química do solo.

Prof. (cm)	pH	M.O	Areia	Silte	Argila	Saturação	
	H ₂ O (1:1)	m v ⁻¹ %			Al	V %	
0-10	6,2	2,3	38	42	20	0	77,3
Teor Trocável g 100 g ⁻¹ de Solo							
CTC pH7	Ca	Mg	Al	H + Al	K	P- Mehlich	SMP
	cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³			
10,9	5,6	2,5	0	2,5	144	11,8	6,5

Onde: M.O = Matéria Orgânica; CTC = Capacidade de Troca de Cátions.

As aplicações de inseticidas, fungicidas e herbicidas foram realizadas de forma preventiva ou quando os primeiros sintomas foram observados, sendo realizadas de forma homogênea em toda área experimental.

Objetivando a semeadura em área limpa, foram realizadas a aplicação de dois grupos diferentes de herbicidas aos 25 dias antes da semeadura nos Anos 1 e 2, sendo eles o Glifosato na dosagem comercial de 2,5 L ha⁻¹ (1200 g L⁻¹ de ingrediente ativo (i.a.)) e 2,4-D na dosagem de 1,5 L ha⁻¹ (1005 g L⁻¹ de i. a.), ressalta-se que na época da aplicação dos herbicidas o uso do produto 2,4-D encontrava-se liberado.

O controle de doenças fúngicas foi realizado de maneira preventiva aos 30 DAS em ambos os anos, sendo necessária mais uma aplicação aos 95 DAS no Ano 1 e aos 65 DAS no Ano 2, logo que observados os primeiros sinais da doença, para que assim não houvesse interferência na produção. Para controlar a ferrugem (*Puccinia purpurea*), o fungicida Tebuconazol foi utilizado na dosagem de 1 L ha⁻¹ (200 g L⁻¹ de i. a.).

O capim Sudão apresenta rusticidade a incidência de doenças fúngicas, porém, diante de condições climáticas e ambientais adequadas à proliferação de fungos como temperaturas amenas e alta umidade relativa

do ar, podem ocorrer a incidência de algumas doenças como a ferrugem (*Puccinia purpurea*), antracnose (*Colletotrichum sublineolum*), míldio (*Peronosclerospora sorghi*), helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) e ergot (*Claviceps africana*).

O controle de pragas foi realizado por meio do inseticida Clorpirifós na dosagem de 0,6 L ha⁻¹ (480 g L de i. a.) com 150 L ha⁻¹ de volume de calda, foram realizadas três aplicações em ambos os anos, aos 30, 65 e 95 DAS, sendo as lagartas do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), a principal praga encontrada.

4.5 Relação folha/colmo

A relação folha/colmo foi determinada por meio da relação entre a massa seca de folhas e de colmos, sendo verificada nas respectivas épocas de corte da forrageira.

Após as coletas, as amostras foram levadas ao laboratório para a determinação da massa seca, sendo as plantas separadas em duas frações (folha e colmo) antes do processo de secagem até peso constante, em estufa com circulação forçada de ar à 65° C, para posteriormente, com auxílio de uma balança de precisão, determinar a massa seca em kg ha⁻¹ de cada fração e compor a amostra final.

4.6 Diâmetro de colmos e altura de inserção da última folha

O diâmetro de colmos e a altura de inserção da última folha foram analisadas nos períodos dos cortes de uniformização aos 50, 80 e 110 DAS. Para a mensuração das variáveis utilizou-se um paquímetro digital, sendo quantificado aleatoriamente os diâmetros de três plantas da amostra final, as medições foram realizadas na altura de inserção da primeira folha, nos dois sentidos do colmo devido a sua forma oval.

A altura de inserção da última folha foi determinada com a utilização de uma trena métrica, sendo considerada a distância entre a superfície do solo e a inserção da lígula da última folha.

4.7 Altura total de plantas

As avaliações iniciaram-se aos 50 DAS e posteriormente em cada corte de uniformização, sendo avaliadas três plantas aleatórias de cada amostra composta. A determinação foi realizada com o auxílio de trena métrica, medindo a distância entre a superfície do solo e o final da última folha visível.

4.8 Análise estatística

Os resultados foram avaliados estatisticamente por meio da análise de variância (ANOVA) pelo software R pacote "Expdes.pt" (FERREIRA; CAVALCANTI,

NOGUEIRA, 2014) ao nível de 5% de probabilidade de erro, quando observados efeitos significativos os dados das variáveis quantitativas (altura total de plantas, diâmetro e altura de inserção da última folha), foram submetidos à análise de regressão e os dados qualitativos (relação folha/colmo) ao teste de Tukey.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora os volumes das chuvas tenham sido relativamente elevados, a distribuição foi irregular ao longo do estudo, apresentando períodos de excesso e outros de déficit hídrico, sendo necessária a utilização da irrigação suplementar para suprir de maneira adequada a ETo.

No Ano 1, foram aplicados 117,46 mm de água no tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo, fracionada em seis aplicações. Já no Ano 2, foram aplicados 92,5 mm no mesmo tratamento, por meio de sete irrigações de acordo com a distribuição pluviométrica e a ETo.

A maioria das variáveis foram influenciadas pelos tratamentos de irrigação utilizados. A Tabela 5 e a Tabela 6 apresentam os valores obtidos para a relação folha/colmo, assim como, as respectivas frações das amostras de massa seca em kg ha^{-1} , com os respectivos coeficientes de variação, determinação e regressão, para o Ano 1 (2015/2016) e para o Ano 2 (2016/2017), respectivamente.

Tabela 5. Produção de folhas e colmos, relação folha/colmo sob os tratamentos de irrigação nos três cortes de uniformização (50, 80 e 110 DAS) para o Ano 1 (2015/2016), com os respectivos coeficientes de variação, determinação e regressão.

Ano 1									
Trat.	50 DAS			80 DAS			110 DAS		
	Folha	Colmo	F/C	Folha	Colmo	F/C	Folha	Colmo	F/C
% ETo	kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹		
125	2750,0	3273,4	0,84 *n.s	2522,4	2275,7	1,11 *n.s	1856,5	1401,1	1,33 *n.s
100	2922,2	3419,4	0,85 *n.s	2626,8	2300,5	1,14 *n.s	1915,2	1593,8	1,20 *n.s
75	2845,1	3319,4	0,86 *n.s	2446,8	2167,0	1,13 *n.s	1755,7	1358,4	1,29 *n.s
50	2894,4	3225,5	0,90 *n.s	2070,7	1832,0	1,13 *n.s	1712,4	1322,5	1,29 *n.s
25	2679,4	2988,7	0,90 *n.s	1834,8	1636,7	1,12 *n.s	1433,5	1155,1	1,24 *n.s
0	2499,5	2820,6	0,89 *n.s	1687,2	1465,6	1,15 *n.s	1151,2	981,5	1,17 *n.s
Coeficientes									
a	2489,5	2787,7		1614,9	1417,8		1149,3	962,83	
b	10,466	11,735		13,218	11,667		13,525	9,513	
c	-0,066	-0,0606		-0,0424	-0,035		-0,0623	-0,0446	
R ² (%)	92,87	96,28		93,66	96,17		98,4	89,29	
CV (%)	5,37	3,45		4,94	5,31		7,65	9,15	

*n.s = não significativo pela ANOVA ao nível de 5%.

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Produção de folhas e colmos, relação folha/colmo sob os tratamentos de irrigação nos três cortes de uniformização (50, 80 e 110 DAS) para o Ano 2 (2016/2017), com os respectivos coeficientes de variação, determinação e regressão.

Ano 2									
Trat.	50 DAS			80 DAS			110 DAS		
	Folha	Colmo	F/C	Folha	Colmo	F/C	Folha	Colmo	F/C
% ETo	kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹			kg ha ⁻¹		
125	2731,4	3236,1	0,84 c	2219,4	2431,0	1,10 *n.s	1708,8	1450,9	1,18 *n.s
100	2862,9	3099,0	0,92 bc	2374,5	2460,1	1,04 *n.s	1779,1	1524,5	1,17 *n.s
75	2862,0	2967,5	0,96 bc	1997,2	2157,4	1,08 *n.s	1686,1	1447,2	1,17 *n.s
50	2902,3	2608,8	1,11 b	1674,1	1856,9	1,11 *n.s	1322,6	1187,1	1,11 *n.s
25	2751,3	2293,0	1,20 ab	1493,0	1625,0	1,09 *n.s	1258,3	1130,5	1,11 *n.s
0	2675,4	1889,5	1,42 a	1171,8	1329,6	1,13 *n.s	1114,3	1063,1	1,05 *n.s
Coeficientes									
a	1915,6	1695,1		1269,8	1103,9		1061,4	1027,3	
b	21,344	19,763		14,269	15,065		8,889	6,032	
c	-0,0899	-0,0872		-0,0353	-0,0424		-0,0254	-0,0178	
R ² (%)	97,99	95,66		97,23	94,47		89,59	86,98	
CV(%)	7,00	6,13		6,68	6,42		4,96	6,24	

*n.s = não significativo pela ANOVA ao nível de 5%.

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os dados foram avaliados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probabilidade de erro, quando observados efeitos significativos, os dados de produção de folhas e de colmos foram submetidos à análise de regressão, por se tratarem de variáveis quantitativas, ajustando-se equações quadráticas, que apresentaram aceitáveis coeficientes de variação (CV) e de determinação (R²). A variável qualitativa, relação folha/colmo, não apresentou efeitos significativos pela análise de variância entre os distintos tratamentos, para os respectivos períodos dos cortes de uniformidade (50, 80 e 110 DAS), exceto aos 50 DAS no Ano 2, onde observou-se significância estatística e foi aplicado o teste de Tukey para a comparação das médias.

Aos 50 DAS no Ano 1, mesmo sem apresentar significância estatística entre os tratamentos para a relação folha/colmo, é possível observar que a produção de colmos foi maior em relação a produção de folhas em todos os tratamentos, sendo 14,6% maior no tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo e 11,4% no tratamento testemunha, foi o único corte que apresentou esse comportamento em todos os tratamentos, entre os dois anos de estudo. Este comportamento pode ter sido resultante do elevado suprimento hídrico decorrente das precipitações pluviais durante quase todo o período do primeiro corte, refletindo no aumento do diâmetro de colmos e na altura total de plantas, e conseqüentemente, acarretando maior produção de colmos em relação as folhas.

No mesmo período (50 DAS) no Ano 2, no qual houve maior estresse hídrico, os tratamentos apresentaram significância estatística pelo teste de Tukey. Nota-se que o tratamento não irrigado apresentou a melhor relação folha/colmo ao longo de todo o estudo, sendo a produção de folhas 29,4% maior que a produção de colmos, apresentando uma relação de 1,42.

As lâminas de irrigação com 25% e 50% da ETo produziram mais folhas do que colmos, respectivamente, 16,7% e 10,2%, proporcionando um melhor índice F/C do que os tratamentos com lâminas de irrigação maiores (75%, 100% e 125% da ETo), nos quais a produção de colmos foi maior que a de folhas, demonstrando que o capim Sudão sob estresse hídrico tende a melhorar a relação folha/colmo, contudo a produção de massa seca de folhas e colmos será menor. Este comportamento corrobora com os resultados encontrados por Mota et al. (2010), que estudando o efeito de lâminas de irrigação combinado com doses de nitrogênio na cultura do capim-elefante no norte de Minas Gerais, observaram que quando ocorre um incremento na lâmina de irrigação combinado à aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N, há uma diminuição na relação folha/colmo, sendo a maior relação folha/colmo encontrada no tratamento sem irrigação e a menor no tratamento com lâmina de irrigação com 120% da ETo, indicando que elevadas lâminas de irrigação tendem a aumentar o diâmetro e a altura de inserção da última folha gerando maior volume em relação a produção de folhas.

No segundo corte de uniformização aos 80 DAS, todos os tratamentos produziram mais folhas do que colmos, apresentando relação folha/colmo maior que 1, segundo Mezzomo (2017), o perfilhamento do capim Sudão é menor no período da semeadura até o primeiro corte, acarretando em menor número de plantas, porém, com maior altura e diâmetros de colmos, após o corte ocorre estímulo fisiológico ao perfilhamento das plantas,

ocasionando menor diâmetro e altura de inserção da última folha e maior produção de folhas, melhorando assim a relação folha/colmo.

Aos 110 DAS, foram observados em ambos os anos as menores produções de massa seca de colmos e de folhas, que pode ter ocorrido devido a perda natural do potencial produtivo em razão dos cortes e das condições ambientais. Nesta época, em ambos os anos, ocorreu menor radiação solar, temperatura e fotoperíodo. Entretanto, a produção de folhas manteve-se maior que a de colmos em todos os tratamentos, devido a diminuição da altura e dos diâmetros de colmos, mas com uma adequada produção de folhas, mantendo a pastagem em boas condições para o pastejo.

Mezzomo et al. (2020c), estudando a cultura do capim Sudão (BRS Estribo) irrigado, submetido a diferentes regimes hídricos e quatro cortes de uniformização, observaram resultados semelhantes, na época do primeiro corte (50 DAS) todos os tratamentos apresentaram valores menores que 1, ou seja, mais colmo do que folha, porém com maior produção total de massa seca. A partir do segundo corte houve uma inversão nessa proporção, apresentando maior produção de folhas do que colmos, sendo que todos os tratamentos apresentaram valores superiores a 1, entretanto, após cada corte efetuado, foi observada uma diminuição na produção total de massa seca.

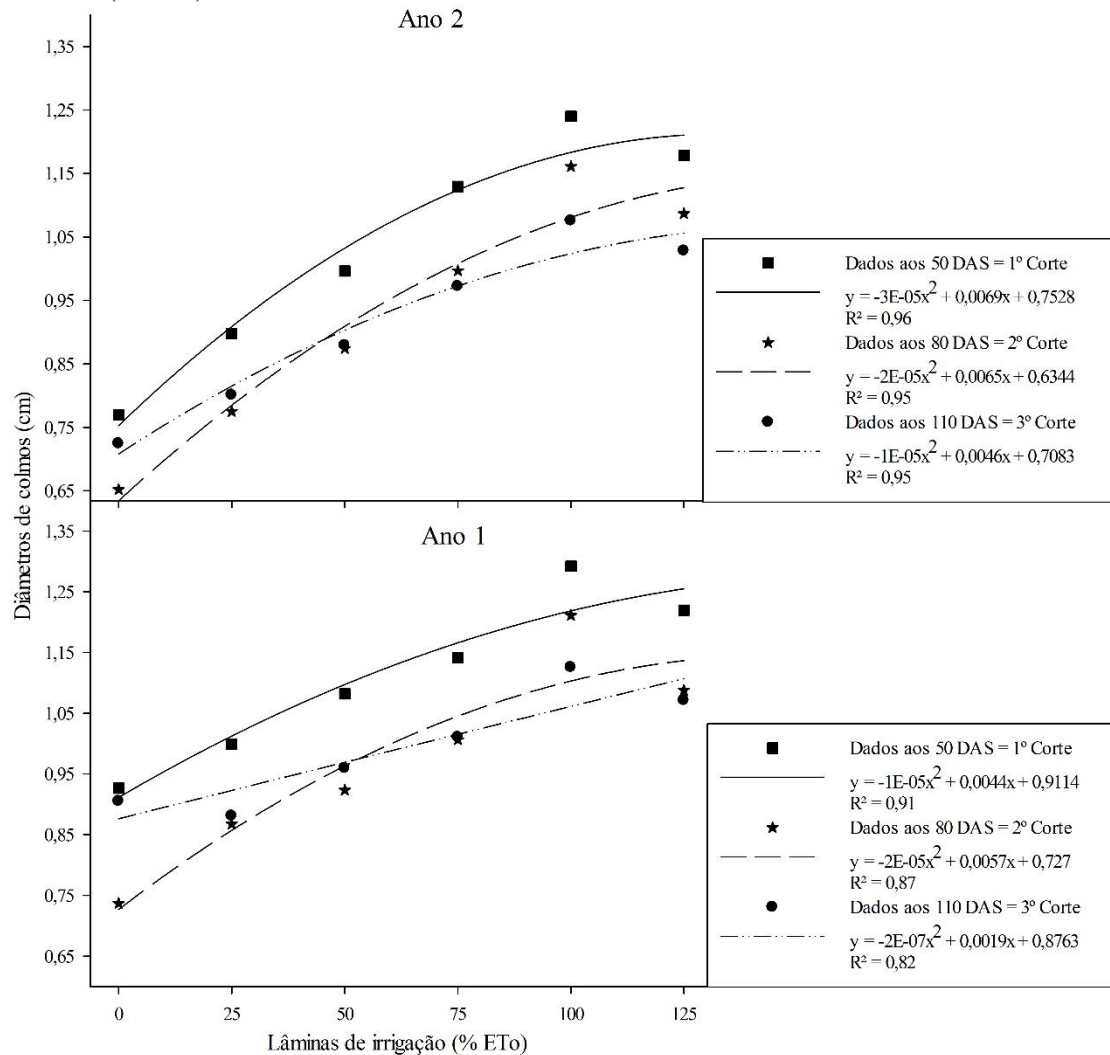
No estudo desenvolvido por Lopes et al. (2005), foram avaliados os efeitos da adubação e irrigação na cultura do capim elefante, os resultados indicaram não haver significância estatística para a variável relação folha/colmo entre os tratamentos com e sem irrigação, este resultado é compatível com os observados na maioria das épocas de avaliação do presente estudo.

Os diâmetros de colmos observados nos distintos tratamentos de irrigação, ao longo dos três cortes de uniformização, apresentaram diferença estatística

significativa a nível de 5% de probabilidade de erro, sendo submetidos a análise de

regressão e ajustadas equações quadráticas, como mostra a Figura 3.

Figura 3. Diâmetros de colmos nos três cortes de uniformização aos 50, 80 e 110 DAS, sob diferentes lâminas de irrigação nos anos agrícolas de 2015/2016 (Ano 1) e 2016/2017 (Ano 2).



As maiores médias de diâmetros de colmos, foram registradas no tratamento irrigado com a lâmina equivalente a 100% da ETo, que demonstrou na maior parte dos períodos um incremento progressivo do diâmetro de colmos em relação ao acréscimo do volume de água. Foram ajustadas equações quadráticas para os dados obtidos nos três cortes de uniformização, para ambos os anos agrícolas avaliados (Figura 3).

As menores médias observadas para diâmetro de colmos, foram registradas para

o tratamento sem irrigação, exceto aos 110 DAS do Ano 1, período em que a menor média foi registrada para o tratamento com lâmina de irrigação equivalente a 25% da ETo, sendo observada uma variação de 2,7% em relação ao tratamento não irrigado. Demonstrando assim, que em ambos os anos, a diminuição do diâmetro de colmos pode ter ocorrido devido ao déficit hídrico.

Aos 50 DAS, a amplitude da variação entre o tratamento não irrigado e o tratamento com a lâmina de irrigação

equivalente a 100% da ETo foi de 28,3% e 37,9%, para o Ano 1 e Ano 2, respectivamente. Tal variação, pode ser resultado de um maior estresse hídrico ocorrido em função do volume e da distribuição das chuvas entre os anos. Resultados semelhantes foram observados por Kirchner et al. (2020) num estudo conduzido em Santa Maria-RS, nos anos agrícolas de 2015/2016 (Ano 1) e 2016/2017 (Ano 2), no qual, foram avaliadas a altura total de plantas e o diâmetro de colmos do sorgo forrageiro irrigado e submetido a diferentes cortes de uniformidade. Neste estudo, as amplitudes da variação entre o tratamento testemunha e a lâmina de irrigação equivalente a 100% da ETo, foram iguais a 25% e 30,5%, para, respectivamente, os anos agrícolas de 2015/2016 e 2016/2017. Esta diferença na amplitude da variação entre os tratamentos, entre os anos agrícolas avaliados foi também atribuída aos distintos volumes e distribuição das chuvas.

O estresse hídrico ocorrido no período inicial de estabelecimento da cultura no Ano 2 refletiu nos cortes posteriores, uma vez que no período entre o primeiro e segundo corte (80 DAS) foi necessária apenas uma irrigação com lâmina de 2,8 mm para atender a demanda hídrica da cultura, sendo observada uma variação de 43,8% entre o tratamento testemunha e o tratamento com lâmina de irrigação equivalente a 100% da ETo. Para o mesmo período, no Ano 1, os mesmos tratamentos apresentaram uma variação de 39,2%, sendo necessárias aplicações de três irrigações com lâmina total de 82,6 mm, em função do estresse hídrico ocorrido neste ano.

Aos 110 DAS em ambos os anos, o diâmetro de colmos nos tratamentos testemunhas, 25% e 50% da ETo, apresentaram um comportamento similar, com valores maiores em relação aos mesmos tratamentos no corte anterior, demonstrando a tendência da cultura do capim Sudão em engrossar o colmo e diminuir a altura total

de plantas após o segundo corte. As variações entre os tratamentos testemunhas e a lâmina de irrigação com 100% da ETo diminuíram, apresentando no Ano 1 uma diferença de 19,6% e no Ano 2 de 32,7%.

O tratamento com 125% da ETo em ambos os anos nos três cortes de uniformização, apresentou decréscimo no diâmetro de colmos em função do excesso hídrico ocasionado pela irrigação, demonstrando que o correto manejo da água é fundamental para otimizar a produção, entretanto, deve-se estar atento para o adequado diâmetro de colmo em função da altura de plantas, pois esta, provavelmente influenciará a relação folha/colmo.

No trabalho desenvolvido por Moreira (2011) com diferentes cultivares de sorgo sacarino irrigado, foi observado um incremento no diâmetro de colmos à medida que as lâminas de irrigação aumentaram para os níveis de 20, 40, 60 e 80% da capacidade de campo (CC). Neste estudo, a cultivar Ramada apresentou decréscimo no diâmetro de colmos quando irrigada com 80% da CC, demonstrando que lâminas superiores as testadas podem causar a redução do diâmetro de colmos, sendo esses resultados condizentes com os observados no presente estudo.

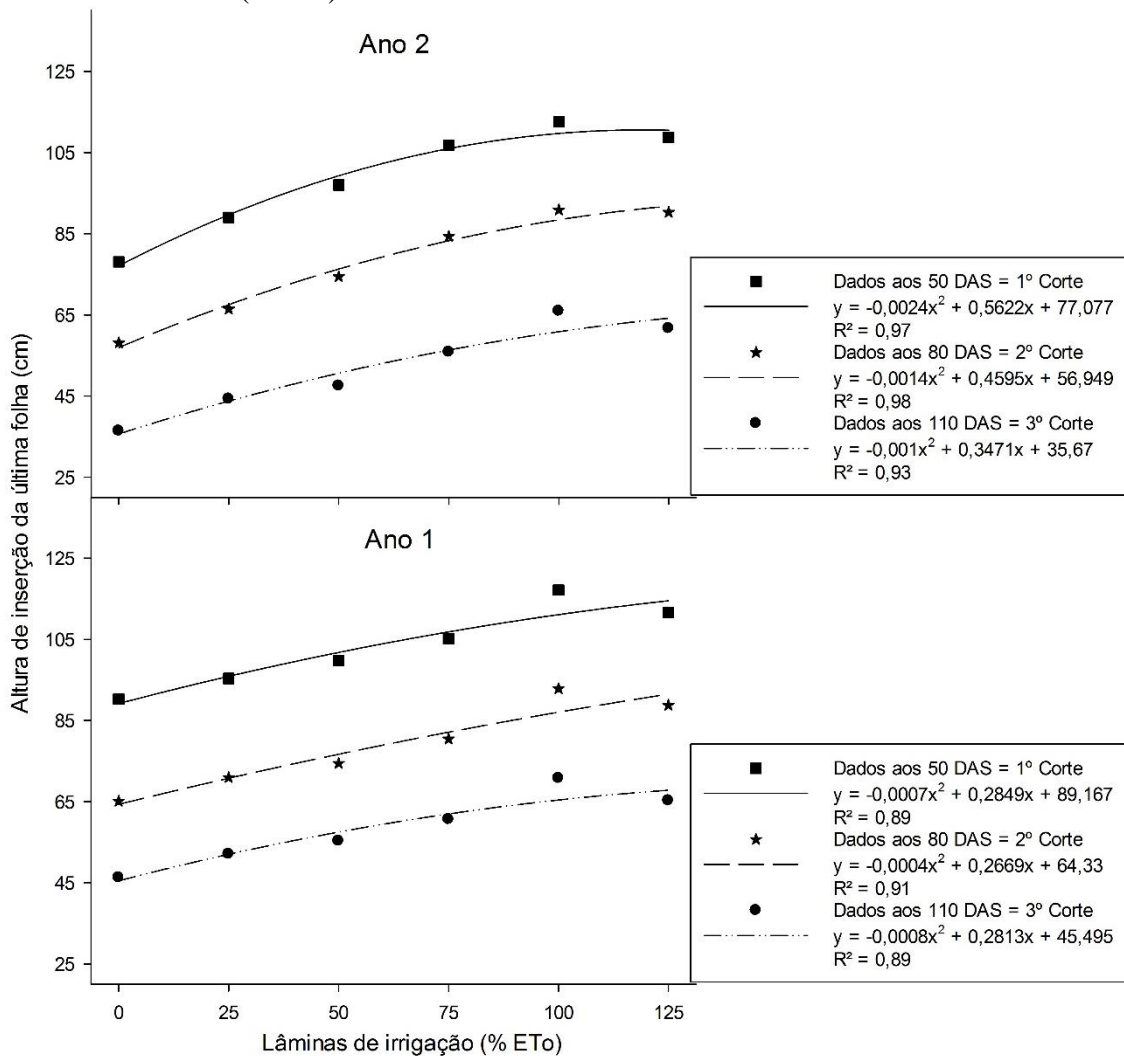
Os resultados obtidos por Kirchner et al. (2020), estudando o diâmetro de colmos do sorgo forrageiro irrigado, vão ao encontro dos observados neste estudo, pois apresentaram diferenças estatisticamente significativas para as distintas lâminas de irrigação testadas, com funções quadráticas, apresentando diminuição de diâmetro nos tratamentos com reposição acima de 100% da ETo. Também foi observada uma tendência de engrossamento dos colmos no terceiro corte (110 DAS), sendo os diâmetros mensurados superiores aos obtidos no segundo corte, com uma significativa redução na altura total de plantas.

As alturas de inserções das últimas folhas observadas ao longo dos três cortes de

uniformização, nos distintos tratamentos, apresentaram significância estatística pela ANOVA ao nível de 5% de probabilidade de erro, sendo aplicada a análise de regressão e ajustada equações quadráticas. À medida

que as lâminas de irrigação aumentaram até o nível de 100% da ETo, observa-se um acréscimo na altura de inserção da última folha, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4. Altura de inserção da última folha nos três cortes de uniformização aos 50, 80 e 110 DAS, sob diferentes lâminas de irrigação nos anos agrícolas de 2015/2016 (Ano 1) e 2016/2017 (Ano 2).



A cultura apresentou comportamento quadrático em relação a quantidade de água aplicada, em todos os cortes realizados nos dois anos de estudo, sendo observadas as maiores médias no tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo, em ambos os anos.

O primeiro corte aos 50 DAS, apresentou as maiores médias obtidas em todos os tratamentos nos dois anos de

avaliações, apresentando uma variação entre os anos no tratamento com 100% da ETo de apenas 3,8%. Esta variação pode estar associada a diferenças na temperatura, fotoperíodo e radiação solar, uma vez que a demanda hídrica da cultura foi integralmente atendida. Já a variação entre os dois anos de estudo no tratamento testemunha foi de 13,5%, em função do maior estresse hídrico ocorrido no Ano 2.

O segundo e terceiro cortes seguiram o mesmo comportamento observado anteriormente, com variações no tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo de 2,1% e 6,8% para o segundo e terceiro corte, respectivamente, enquanto o tratamento testemunha apresentou variação de 10,8% e 21,4%, respectivamente, para o segundo e terceiro corte, demonstrando que a instabilidade climática pode causar variações significativas nessa variável.

A amplitude da variação entre o tratamento testemunha e o tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo no Ano 1 foi de 22,9%, 29,9% e 34,6%, para o primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente. As variações nas alturas de colmos no Ano 2 entre os mesmos tratamentos e cortes foram de 30,7%, 36,1% e 44,8% para o primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente. Embora a produção no Ano 2 em relação ao Ano 1 tenha sido menor em todos os tratamentos, as amplitudes da variação foram maiores, devido a maior irregularidade na distribuição das precipitações pluviais.

Após cada corte de uniformização foi observada uma diminuição na altura de inserção da última folha em todos os tratamentos, podendo ser atribuído a perda natural do potencial fisiológico das plantas, mas também deve-se levar em consideração o maior período de dias até a época do primeiro corte. Segundo Mezzomo (2017), após cada corte realizado ocorre o aumento do número de colmos por metro quadrado e a diminuição da altura total de plantas, com

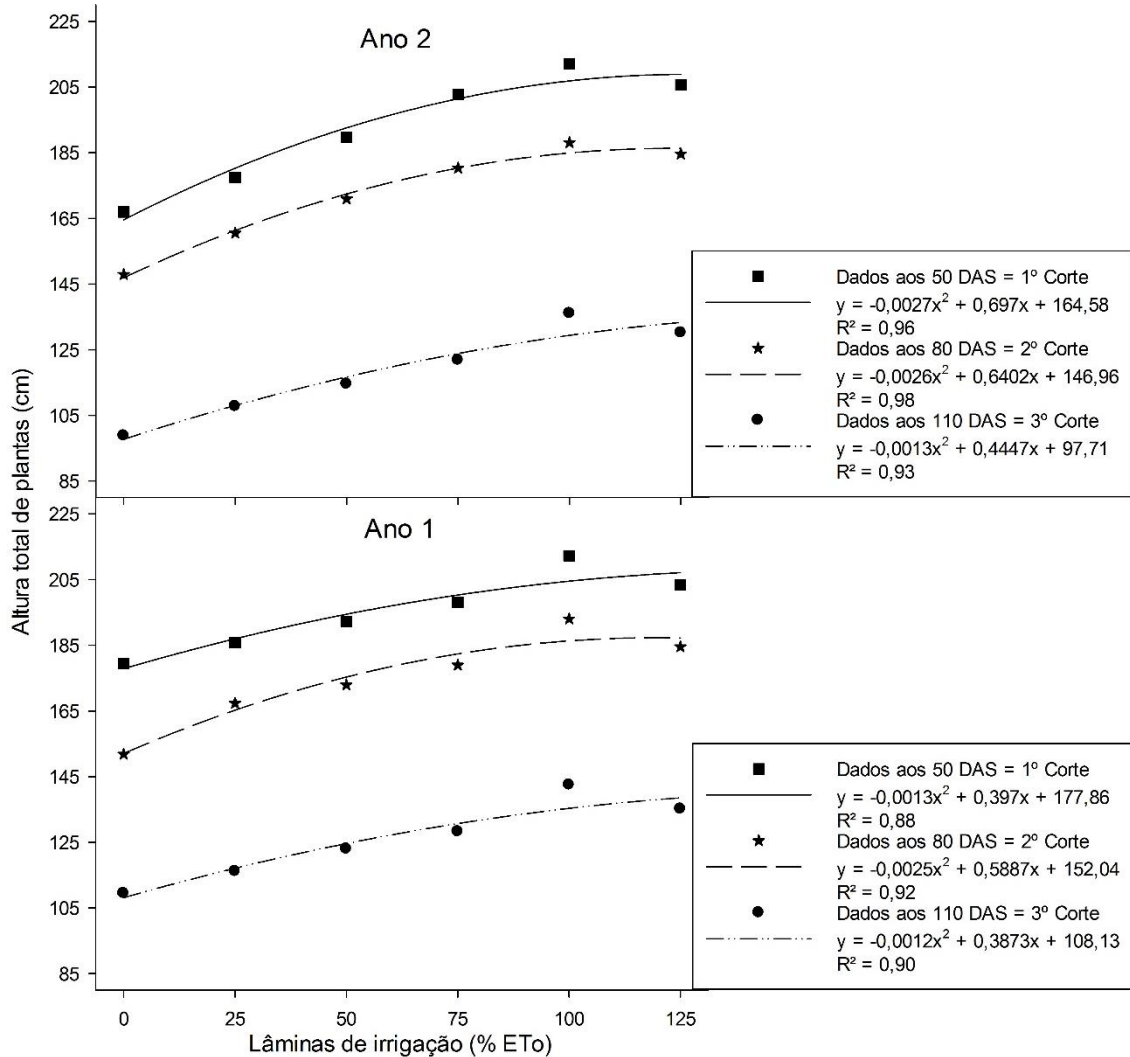
isso a altura de inserção da última folha tende a diminuir.

É importante ressaltar que o tratamento com a lâmina de irrigação com 125% da ETo apresentou decréscimo na altura de inserção da última folha em todas as épocas de avaliação, este comportamento pode ser atribuído ao excesso hídrico ocasionado pela irrigação, ficando assim evidente a importância do correto manejo da água para o desenvolvimento adequado das plantas, pois os resultados deste estudo indicaram que tanto o déficit quanto o excesso hídrico influenciaram negativamente essa variável.

Os resultados encontrados para a variável altura de inserção da última folha no presente estudo (Figura 4), estão de acordo com os encontrados por Costa et al. (2005), que ao estudarem unidades térmicas e produtividade em genótipos de milho semeados em duas épocas: período das águas e período de seca, encontraram uma relação com a disponibilidade hídrica, tendo em vista que quando semeado na época das águas, a altura de inserção da última folha foi expressivamente maior que no período de seca, demonstrando que o suprimento hídrico apropriado potencializa esta variável.

A variável altura total de plantas apresentou significância estatística ao nível de 5% pelo teste da ANOVA em todas as épocas de avaliação, sendo realizada a análise de regressão, observou-se o mesmo comportamento das demais variáveis analisadas, como pode ser visto na Figura 5.

Figura 5. Altura total de plantas nos três cortes de uniformização aos 50, 80 e 110 DAS, sob diferentes lâminas de irrigação nos anos agrícolas de 2015/2016 (Ano 1) e 2016/2017 (Ano 2).



As maiores alturas de plantas em todos os tratamentos foram observadas no Ano 1, apresentando incremento na altura à medida que as lâminas de irrigação aumentaram até o tratamento com 100% da ETo, e decréscimo no tratamento com a lâmina de irrigação com 125% da ETo, sendo ajustadas equações de segundo grau em todas as épocas de avaliação, com aceitáveis coeficientes de determinação.

Aos 50 DAS foram observadas as maiores alturas médias de plantas nos dois anos de estudo, com uma variação entre os anos no tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo de apenas 0,1%,

enquanto a variação no tratamento testemunha foi de 7,2% em razão das diferenças nos regimes hídricos de cada ano.

No Ano 1, aos 50 DAS, a variação entre o tratamento testemunha e o tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo foi de 15,4%, sendo esse valor menor que o observado no Ano 2 que apresentou variação de 18,8%, apresentou variação de 18,8%. Esta diferença entre os anos pode estar atrelada a distribuição pluvial em cada época de cultivo, sendo que no Ano 2 houve maior estresse hídrico.

Aos 80 DAS houve decréscimo na altura total de plantas em todos os

tratamentos, devido à perda natural de potencial produtivo e também ao menor número de dias até o segundo corte, porém como mostrado anteriormente a relação folha/colmo aumentou, melhorando a qualidade forrageira. A amplitude de variação entre o tratamento testemunha e o tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo no Ano 1 foi de 21,4%, no Ano 2 os mesmos tratamentos apresentaram variação de 21,5%, valor bem próximo ao encontrado para o Ano 1, evidenciando que no segundo corte, mesmo com as diferenças na distribuição pluviométrica entre os anos, a amplitude de variação entre os tratamentos não foi alterada.

No terceiro e último corte (110 DAS), ocorreu uma drástica diminuição nos resultados obtidos para a variável altura total de plantas em relação aos cortes anteriores, no tratamento com 100% da ETo no Ano 1 a diminuição foi de 26,2% em relação ao segundo corte, no Ano 2, para o mesmo tratamento, foi observada uma diminuição de 27,7% em relação ao segundo corte. Este comportamento pode estar atrelado a perda natural do potencial produtivo da cultura e as condições ambientais mais desfavoráveis, como menor temperatura, fotoperíodo e radiação solar.

Tomich et al. (2004), estudando o potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim Sudão, observaram alturas de plantas próximas às encontradas no presente estudo, variando de 148 a 170 cm aos 57 DAS, época que foi efetuado o primeiro corte, sendo semelhante às alturas de plantas observadas nesse estudo aos 50 DAS, que variaram de 179,42 cm a 212,25 cm no Ano 1 e de 167,00 cm a 212,07 cm no Ano 2, podendo ser atribuída essa diferença ao maior potencial produtivo da cultivar BRS Estribo.

Gontijo, Borges e Gonçalves (2008), analisando o potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim Sudão no município de Sete Lagoas – MG, sem o uso da irrigação, observou alturas totais de plantas que

apresentam-se parecidas as observadas neste estudo no tratamento não irrigado, no segundo corte aos 76 DAS a média foi de 107,5 cm, ficando próxima dos 147,9 cm encontrada neste experimento aos 80 DAS. No terceiro corte realizado aos 103 DAS, a média apresentada foi de 100 cm, ficando apenas 9,5 cm abaixo da média observada no tratamento sem irrigação no Ano 1 (109,5 cm) e 1,2 cm acima da altura observada no Ano 2 (98,8 cm). Assim como no presente estudo, a redução na variável altura total de plantas após os cortes foi atribuída a perda natural de potencial produtivo e as condições ambientais menos favoráveis.

6 CONCLUSÃO

As variáveis altura de inserção da última folha, altura total de plantas e diâmetro de colmo são influenciadas pelos diferentes suprimentos hídricos, sendo recomendado o tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo para potencializar o desenvolvimento dessas variáveis. Deve ser evitado lâminas de irrigação superiores a essa, uma vez que pode ocorrer uma diminuição das variáveis, acarretando em desperdício de água e energia.

A relação folha/colmo não apresentou significância estatística para as lâminas de irrigação testadas, exceto aos 50 DAS do Ano 2, demonstrando que a cultura sob estresse hídrico tende a aumentar o valor dessa variável, porém, com diminuição na produção de massa seca de colmos e de folhas (kg ha^{-1}). Após o primeiro corte a cultura tende a melhorar essa relação, apresentando valores maiores que 1 para todos os tratamentos testados. O manejo da irrigação deve ser feito buscando uma alta relação folha/colmo, aliado a uma satisfatória produção total de massa seca, visando o maior retorno econômico.

7 AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

8 REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, J. **Evapotranspiracion del cultivo: guias para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 2006. 298 p. (Riego e Drenaje Paper, 56).
- CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R.; DEMINICIS, B. B.; BAMBERG, R. Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais sob adubação nitrogenada. **Arquivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 60, n. 232, p. 931-942, 2011.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: SBSC - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2016. 376 p.
- COSTA, A. C. T.; GERALDO, J.; PEREIRA, M. B.; PIMENTEL, C. Unidades térmicas e produtividade em genótipos de milho semeados em duas épocas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 12, p. 1171-1177, 2005.
- EMBRAPA. Estruturação do mercado de sementes de forrageiras, Capim-Sudão BRS Estribo: recomendações de manejo e oportunidades na cadeia produtiva da ovinocultura. **Revista Do Produtor**, Bagé, v. 6, n. 7, p. 1-22, 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/988352/1/revistamarco2014.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.
- FERREIRA, E.; CAVALCANTI, P. E.; NOGUEIRA, D. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Applied Mathematics**, Wuhan, v. 5, n. 19, p. 2952-2958, 2014.
- GONTIJO, M. H. R.; BORGES, A. L. C.; GONÇALVES, L. C. Potencial forrageiro de seis híbridos de sorgo com capim Sudão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 7, n. 1, p. 33-43, 2008.
- KIRCHNER, J. H.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; TORRES, R. R.; MEZZOMO, W.; ROSSO, R. B. Altura de plantas e diâmetro de colmos de sorgo forrageiro irrigado em função de cortes. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 25, n. 2, p. 223-233, 2020.

LOPES, R. S.; FONSECA, D. M.; OLIVEIRA, R. A.; ANDRADE, A. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MASCARENHAS, A. G. Efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 20-29, 2005.

MEZZOMO, W. **Influência de diferentes manejos de água sob o crescimento do capim Sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

MEZZOMO, W.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; PEREIRA, A. C.; BRUNING, J.; NETO, M. C.; BOSCAINI, R.; BEM, L. H. B.; KIRCHNER, J. K.; PIMENTA, B. D.; TORRES, R. R.; ROSSO, R. B. Economic Viability of Conventional Sprinkler Irrigation in Sudan Grass Production for Beef Cattle. **Journal of Agricultural Studies**, Las Vegas, v. 8, n. 2, p. 622-642, 2020a.

MEZZOMO, W.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; KIRCHNER, J. H.; TORRES, R. R.; PIMENTA, B. D. Produção forrageira e eficiência de utilização da água do capim Sudão submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 25, n. 1, p. 143-159, 2020b.

MEZZOMO, W.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; KIRCHNER, J. H.; TORRES, R. R.; PIMENTA, B. D.; PEREIRA, A. C.; BEN, L. H. B.; LOREGIAN, M. V.; RODRIGUES, P. E. C. Supplementary irrigation in Sudan grass: Leaf area index, dry matter production and water use efficiency. **Revista Científica**, Jaboticabal, v. 48, n. 2, p. 85-98, 2020c.

MILLAR, A. A. **Drenagem de terras agrícolas: bases agronomicas**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil LTDA, 1978. 276 p.

MOREIRA, L. R. **Caracterização morfofisiológica de cultivares de sorgo sacarino em estresse hídrico**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

MOTA, V. J. G.; REIS, S. T.; SALES, E. C. J.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; OLIVEIRA, F. G.; WALKER, S. F.; MARTINS, C. E.; CÔSER, A. C. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1191-1199, 2010.

RAY, D. K.; GERBER, L. S.; MACDONALD, G. K.; WEST, P. C. Climate variation explains a third of global crop yield variability. **Nature Communications**, Londres, v. 5989, n. 6, p. 1-9, 2015. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/ncomms6989>. Acesso em: 30 mar. 2020.

RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G. B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R. Produção de matéria seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiariabrizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 394-400, 2008.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; MAGALHAES, M. A.; SILVA, S. P.; CASAGRANDE, D. R.; BALBINO, E. M.; GOMES, V. M. Estrutura e valor nutritivo do pasto diferido de *Brachiariadecumbens* cv. Basilisk durante o período de pastejo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Mossoró, v. 1, n. 1, p. 112-122, 2011.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SILVEIRA, M. C. T.; SANT'ANNA, D. M.; MONTARDO, D. P. E.; TRENTIN, G. **Aspectos relativos à implantação e manejo de Capim-Sudão BRS Estribo**. Bagé: Embrapa, 2015. 11 p. (Comunicado Técnico, 89). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/135361/1/COT89online.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2021.

SOUZA, V.; INOMOTO, M. M. Host suitability of grain sorghum and sudangrass for *Pratylenchus brachyurus*. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 86, p. e0262019, 2019.

TOMICH, T. R.; RODRIGUES, J. A. S.; TOMICH, R. G. P.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim Sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 2, p. 258-263, 2004.

VIVAN, G. A.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; PARIZI, A. R. C.; BARBOZA, F. S.; SOARES, F. C. Rendimento e rentabilidade das culturas da soja, milho e feijão cultivados sob condições de sequeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 2943-2950, 2015.

WOLLMANN, C. A.; GALVANI, E. Caracterização climática regional do Rio Grande do Sul: dos estudos estáticos ao entendimento da gênese. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 11, n. 8, p. 87-103, 2012.