

Morfogênese de híbridos de sorgo para pastejo em função do espaçamento entre linhas

Morphogenesis of grazing sorghum hybrids as a function of row spacing

Thiago Martins dos Santos¹; Perlon Maia dos Santos²; Vera Lúcia de Araujo Bozorg³; José Geraldo Donizetti dos Santos³; João Vidal de Negreiros Neto³; Ana Flavia Gouveia de Faria⁴; Antonio Clementino dos Santos^{3*}.

¹Zootecnista, Doutor em Ciência Animal Tropical, Universidade Federal do Norte do Tocantins, Araguaína, thiagozootecnia@hotmail.com. ²Zootecnista, Professor, Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, perllon_zoo@yahoo.com.br. ³Proessores Universidade Federal do Norte do Tocantins, Araguaína, (veraluciaaraujo@yahoo.com; jgsanttos@gmail.com, joaovidal@mail.uft.edu.br). ⁴Professora Universidade do Tocantins, Palmas, ana.fg@unitins.br. *Autor correspondente: clementino@uft.edu.br

ARTIGO

Recebido: 15-07-2023
Aprovado: 26-02-2024

Palavras-chave:
Produtividade
Sorghum bicolor
Sorghum sudanense

Key words:
Productivity
Sorghum bicolor
Sorghum sudanense

RESUMO

O plantio de híbridos de sorgo para pastejo é alternativa para a produção de forragem no estado do Tocantins. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características de morfogênese de híbridos de sorgo, para pastejo, e identificar a densidade de plantas que promove melhor rendimento. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, em arranjo fatorial 2 x 4, com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. O primeiro fator representou dois híbridos de sorgo (BRS 800 e CMSXS 766), ao passo que o segundo fator contemplou quatro níveis de espaçamento entre linhas (15, 30, 45 e 60 cm). As variáveis analisadas foram Acúmulo de forragem verde, taxa de alongamento de folhas, taxa de alongamento de colmos, número de folhas vivas por perfilho, taxa de aparecimento de folhas, comprimento final de folhas e filocrono. O híbrido de sorgo para pastejo CMSXS 766, utilizado no espaçamento de 15 cm entre linhas (800.000 mil plantas por hectare), é o mais indicado para atingir maiores produtividades nas condições impostas. Os híbridos de sorgo BRS 800 e CMSXS 766 são viáveis no estado do Tocantins podendo ser aproveitados até a terceira rebrotação.

ABSTRACT

The planting of sorghum hybrids for grazing is an alternative for forage production in the state of Tocantins. The objective of this work was to evaluate the morphogenesis characteristics of sorghum hybrids for grazing and to identify the plant density that promotes better yield. The experimental design was in complete randomized blocks, in a 2 x 4 factorial arrangement, with four replications, totaling 32 experimental units. The first factor represented two sorghum hybrids (BRS 800 and CMSXS 766), while the second factor included four row spacing levels (15, 30, 45 and 60 cm). The variables analyzed were green forage accumulation, leaf elongation rate, stem elongation rate, number of live leaves per tiller, leaf appearance rate, length end of leaves and phyllochron. At the end of the study, it was observed that the sorghum hybrid for grazing CMSXS 766 used in the spacing of 15 cm between rows (800,000 thousand plants per hectare) is the most suitable to achieve higher productivity under the imposed conditions. The sorghum hybrids BRS 800 and CMSXS 766 are viable in the State of Tocantins and can be used up to the third regrowth.

INTRODUÇÃO

As plantas forrageiras de clima tropical, existentes no Brasil, principalmente dos gêneros, *Urochloa* e *Megathyrsus* são rústicas e apresentam mecanismos que visam preservar e perpetuar as próximas gerações. Na prática, essa rusticidade se traduz por assincronia reprodutiva e plasticidade

fenotípica, o que difere outras plantas já adaptadas (SILVA; NASCIMENTO JUNIOR, 2007).

Assim, o sorgo para pastejo pode ser plantado no período de transição inverno/verão e utilizado em épocas de menor oferta de forragem. As características destas espécies são rápido estabelecimento e crescimento vegetativo, baixa exigência em fertilidade do solo, facilidade de corte ou pastejo (PARLAK et al., 2016), elevada produção de massa

(12,9 t ha⁻¹), expressivo valor nutricional e, em alguns casos, pode propiciar de 4 a 6 cortes (SCORDIA et al., 2021).

A viabilidade técnica do uso de sorgo para pastejo no estado do Tocantins, ainda pode ser discutida e dúvidas acerca dessas espécies necessitam ser suprimidas, principalmente quando se utiliza menores espaçamentos entre plantas. Em outros casos, o plantio de híbridos de sorgo para pastejo e o adensamento de plantas de sorgo mostrou-se alternativa viável e capaz de favorecer o potencial produtivo da cultura, em estudo com o sorgo SHS 500 no semiárido do estado de Minas Gerais, a produtividade foi maior para espaçamentos reduzidos (ALBUQUERQUE et al., 2011).

A estrutura de uma comunidade de plantas é resultado da dinâmica de crescimento de suas partes no espaço, sendo que as características mais importantes que implicam na geração dessa estrutura são as variáveis morfológicas, tais como, a duração de vida das folhas e a taxas de aparecimento e alongamento. Essas variáveis são responsáveis pelas características estruturais da vegetação, como o comprimento final da folha, a densidade de perfilhos e o número de folhas vivas por perfilho (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). O espaçamento de plantio tem influenciado no crescimento e na produtividade da cultura, podendo variar em função das variedades e do manejo adotado (SIMÕES et al., 2022).

O entendimento das características morfológicas constitui importante ferramenta para compreender os efeitos das estratégias de manejo utilizadas em pastos e recomendar aquelas mais eficientes. Nesse aspecto, objetivou-se avaliar as características morfológicas de híbridos de sorgo, cultivados em diferentes espaçamentos entre linhas em áreas de pastejo no estado do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Norte do Tocantins, Araguaína-TO, na latitude 07°13'40" e longitude 48°14'25".

A vegetação regional é classificada como de transição Cerrado-Amazônia, e o clima, de acordo com Köppen é do tipo Aw - tropical de verão úmido (PEEL et al., 2007), com período chuvoso de outubro a maio, precipitação anual média de 1.828 mm, altitude média de 240 m, umidade relativa do ar média de 78% e temperatura média de 25,2°C (Figura 1).

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados em um arranjo fatorial 2 x 4, com dois híbridos de sorgo para pastejo e quatro espaçamentos com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. As duas espécies em estudo são híbridos e resultado do cruzamento de sorgo-granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) com sorgo-sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf), sendo ambas com aptidão para pastejo e denominadas comumente de BRS 800, desenvolvido pela Embrapa, e o CMSXS 766.

Os dois híbridos foram semeados em novembro 2015 em espaçamento entre plantas de 8 cm (SANTOS et al., 2009a), e alocados em quatro espaçamentos entre linhas de 15 cm, 30 cm, 45 cm e 60 cm, correspondendo ao adensamento por área, com populações de 800.000, 400.000, 266.666, e 200.000 plantas por hectare, respectivamente. O espaçamento de 45 cm é o recomendado para produção de híbridos de sorgo (EMBRAPA, 2008).

O solo da área experimental é um Neossolo Quartzarênico Órtico (EMBRAPA, 2018) e foi submetido ao sistema de preparo de solo reduzido com apenas uma gradagem leve, sendo previamente feita a calagem de acordo com a recomendação da análise do solo. A adubação foi feita com 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 70 kg ha⁻¹ de K₂O e 100 kg ha⁻¹ de N dividido em duas adubações, sendo metade no plantio e metade no momento do desbaste (NEUMANN et al., 2010; GONTIJO NETO et al., 2002), e 80 kg ha⁻¹ de N em cada rebrotação.

O plantio foi feito de 3 a 4 cm de profundidade, juntamente com a adubação de plantio e cerca de 10 a 15 dias após a emergência foi feito desbaste para a permanência de 12 por plantas por metro linear. O experimento teve duração de três ciclos de produção da cultura (primeiro corte e duas rebrotas), sendo que os cortes foram determinados quando as plantas apresentaram idade fisiológica propícia (1,10 a 1,30 m de altura) à 10 a 15 cm de altura (EMBRAPA, 2008). Foram feitos três cortes em intervalos não regulares de tempo, sendo o primeiro corte, 35 dias após a padronização do número de plantas por linha, o segundo corte 30 dias após o primeiro e o terceiro corte 25 dias após o segundo.

As características morfológicas foram avaliadas por meio da marcação de cinco plantas dentro da área útil da linha central de cada parcela. Cada planta foi identificada e avaliada a cada cinco dias. Cada uma das folhas destas plantas foi avaliada após a marcação no momento do pós-corte até o momento do corte seguinte, de acordo com os tratamentos. Cada folha foi avaliada com relação a: (a) comprimento da lâmina foliar; (b) classificada como folha em expansão, expandida, senescente e morta. Folhas foram classificadas como em expansão quando suas lígulas não estavam expostas; expandidas quando a lígula era visível;

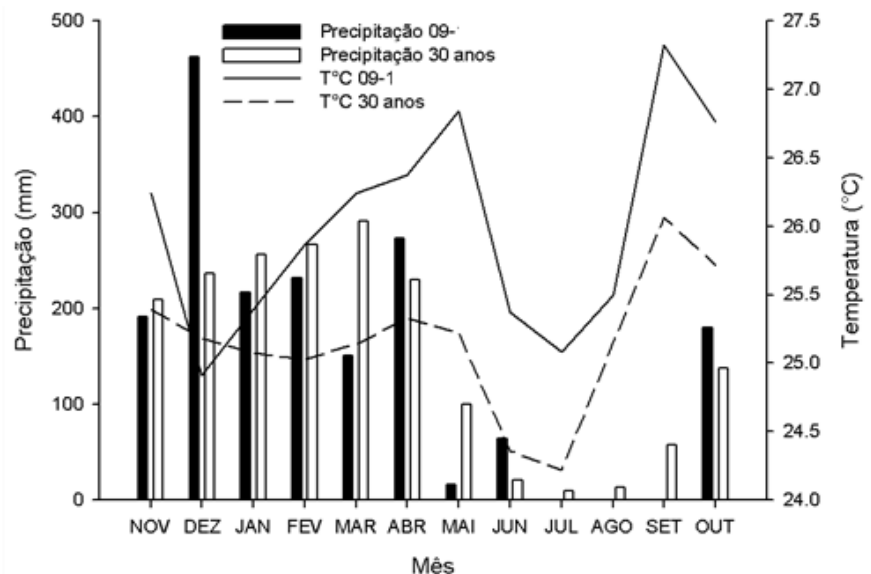


Figura 1. Índices pluviométricos e temperaturas médias mensais do ano agrícola e da média dos últimos 30 anos em Araguaína, Tocantins.

senescentes quando parte do limbo foliar apresentava sinais de senescência (necrose e amarelecimento); e mortas quando mais de 50% do limbo foliar estava senescido. O comprimento das folhas foi medido de acordo com o estágio de desenvolvimento.

Para as folhas expandidas, foi medido o comprimento da ponta da folha até a lígula. Nas folhas em expansão, o mesmo procedimento foi adotado, porém, considerando-se a lígula da última folha expandida como referencial de medida. Nas folhas em senescência foi considerada, por avaliação visual, a porcentagem do limbo foliar comprometida pela senescência. O comprimento do colmo foi medido desde o nível do solo até a lígula da folha mais jovem completamente expandida. As variações em tamanho de cada folha e colmo, a cada data de amostragem, possibilitaram o cálculo do acúmulo de forragem verde, ou seja, lâminas foliares e colmos.

A partir dessas informações foram calculadas as seguintes variáveis-resposta: taxa de alongamento de folhas (TALF, em cm perfilho⁻¹ dia⁻¹), que é a divisão da variação média do comprimento das lâminas foliares em expansão por planta pelo número de dias do intervalo de avaliação; taxa de alongamento de colmos (TALC, em cm perfilho⁻¹ dia⁻¹), que é a divisão da variação média em comprimento de colmo por planta pelo número de dias do período de avaliação; número de folhas vivas por perfilho (NFV), obtido a partir do número médio de folhas em expansão, expandidas e em senescência por perfilho e excluídas as folhas que apresentaram mais de 50% do limbo foliar em processo de senescência; taxa de aparecimento de folhas (TAPF, em folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹), que é a divisão do número médio de folhas surgidas por perfilho pelo número de dias do intervalo de avaliação; filocromo (dias folhas⁻¹ perfilho⁻¹) que é o inverso da taxa de aparecimento de folhas.

Os dados obtidos foram previamente testados quanto a normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (Box plot). A análise estatística foi feita usando o pacote estatístico SISVAR (Computer Statistical Analysis System 5.6) (FERREIRA, 2014), considerando um modelo misto, com as características qualitativas (híbridos) e quantitativas (adensamento) e suas interações consideradas efeitos fixos, o efeito de blocos aleatório e o efeito de corte como medida repetida no tempo. Os dados foram submetidos a análise de variância e considerados significativas quando o valor de $p \leq 0,05$. As variáveis qualitativas foram submetidas ao teste F e as variáveis quantitativas foram ajustadas ao modelo de regressão mais adequado. Em ambos os casos o nível de significância adotado foi de 5%.

Tabela 1. Acúmulo de forragem verde (AFV), taxa de alongamento de folhas (TAIF), taxa de alongamento de colmos (TALC), número de folhas vivas por perfilho (NFV), taxa de aparecimento de folhas (TApF), comprimento final de folhas (CFF) e filocrono de dois híbridos de sorgo na média de três cortes, em Araguaína, TO.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O híbrido CMSXS 766 apresentou maior acúmulo de forragem verde (AFV), maior taxa de alongamento de folhas (TAIF), maior taxa de alongamento de colmos (TALC) e maior comprimento de folhas (CFF), do que o híbrido BRS 800 (Tabela 1). No entanto, o número de folhas vivas por perfilho (NFV), a taxa de aparecimento de folhas (TApF) e o filocrono foram semelhantes entre os híbridos analisados (Tabela 1).

O sorgo, além de ser uma cultura utilizada para produção animal, pelo bom rendimento de forragem, e pode ser utilizado plantio direto, muito comum esta utilização nas regiões Cento Oeste e Norte do Brasil. O cultivo do sorgo vem ganhando espaço e cultivado após a colheita da cultura da soja. A sucessão é favorecida pela vocação da região na atividade pecuária e, mais recentemente, e suinocultura e de alto valor nutritivo (CASTRO et al., 2020). Estes segmentos consomem todo o sorgo produzido (ALMEIDA et al., 2015).

O cultivo de sorgo granífero em sucessão às culturas de verão, na chamada segunda safra, maximizando os recursos e tem contribuído para a oferta sustentável de grãos de baixo custo para a agroindústria de rações e permitido o cultivo deste grão em épocas mais tardias onde o volume de chuvas esperado não é suficiente para o cultivo do milho (Figura 1) (LANDAU; NETTO, 2015; MENEZES, 2020).

O híbrido CMSXS 766 acumulou 1.723 kg ha⁻¹ a mais de forragem ($P < 0,0001$) que o BRS 800 (Tabela 1). O AFV de 7,5 e 9,2 t ha⁻¹ obtidos para o híbrido BRS 800 e CMSXS 766, respectivamente (Tabela 1) foram maiores do que os observados por Tomich et al. (2004), que avaliaram 23 genótipos de sorgo e observaram que a maior massa de forragem foi de 5,8 t ha⁻¹. Porém, é importante ressaltar que utilizaram densidade de plantas entre 287 e 359 mil plantas ha⁻¹, enquanto neste experimento foram utilizadas densidades de plantas entre 200 e 800 mil por hectare. Em estudo que avaliou doze híbridos de sorgo para pastejo, Ribas (2010) encontraram massa de forragem máxima de 9,0 t ha⁻¹, valores semelhantes aos observados neste experimento (Tabela 1).

A TAIF do híbrido CMSXS 766 foi 26,6% maior do que o BRS 800 ($P = 0,0023$) (Tabela 1), o que pode acarretar em práticas de manejo diferentes entre estas duas plantas quando o foco do manejo for principalmente a produção de forragem de melhor qualidade, visto que a fração folha influencia positivamente a eficiência de pastejo e o valor nutritivo da forragem produzida. Além disso, a TAIF é, dentre as variáveis morfogênicas, a que isoladamente mais se correlaciona com o acúmulo de forragem (ZANINI et al., 2012).

	Híbrido		EP	p
	BRS 800	CMSXS 766		
AFV (kg ha ⁻¹)	7.537	9.260	272,2	<0,0001
TAIF (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	19,9	25,2	0,51	0,0023
TALC (cm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	3,61	4,00	0,101	0,0074
NFV	9,38	9,51	0,162	0,4843
TApF (folhas perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	0,44	0,45	0,012	0,2765
CFF (cm)	47,56	52,79	1,099	<0,0001
Filocrono (dias folha ⁻¹ perfilho ⁻¹)	2,78	2,88	0,144	0,5414

EP = erro padrão.

A TAIC do híbrido CMSXS 766 foi 10,8% maior do que o BRS 800 ($P=0,0074$) (Tabela 1). O efeito genético é um dos fatores que influenciam o desenvolvimento e o crescimento das unidades das plantas, que se desenvolvem por uma série de processos fisiológicos onde é diferenciado, entre outros componentes, o colmo. O período vegetativo e o reprodutivo são dependentes das condições edafoclimáticas e de fatores genéticos inerentes a cada espécie vegetal (SANTOS et al., 2009b). Portanto, essa característica genética entre os híbridos pode, provavelmente, explicar esta diferença significativa observada nos resultados.

O CFF no híbrido CMSXS 766 foi 10,9% maior do que no BRS 800 ($P<0,0001$) (Tabela 1). O maior CFF ocorre em função do aumento no comprimento das bainhas, ou seja, dos pseudocolmos, resultando em uma distância maior a ser percorrida pelas folhas até a exposição acima do cartucho (SKINNER; NELSON, 1995; LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Assim o resultado do CFF é diretamente proporcional a TAIC (Tabela 1).

A TApF e o filocrono foram semelhantes entre os híbridos de sorgo para pastejo ($P=0,2765$ e $0,5414$), a TAPF é uma resposta de importância central na morfogênese e é a característica que menos responde a variações de manejo. Da mesma forma, o NFV não foi diferente entre as plantas de sorgo ($P=0,4843$) (Tabela 1), provavelmente pelo número de folhas vivas por perfilho ser relativamente constante para cada espécie. Com isso, ocorre em determinado momento, para cada folha que senesce, o surgimento de uma nova folha. Isto se dá devido ao mecanismo decorrente do tempo limitado de vida da folha, que é determinado por características genéticas e influenciado por condições climáticas e de manejo (HODGSON, 1990).

O AFV, TAIF e TAIC foram influenciados pela interação espaçamento entre linhas e as três rebrotações ($p<0,05$) (Figura 2), e equações de regressão foram ajustadas ($p<0,05$), de acordo com o comportamento observado.

Os maiores valores de AFV foram observados no espaçamento entre linhas de 15 cm, enquanto que os menores valores foram encontrados no espaçamento de 45 e 60 cm entre linhas, independente da rebrotação avaliada (Figura 2). O maior número de plantas por hectare resultou em elevadas produções, pois quando a semeadura é feita no ponto ótimo atende a densidade de plantas que aproveitam os recursos e insumos disponíveis, resultando maior produtividade.

Resultados semelhantes foram observados ao estudar o sorgo-sudão e híbridos do sorgo-sudão, onde a maior densidade de semeadura resultou na maior produtividade de massa fresca e massa seca (KIKINDONOV et al., 2013). Da mesma forma, Albuquerque et al. (2011) encontraram aumento na produtividade do híbrido de sorgo para pastejo SHS 500 com a redução no espaçamento entre linhas de 90 para 50 cm em região do semiárido do estado de Minas Gerais.

O AFV foi maior no primeiro e segundos cortes no espaçamento de 15, 30 e 45 cm, enquanto que no terceiro corte o acúmulo foi menor em todos os espaçamentos entre plantas avaliados (Figura 2). Isso provavelmente ocorreu porque o sorgo é uma espécie de ciclo de produção anual. Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Parlak et al. (2016) que obtiveram até 4 rebrotações do sorgo sudão e observaram que a média da massa de forragem nos cortes foi de 10 t ha^{-1} .

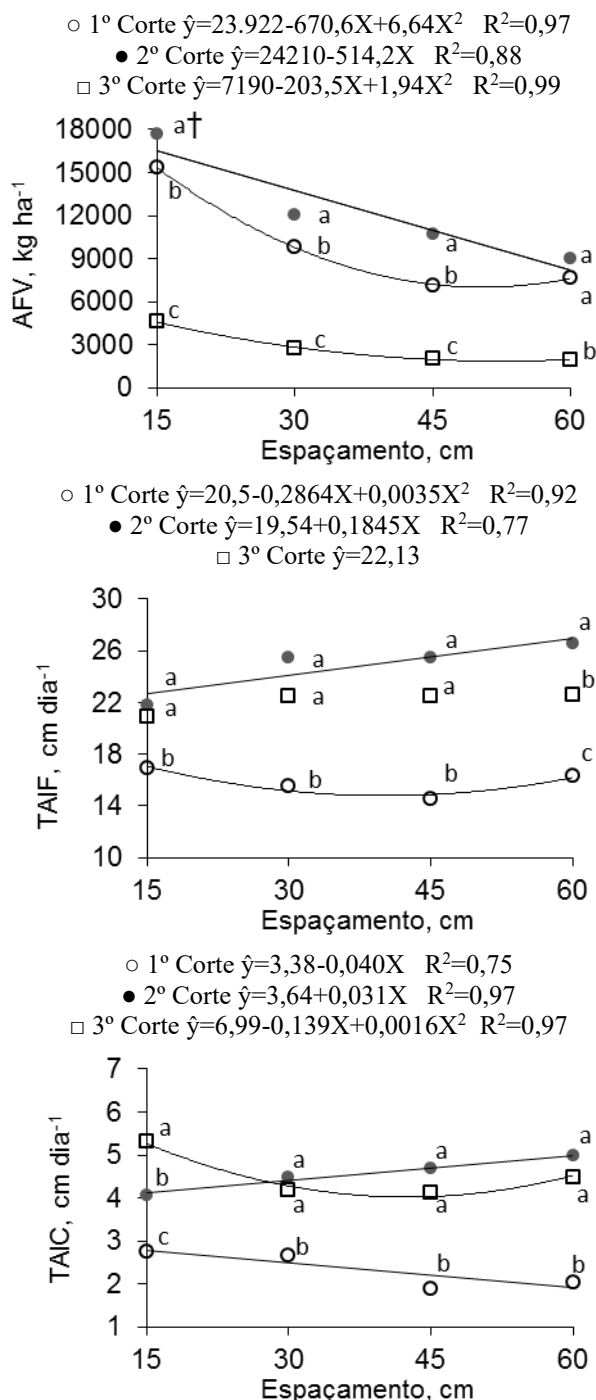


Figura 2. Acúmulo de forragem verde (AFV), taxa de alongamento foliar (TAIF) e taxa de alongamento de colmos (TAIC) em função do espaçamento entre linhas. † Médias seguidas da mesma letra em cada espaçamento não diferem entre si ($p>0,05$).

A TAIC foi influenciada pela interação espaçamento x corte ($P=0,0012$) (Figura 2) e no segundo corte a TAIC aumentou com o espaçamento. Santos et al. (2011) afirmaram que a maior TAIC é o resultado da elevada competição por luz entre as plantas. Nessa condição, a planta prioriza a alocação de carbono no alongamento dos entrenós para posicionar a nova área foliar nas camadas menos sombreadas do dossel (Lemaire et al., 2011), o que provavelmente explica o observado no presente experimento.

Da mesma forma, a TAlF apresentou resposta semelhante (Figura 2). Isso ocorreu provavelmente porque o alongamento foliar das gramíneas está restrito a uma zona na base da folha em expansão que está protegida pelo conjunto de bainhas das folhas mais velhas ou pseudocolmo (SKINNER; NELSON, 1995).

O alongamento foliar é, portanto, função do comprimento dessa zona de alongamento (pseudocolmo) e da taxa de alongamento por segmento foliar. A TALF é uma variável importante no crescimento e desenvolvimento da planta forrageira, visto que, é resultado do efeito combinado da divisão e do alongamento celular (TAIZ; ZEIGER, 2009). Assim, à medida que o alongamento das folhas aumenta, ocorre incremento na proporção de folhas e,

consequentemente, maior área foliar fotossinteticamente ativa, e desta forma a TALF se correlaciona diretamente com o acúmulo de biomassa (ZANINI et al., 2012).

O NFV e a TApF foram maiores no terceiro corte ($P < 0,001$), enquanto o CFF e o filocrono foram maiores no primeiro corte ($P < 0,001$) (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Gomide e Gomide (2000), em que quanto maior for o CFF menor será a TApF e, consequentemente, menor será o filocrono em cultivares de *Megathyrus maximus*, devido ao maior comprimento do pseudocolmo. Com isso, há elevação do meristema apical, resultante do processo de alongamento da haste, o que encurta a distância que a lâmina deve percorrer até emergir do pseudocolmo.

Tabela 2. Número de folhas vivas por perfilho (NFV), taxa de aparecimento de folhas (TApF), comprimento final de folhas (CFF) e filocrono em cada ciclo de corte.

	Corte			EP	p
	1º	2º	3º		
NFV	8,97 b	8,31 c	10,87 a	0,246	<0,001
TApF (folhas perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	0,328 b	0,525 a	0,501 a	0,0134	<0,001
CFF (cm)	58,6 a	48,0 b	43,8 c	1,21	<0,001
Filocrono (dias folha ⁻¹ perfilho ⁻¹)	4,29 a	1,93 b	2,27 b	0,168	<0,001

† Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ($p > 0,05$). EP = erro padrão.

CONCLUSÃO

O híbrido de sorgo para pastejo CMSXS 766 utilizado no espaçamento de 15 cm entre linhas (800.000 mil plantas por hectare) é o mais indicado para atingir maiores produtividades.

Os híbridos de sorgo BRS 800 e CMSXS 766 são viáveis no estado do Tocantins podendo ser aproveitados até a terceira rebrotação.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; PINHO, R.G.V.; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. S. Espaçamento entre fileiras e densidade de semeadura do sorgo forrageiro para a região norte de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.3, p.494-501, 2011. [10.1590/S1413-70542011000300009](https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000300009)

ALMEIDA, E. F.; MOTA, J. H.; MENEZES, C. B.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo granífero na safrinha em Jataí-GO. *Scientia Plena*, v. 11, n. 12, p.1-7, 2015. [10.14808/sci.plena.2015.120202](https://doi.org/10.14808/sci.plena.2015.120202)

CASTRO, I. T. P.; OLIVEIRA SANTOS, H. R.; DE FIGUEIREDO, M. P.; SILVA MACÊDO, A. J.; MELO, M. H.; DA SILVA, J. B.; RAMOS, B. L. P. Nutritive value of hay from sorghum-sudangrass hybrids (*Sorghum sudanense*vs. *Sorghum bicolor*). *Brazilian Journal of Development*, v.6, n. 9, p.64816-64826, 2020.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed. p. 356, 2018.

EMBRAPA. Milho e sorgo. Sorgo Forrageiro: Produção de silagem de alta qualidade. Sete Lagoas - MG, 2008.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A Guide for Bootstrap Procedures in Multiple Comparisons. *Ciência e*

Agrotecnologia, v. 38, n. 2, p.109-112, 2014. [10.1590/S1413-70542014000200001](https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001)

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.2, p.341-348, 2000. [10.1590/S1516-35982000000200004](https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000200004)

GONTIJO NETO, M. M.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; CÂNDIDO, M. J. D.; MIRANDA, L. F. R. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. rendimento, proteína bruta e digestibilidade *in vitro*. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.31, n.4, p.1640-1647, 2002. [10.1590/S1516-35982002000700006](https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000700006)

HODGSON, J. *Grazing management: Science into practice*. London: Longman Scientific and Technical, 1990. 203p.

KIKINDONOV, T. Z.; ENCHEV, S.; SLANEV, K. Influence of the variety and sowing rate on the green mass productivity of Sudan grass and Sorghum x Sudan grass hybrids. *Agricultural Science and Technology*. v.5, n.1, p.50-52, 2013.

LANDAU, E. C.; NETTO, D. A. M. Expansão potencial da produção de sorgo granífero no Brasil no sistema de rotação com soja considerando o zoneamento de risco climático 2015/16. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 27 p.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissues flows in plant grazed communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). *The ecology and management of grazing systems*. Guilford: CAB International, 1996. p.3-36.

LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CHABBI, A. *Grassland productivity and ecosystem services*. Wallingford: CABI, 2011. 287p.

- MENEZES, C. B. de. A opção interessante do sorgo. A Granja, v. 76, n. 856, p. 35-36, 2020.
- NEUMANN, M., RESTLE, J., SOUZA, A. N. M. D., PELLEGRINI, L. G. D., ZANETTE, P. M., NORBERG, J. L., SANDINI, I. E. Desempenho vegetativo e qualitativo do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) em manejo de cortes. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.9, n.3, p. 298–313, 2010. [10.18512/1980-6477/rbms.v9n3p298-313](https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v9n3p298-313)
- PARLAK, A. Ö.; GÖKKUŞ, A.; ALATÜRK, F.; HANOĞLU, H.; TÖLÜ, C. Herbage yield and quality of wheat stubble and sorghum sudan-grass pastures. Advances in Agronomy, v.49, n.1, p.374-377, 2016.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; McMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen Geiger climate classification. Hydrology Earth System Science, v.11, p.1633-1644, 2007. [10.5194/hess-11-1633-2007](https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007)
- RIBAS, M. N. Avaliação agrônômica e nutricional de híbridos de sorgo com Capim-Sudão, normais e mutantes BRM – portadores de nervura marron. Tese UFMG, Escola de Veterinária, 2010.
- SANTOS, P. J.; REZENDE, P. M.; PASSOS, A. M. A.; CARVALHO, E. A.; CARVALHO, E. V. Consórcio sorgo-soja XIII efeito de sistemas de corte e arranjo de plantas no desempenho forrageiro do sorgo. Ciência e Agrotecnologia, v.33, n.2, p.397-404, 2009a. [10.1590/S1413-70542009000200006](https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000200006)
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; MONNERAT, J. P. I. S.; SILVA, S. P. Caracterização de perfilhos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.4, p.643-649, 2009b. [10.1590/S1516-35982009000400008](https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000400008)
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BRAZ, T. G. S.; SILVA, S. P.; GOMES, V. M.; SILVA, G. P. Características morfogênicas e estruturais de perfilhos de capim-braquiária em locais do pasto com alturas variáveis. Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, n.3, p.535-542, 2011.
- SCORDIA, D.; COSENTINO, S. L.; MANTINEO, M.; TESTA, G.; PATANÈ, C. Nitrogen balance in a sweet sorghum crop in a Mediterranean environment. Agronomy v.11, n.7, p.1292, 2021. [10.3390/agronomy11071292](https://doi.org/10.3390/agronomy11071292)
- SILVA, S. C., NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, p.121-138, 2007.
- SIMÕES, W. L.; OLIVEIRA, A. R.; GUIMARÃES, M. J. M.; SILVA, J. S.; SILVA, W. O.; OLIVEIRA, C. R. S.; VOLTOLINI, T. V.; BARBOSA, K. V. F. Arranjo populacional do sorgo forrageiro irrigado para um cultivo eficiente no Semiárido brasileiro. Brazilian Journal of Development, v.8, n.3, p.16305-16320, 2022. [10.34117/bjdv8n3-053](https://doi.org/10.34117/bjdv8n3-053)
- SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. Crop Science, v.35, n.1, p.4-10, 1995. [10.2135/cropsci1995.0011183X003500010002x](https://doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500010002x)
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- 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. v.56, n.2, p.258-263, 2004. [10.1590/S0102-09352004000200017](https://doi.org/10.1590/S0102-09352004000200017)
- ZANINI, G. D.; SANTOS, G.; T.; SBRISSIA, A. F. Frequencies and intensities of defoliation in Aruana guineagrass swards: morphogenetic and structural characteristics. Revista Brasileira de Zootecnia, v.41, n.8, p.1848-1857, 2012. [10.1590/S1516-35982012000800007](https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000800007)