

Análise de crescimento em sorgo sob diferentes stands

TERRA, T. G. R.¹; LEAL, T. C. A. B.²; SIEBENEICHLER, S. C.³; NETO, J. J. D.⁴;
ANJOS, L. M.⁵; CASTRO, D. V.⁶

¹Doutorando em Fitotecnia – Universidade Federal de Viçosa – UFV:
tgterra@uft.edu.br

²Doutor em Fitotecnia, Professor adjunto da Universidade Federal do Tocantins – UFT:
tarcisio@uft.edu.br

³Doutora em Fitotecnia, Professora adjunto da Universidade Federal do Tocantins –
UFT: susana@uft.edu.br

⁴Doutorando em Fitopatologia – Universidade de Brasília – UnB:
jjnetodias@bol.com.br

⁵Doutoranda em Fitopatologia – Universidade de Brasília – UnB:
liamarma@yahoo.com.br

⁶Professor da Faculdade para o Desenvolvimento do Sudoeste Tocantinense – FADES:
diogoagro82@hotmail.com

RESUMO

O sorgo é uma cultura com atual e crescente importância no cenário brasileiro, e pode ser cultivada em condições edafoclimáticas desfavoráveis a outros cereais. O objetivo desse trabalho foi avaliar, por meio da análise de crescimento, diferentes densidades de semente em plantas de sorgo. O experimento foi desenvolvido em um delineamento de blocos casualizados completos e esquema de parcela subdividida, com cinco repetições, entre os meses de dezembro de 2007 a março de 2008. O cultivo das plantas foi realizado sob quatro stands, correspondentes a 140, 200, 260 e 320 mil plantas por hectare, sendo as avaliações espaçadas em dez dias, efetuadas durante todo o ciclo da cultura. Verificou-se que as menores densidades de plantas apresentaram maiores taxas de crescimento absoluto (TCA), taxa de assimilação líquida (TAL) e razão de massa caulinar (RMC). As maiores densidades apresentaram os maiores valores de área foliar específica (AFE) e razão de massa foliar (RMF). O maior peso seco das panículas foi verificado nas menores densidades de semente. Contudo, nas avaliações por metro linear, as menores densidades produziram os maiores valores.

Palavras-chave: densidade, desenvolvimento, fotossíntese, *Sorghum bicolor* L.

ABSTRACT

Growth analysis of sorghum under different stands

Sorghum is a crop that has increasing importance in the Brazilian scenario, and can be grown in soil and under different climatic conditions unfavorable for other crops. The purpose of this study was to evaluate, through growth analysis, the different densities of sowing in sorghum plants. The experiment was conducted in a randomized complete block design in subdivided parcel scheme, with five repeated, from December 2007 to March 2008. The grown under four stands, corresponding to 140, 200, 260 and 320 plants per hectare and assessments made on ten days intervals throughout the crop cycle. It was found that the lowest densities had higher absolute growth rate (AGR), net assimilation rate (NAR) and stem mass ratio (CMR). The highest densities showed higher values of specific leaf area (SLA) and leaf weight ratio (LWR). The dry weight

of the panicles were observed in the lower seeding densities, however, when evaluating per meter linear the lowest densities produced the highest values.

Keywords: density, development, photosynthesis, *Sorghum bicolor* L.

INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L.) tem aumentado consideravelmente sua produção nos tempos mais recentes no Brasil, chegando a 11,3% de incremento na safra 2010/2011 em relação à safra 2009/2010 (CONAB, 2011). Muito desse incremento se deve à expansão da área plantada, ao emprego de novas técnicas de cultivo e ao uso de genótipos mais produtivos e adaptados às condições edafoclimáticas de plantio (RIBAS, 2007). Nos últimos anos, o sorgo tem encontrado seu nicho de mercado, alavancando seu processo produtivo, consolidando sua posição de cultura alternativa ao milho, com vários subprodutos, especialmente rações (FIALHO et al., 2002). Outro fato que tem contribuído para a expansão da cultura no Brasil é a possibilidade de cultivo do sorgo em situações edafoclimáticas adversas, onde a produtividade de outros cereais é antieconômica (BERENGUER e FACI, 2001; RIBAS, 2007; CONAB, 2011).

O sorgo é uma planta de mecanismo fotossintético C₄, de dias curtos, sendo, dentre as espécies utilizadas na alimentação humana, uma das mais versáteis e mais eficientes, do ponto de vista fotossintético, tolerante às altas temperaturas e ao estresse por deficiência hídrica (BERENGUER e FACI, 2001). Durães et al. (2005) relatam que o entendimento e a utilização de características secundárias, a exemplo de parâmetros de trocas gasosas, podem orientar pesquisadores e técnicos na recomendação de cultivares e de práticas de manejo da cultura. Dentre estas práticas, pode-se citar a densidade de plantas (número de plantas por área), considerando-se que a competição intra-específica não venha a afetar negativamente a produção de fotoassimilados, estimada pelas trocas gasosas, onde o aumento na liberação de O₂ provoca aumento proporcional na produção de carboidratos (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Vários estudos têm sido realizados a fim de se estabelecer a densidade de plantas ideal para cada espécie ou, até mesmo, para diferentes cultivares, de modo a proporcionar maior produtividade, em determinado ambiente. Segundo Pereira (1989), a inexistência de competição entre plantas vizinhas permite a obtenção da produtividade máxima por planta cultivada, embora esta seja baixa por área e, ao se aumentar a competição intra-específica, observa-se relação inversa entre o número de plantas e a produtividade por planta. A produtividade máxima será obtida com o decréscimo da produtividade por planta compensado pelo maior número de indivíduos por área (LOPES et al., 2005), ou seja, aumenta-se o número de plantas até se ter queda na produtividade, correspondendo, este ponto, ao número de plantas ideal.

A análise de crescimento é uma ferramenta que auxilia na avaliação de efeitos em sistemas de manejo sobre as plantas, pois descreve as mudanças na produção vegetal em função do tempo, o que não é possível com o simples registro do rendimento. Segundo Kvet et al. (1971), a análise de crescimento de comunidades vegetais é um dos primeiros passos na análise de produção primária, caracterizando-se como elo entre o simples registro do rendimento das culturas e a análise destas por meio de métodos fisiológicos, podendo ser utilizada para se conhecer as adaptações ecofisiológicas das plantas a novos ambientes, a competição interespecífica, os efeitos de sistemas de manejo e a capacidade produtiva de diferentes genótipos. Conforme Pereira e Machado (1987), a análise de crescimento representa a referência inicial da produção das espécies vegetais, requerendo informações a serem obtidas sem a necessidade de equipamentos

sofisticados. Tais informações correspondem às quantidades de material contido em partes das plantas (folhas, colmos, raízes e frutos) e a extensão do aparelho fotossintetizante (área foliar), obtidas a intervalos de tempos regulares durante o desenvolvimento fenológico da planta (BRAGA et al., 2010).

Informações sobre densidades ideais de plantas cultivadas são essenciais para a tomada de decisão em determinadas situações visando manter ou até aumentar a produtividade da cultura. Desta forma, este trabalho teve como objetivo realizar a análise de crescimento em sorgo granífero cultivado sob quatro *stands*, nas condições de cerrado sul - tocantinense.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado na estação experimental do *Campus* Universitário de Gurupi – TO, pertencente à Universidade Federal do Tocantins - UFT, localizado a 11°43' de latitude sul e 49°04' de longitude oeste, e a 280 m de altitude, em um Argissolo Vermelho Amarelo, textura arenosa. A pesquisa foi conduzida no período de dezembro de 2006 a março de 2007. Pela classificação de Köppen, o clima é Aw (PEEL et al., 2007), com temperatura média anual próxima de 26°C e pluviosidade média anual de 1.600 mm. A Figura 1 apresenta os dados pluviométricos e de temperaturas máximas e mínimas registrados durante o período experimental.

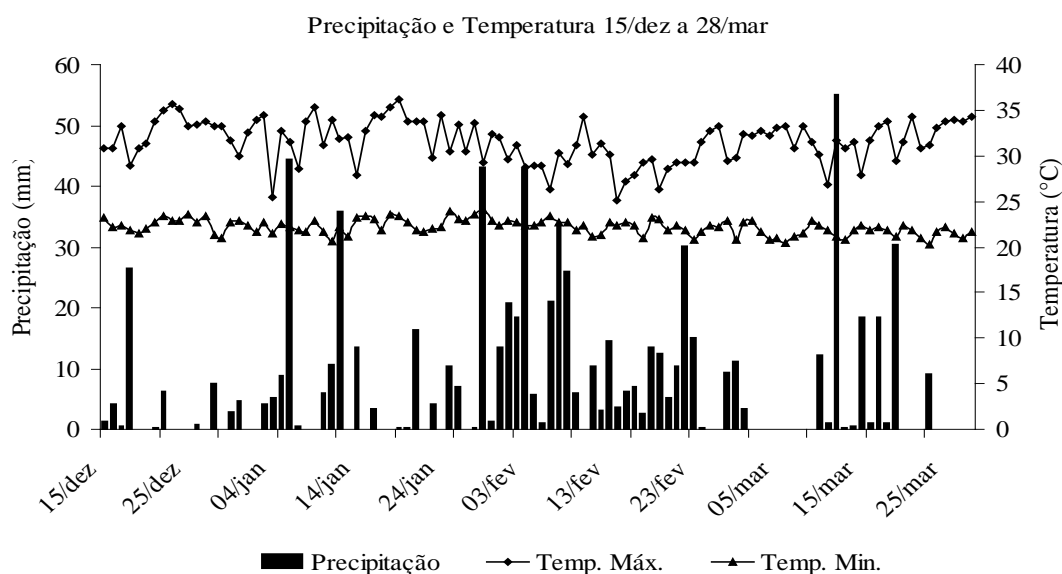


Figura 1: Precipitação (mm) e temperaturas máximas e mínimas (°C) registrados no período de 15 de dezembro 2006 a 28 de março de 2007, na cidade de Gurupi – Tocantins, correspondente às avaliações de campo do experimento.

Fonte: Inmet, (2007).

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados completos em esquema de parcela subdivida e com cinco repetições. Na parcela principal os tratamentos foram compostos por quatro *stands*: 140, 200, 260 e 320 mil plantas por hectare; enquanto na subparcela foi utilizada oito períodos de avaliação de crescimento, sendo aos 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 DAE. A cultivar de sorgo utilizada foi a BRS 310, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

O plantio do sorgo foi realizado em sistema convencional, realizando-se uma gradagem pesada com profundidade de corte em torno de 15 cm e duas niveladoras com

profundidade de corte de cerca de 10 cm. Foi procedida a abertura dos sulcos com profundidade de 10 cm, e a adubação de plantio de acordo com a recomendação baseada no resultado da análise de solo, a qual se encontra na tabela 1 (RIBEIRO et al., 1999). A adubação de base foi de 400 kg ha⁻¹ da formulação 04-14-08 (nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente) e a adubação de cobertura foi de 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de sulfato de amônio, realizada a lanço aos 35 dias após o plantio (DAP).

Tabela 1. Resultados da análise de solo da área experimental, realizada em novembro de 2006.

Análise de solo												
Cmol dm ⁻³					mg dm ⁻³ (ppm)			(%)				
Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P(mel)	Mat.Org.	ph	SB	T	V(%)	
1,75	1,29	0,3	2,3	0,116	45,3	2,6	3,0	5,3	3,156	5,756	0,548	

O sorgo foi semeado manualmente no dia 15 de dezembro de 2006 em profundidade média de 3 a 4 cm, fazendo-se o desbaste dez dias após a emergência (DAE), de acordo com as densidades de estudo. Cada parcela continha 9,00 m² de área, tendo quatro linhas com 5,00 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m, considerando-se, como área útil, os 4,00 m centrais das duas linhas centrais.

As coletas para avaliação tiveram início aos 20 DAE, sendo efetuadas a cada 10 dias até aos 90 DAE, final do ciclo da cultura. Foram retiradas e avaliadas cinco plantas por parcela em cada avaliação, nas duas linhas centrais. Tomou-se o cuidado de saltar uma planta, que se tornou bordadura após coleta anterior, evitando influência ambiental de maior espaçamento nessa planta.

Após coletadas, as plantas foram divididas em partes, separando-se folhas, colmos e panículas, esta última quando havia material. As bainhas foliares foram deixadas anexas aos colmos. Cada parte da planta foi colocada em saco de papel separado, devidamente identificado, e levado à estufa com circulação forçada, a 68° C por 72 horas. As partes das plantas foram pesadas em balança com precisão de 0,001g, para determinação da massa seca.

A estimativa da área foliar foi realizada retirando-se amostras com área conhecida (discos com 15mm de diâmetro interno), retirando-se doze discos de cada unidade experimental por coleta. Em seguida, os discos foram secos em estufa de acordo com os procedimentos e cuidados anteriores. Após secagem e pesagem, as massas secas dos discos foram relacionadas à massa seca das folhas, estimando-se, desta forma, a área foliar total.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa Sisvar versão 5.2, e posteriormente, avaliados os seguintes parâmetros fisiológicos: taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL), taxa de crescimento absoluto (TCA), área foliar específica (AFE), razão de massa foliar (RMF) e razão de massa caulinar (RMC), de acordo com Magalhães, (1979). Os dados foram ajustados em curvas de segundo grau que melhor representam o crescimento de plantas anuais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados apresentados na Tabela 2 verifica-se que houve variação (P<0,01) para o *stand* de plantas em todas as variáveis analisadas, exceto altura de plantas (P>0,05). Observando-se as épocas de coletas das plantas, nota-se que houve variação (P<0,01) para todas as variáveis analisadas. Considerando-se, ainda, a

interação entre os *stands* avaliados e as épocas de coleta das plantas, observa-se que houve variação apenas para as variáveis MSF ($P < 0,01$), MSC ($P < 0,01$), MST ($P < 0,05$) e AFE ($P < 0,01$).

Tabela 2. Análise de variância das variáveis: massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca total (MST), área foliar estimada AFE, altura das plantas (ALT), peso seco da panícula por planta (PSP) e peso seco das panículas por metro linear (PSM). Dezembro a março de 2007, UFT - *Campus* de Gurupi.

FV	GL	QM						
		MSF	MSC	MST	AFE	ALT	PSP ^x	PSM ^x
Bloco	4	8,33	15,77	42,58	385037,50	298,06	270,12	33472,30
Stand	3	118,26**	558,93**	1182,39**	5130176,66**	408,69 ^{ns}	4538,94**	65749,92**
Erro a	12	3,13	17,42	32,31	99378,77	113,46	66,02	9627,34
Época	7	160,01**	1161,89**	2031,49**	7477315,72**	11458,85**		
Stand x Época	21	7,19**	48,22**	85,19*	416733,35**	107,82 ^{ns}		
Erro b	112	2,76	16,25	27,48	238920,78	137,58		
Média		7,775	11,768	19,540	1959,777	113,020		
CV parcela (%)		22,74	35,46	29,08	16,08	9,42	8,19	9,25
CV sub-par (%)		21,35	34,25	26,82	24,94	10,38		

**,* e ^{ns}, significativo a 1 e 5% de probabilidade, e não significativo pelo teste F, respectivamente.

^x Análise realizada nos dados da última coleta.

Como nas variáveis analisadas a partir da ANOVA mostraram haver distinção entre os tratamentos ao longo das datas de coleta, foi realizada, então, a análise de crescimento vegetal utilizando-se dessas variáveis.

Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)

De acordo com a Figura 2, observa-se que as maiores densidades de cultivo apresentaram curvas similares, com menor TCA até aproximadamente 70 DAE. Constatou-se, em todos os tratamentos, após isto, acentuada queda nesta taxa, observando-se maior redução nos tratamentos de menor densidade de plantas. Os tratamentos de menor densidade apresentaram maior TCA, devido à menor competição intra-específica, principalmente por espaço, permitindo maior incidência de luz, estimulando a realização de fotossíntese, aumentando, com isto, a taxa de crescimento em relação às plantas em áreas de maiores densidades (KERBAUY, 2004). Esses resultados confirmam aqueles obtidos por Benincasa (2003), que, em experimento com sorgo granífero sob tratamentos de alta e baixa radiação solar, encontrou maiores valores de TCA no tratamento com maior quantidade de radiação solar.

Em todos os *stands*, a menor TCA observada ocorreu próximo aos 80 DAE. Por outro lado, o momento onde se encontraram os maiores valores situou-se por volta dos 70 DAE, provavelmente devido ao período posterior à estiagem (Figura 2), prejudicando assim o crescimento das plantas de sorgo.

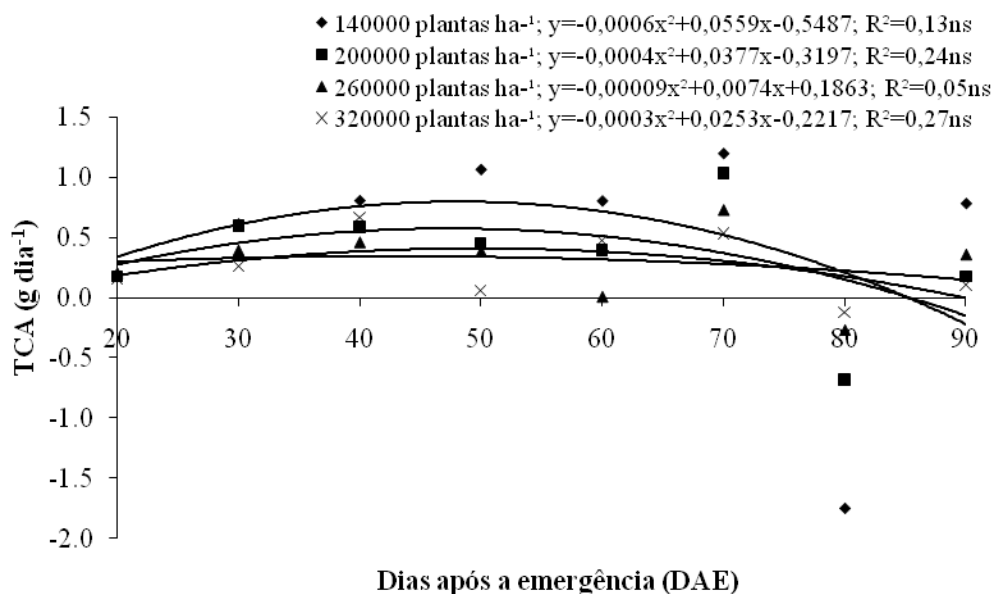


Figura 2. Taxa de crescimento absoluto (TCA em g dia⁻¹) em plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para diferentes densidades de plantio em função dos dias após a emergência (DAE). Gurupi-TO, safra 2007/2008. ns - não significativo pelo teste t.

Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

As TCR das densidades de plantio apresentaram-se de forma decrescente (Figura 3). Gomide e Gomide, (1999) e Silva et al. (2005) encontraram efeitos similares para a cultura do capim *Panicum maximum* no que diz respeito à esta taxa. No início do ciclo ocorre o crescimento e desenvolvimento celular para composição dos novos tecidos vegetais, induzindo grande aumento da área foliar e, conseqüentemente, TCR com valores mais elevados. Após a total expansão da área foliar, ocorre tendência de redução desta taxa, devido ao auto-sombreamento, o que reduz a atividade fotossintética das folhas sombreadas. O seu maior valor chegou a 0,1 g g⁻¹ dia⁻¹ no período compreendido entre 20 e 30 DAE, apresentando-se acima dos valores encontrados por Benincasa (2003), para a cultura do sorgo granífero. Cândido et al. (2005), estudando plantas de capim colômbio (*Panicum maximum*) cv. Mombaça, também observaram TCR decrescente ao longo do período de avaliação.

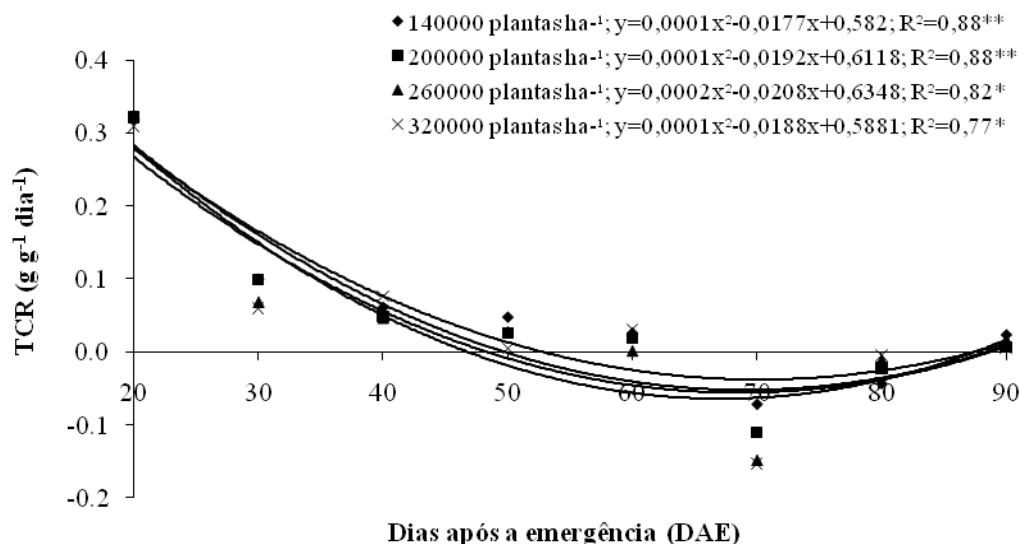


Figura 3. Taxa crescimento relativo ($g\ g^{-1}\ dia^{-1}$) de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para diferentes densidades de plantio em função dos D.A.E. Gurupi-TO, 2007/2008.

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Da mesma forma como ocorreu com a TCA, verificou-se redução da TCR em torno dos 70 DAE. No entanto, os tratamentos com menores *stands* apresentaram menores reduções desta taxa devido ao maior acúmulo de massa seca total encontrado neste tratamento, considerando-se ser a TCR dependente da quantidade de massa seca pré-existente.

Taxa de Assimilação Líquida (TAL)

Os valores da TAL encontrados para as densidades de semeio avaliadas ao longo do ciclo podem ser observados na Figura 4. A menor densidade de plantio (140 mil plantas ha^{-1}) apresentou maior valor da TAL em relação às demais densidades até o intervalo de 60 a 70 DAE. Logo após, nota-se declínio abrupto, explicado pela má distribuição de chuvas ocorrida no período (Figura 1), resultando em redução na TAL. Assim, presume-se ter ocorrido, provavelmente, o fechamento estomático e, conseqüentemente, a redução da taxa fotossintética das plantas, levando ao menor acúmulo de massa seca por dia, neste período. Posteriormente, seus valores voltam a aumentar no final do ciclo da cultura, permanecendo menores do que os valores iniciais.

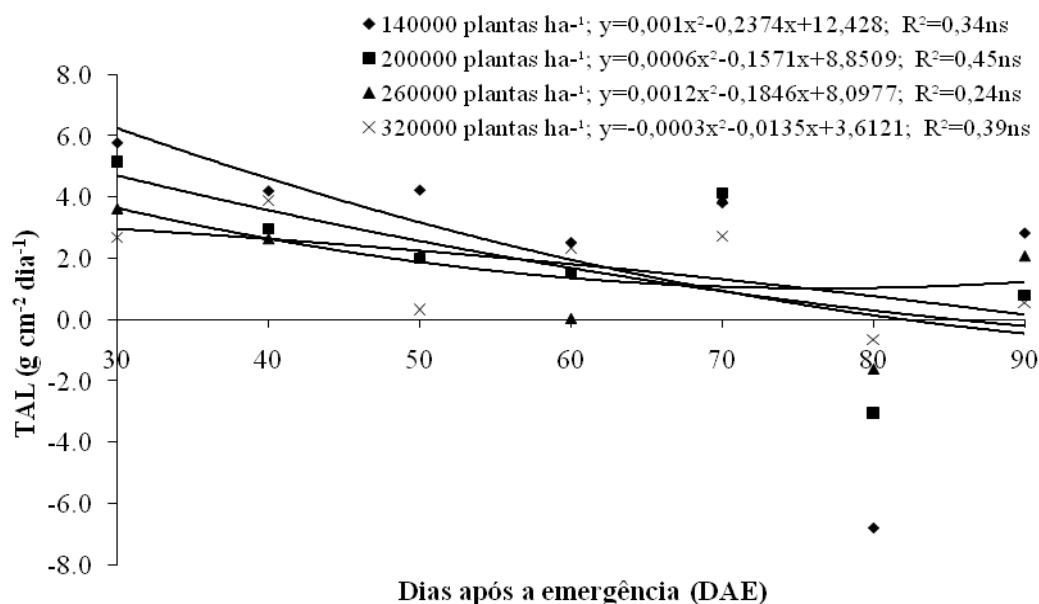


Figura 4. Taxa de assimilação líquida ($\text{g cm}^{-2} \text{dia}^{-1}$) de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para diferentes densidades de plantio em função das datas de coleta. Gurupi-TO, 2007/2008. ns - não significativo pelo teste t.

Área Foliar Específica (AFE)

A Figura 5 demonstra que as maiores densidades de semente foram as que obtiveram maior área foliar específica, alcançando seu máximo de acúmulo aos 30 DAE.

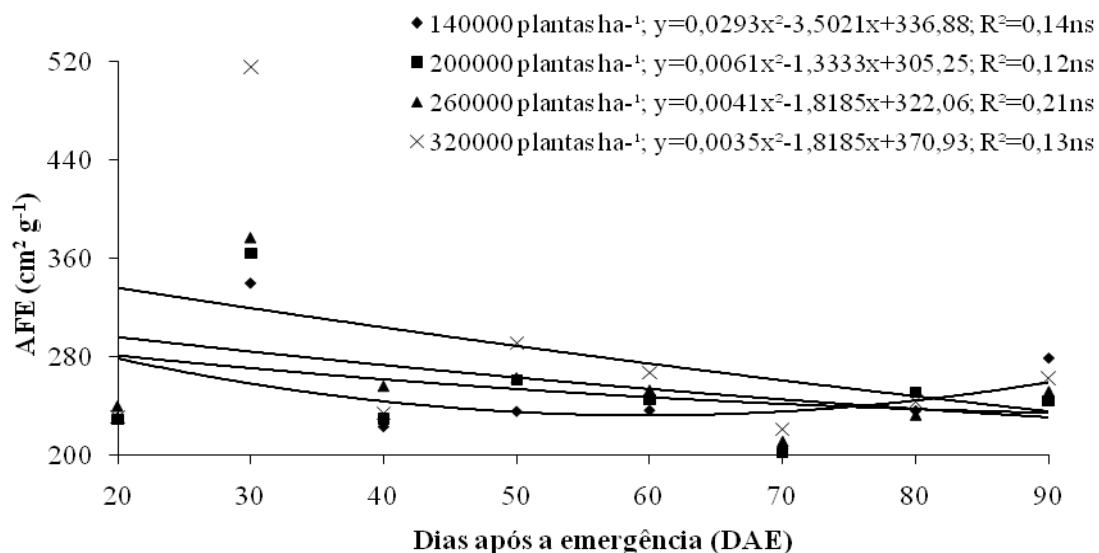


Figura 5. Área foliar específica (cm^2/g) para (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivadas em quatro densidades ao longo do seu ciclo de crescimento em dias após o plantio (DAP) na estação experimental do Campus de Gurupi/ UFT, safra 2006/07. ns - não significativo pelo teste t.

A partir do maior desenvolvimento das plantas, inicia-se a interferência na incidência de luz sobre a área foliar, gerando o auto-sombreamento. Constata-se, após este período, declínio expressivo desta área foliar específica em todas as densidades, havendo, posteriormente, estabilização dos seus valores ao longo do ciclo. Isto decorre

do desenvolvimento da planta, isto é, no início de seu estágio vegetativo há formação de células para a composição de tecidos vegetais, ocasionando expressivo aumento da AFE. Com a formação dos tecidos foliares, verifica-se a estabilização deste parâmetro, pois o investimento de fotoassimilados nas folhas diminui em função da formação das panículas. Na análise da área foliar específica, relaciona-se a superfície desta com o peso da sua massa seca, ou seja, o quanto a superfície contribuiu para o acúmulo de massa seca nas folhas da planta (BENINCASA, 2003).

Razão da Massa Foliar (RMF)

Na Figura 6 encontram-se os resultados obtidos para a razão da massa foliar. No geral, a densidade de 320 mil plantas ha^{-1} mostrou maiores valores desta taxa em relação às demais durante grande parte do ciclo de desenvolvimento da planta. De acordo com Benincasa (2003), as folhas são os órgãos responsáveis pela produção de massa seca a partir da fotossíntese, dependendo as demais partes da planta, da exportação de fotoassimilados produzidos pelas mesmas.

Após os 70 DAE (Figura 6), ocorreu queda dos índices de razões de massa foliar de todos os tratamentos, com exceção do tratamento de menor densidade (140 mil plantas/ha). Este fato pode estar relacionado à redução a área foliar (Figura 2) observado no mesmo intervalo de tempo. Segundo Magalhães et al. (2007), a área foliar está diretamente relacionada à produção final de massa seca, pois durante o ciclo de desenvolvimento, a planta de sorgo depende das folhas como órgãos fotossintetizantes e a taxa de crescimento da planta depende tanto da taxa de expansão da área foliar, como da taxa de fotossíntese por unidade de área foliar.

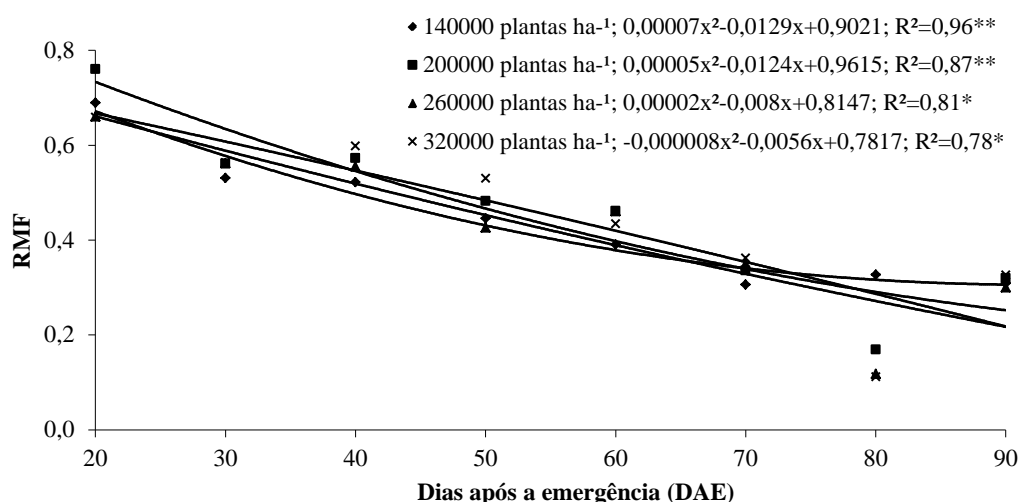


Figura 6: Razão de massa foliar em plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) sob diferentes densidades de plantio ao longo do ciclo de crescimento.

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Razão da Massa do Colmo (RMC)

Na Figura 7 encontram-se os valores de RMC para as densidades de semeio na cultura do sorgo ao longo do tempo. As menores densidades de semeio apresentaram os maiores valores de RMC. Plantas mais adensadas tentem a estiolar em busca da energia solar (TAIZ e ZEIGER, 2004), diminuindo, com isto, o diâmetro médio do caule. A

razão da massa caulinar expressa o acúmulo de matéria seca proveniente da fotossíntese no caule.

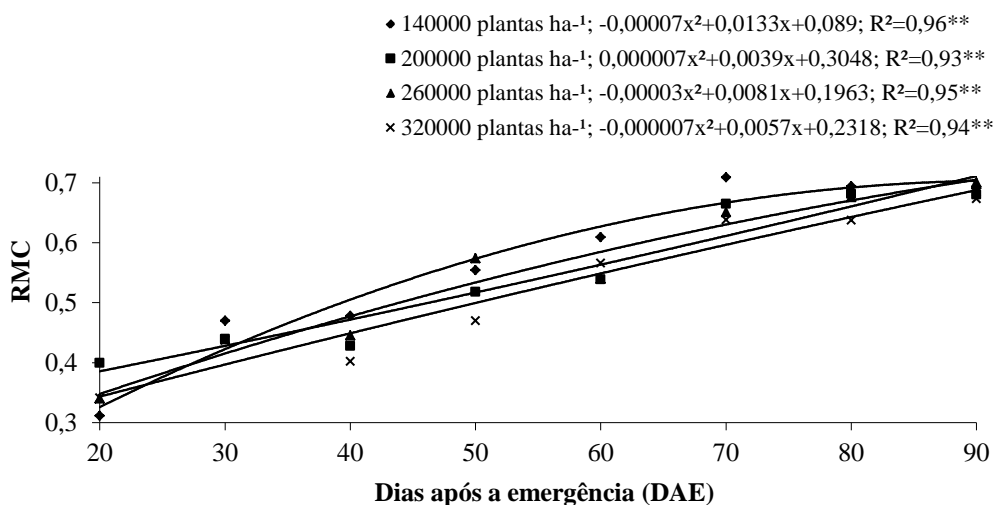


Figura 7. Razão de massa do colmo em plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) sob diferentes densidades de plantio ao longo do ciclo de crescimento. Gurupi-TO, safra 2007/2008.

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

Na Tabela 3 pode ser verificado as diferenças entre as médias relacionadas ao peso seco das panículas por planta e por metro linear.

Quando se avalia o peso seco das panículas por planta nota-se haver diferenças ($P<0,05$) entre os diferentes *stands* avaliados. Os maiores valores de RMC foram encontrados nas menores densidades de semeio, enquanto os menores valores foram verificados nas maiores densidades. Plantas mais vigorosas tendem a acumular mais carboidratos provenientes de suas fontes em seus drenos do que plantas com menor vigor (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Tabela 3. Teste de médias para as variáveis peso seco de panícula por planta e por metro linear em gramas.

<i>Stand</i> *	Panícula planta ⁻¹	Panícula m ⁻¹
140	142,318a	996,226bc
200	95,122b	951,22c
160	86,998b	1130,974ab
320	72,308c	1156,928a

*Mil plantas/ha

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não se diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para o peso seco das panículas por metro linear foram encontradas diferenças significativas ($P<0,05$) entre os *stands*, onde as menores densidades de semeio tiveram os menores valores para essa variável. As maiores densidades de semeio foram as que apresentaram os maiores valores de peso seco das panículas por metro linear. Apesar de as menores densidades apresentarem, em geral, os menores valores para TCA, TAL e RMC, que são respostas do acúmulo de fotoassimilados por planta num intervalo de tempo, estas responderam com maiores valores de peso seco das panículas por metro.

Nesse trabalho, a cultura do sorgo granífero aproveitou melhor o reduzido espaço das maiores densidades de semeio com respostas em maiores valores de panículas por metro linear.

CONCLUSÕES

As menores densidades de cultivo apresentaram os maiores valores de TCA, TAL e RMC.

As maiores densidades de cultivo apresentaram os maiores valores de AFE e RMF.

A cultura do sorgo granífero aproveitou melhor os recursos nas maiores densidades, respondendo com maior peso seco das panículas por metro linear.

AGRADECIMENTO

À Embrapa e à Pioneer pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENINCASA, M.M.P. **Influência de exposições Norte e Sul sobre parâmetros de crescimento de *Sorghum bicolor* (L.) Moench**. Jaboticabal: UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Tese de Livre-Docência, 1977, 149p.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: Noções Básicas**. Funep, Jaboticabal, 2003, 41p.

BERENGUER, M.J.; FACI, J.M. Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. **European Journal of Agronomy**. v.15, p.43-55, 2001.

BRAGA, C.L.; FERNANDES, D.M.; SIRTOLI L.F.; LUDWIG, F. Análise de crescimento de girassol ornamental de vaso e aplicação de nitrogênio. **Scientia Agraria Paranaensis**. v.9, n.2, p.52-59, 2010.

CÂNDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J. A. Duração do período de descanso e crescimento de dossel de *Panicum maximum* cv. mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.34, n.2, p.398-405, 2005.

CONAB, Conab estima produção de sorgo 11% superior à da safra 2009/2010, **Portal Brasil**, 2011. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/06/20/conab-estima-producao-de-sorgo-11-superior-a-da-safra-2009-2010>> Acesso em: 20/08/2011.

DURÃES, F.O.M.; MAGALHÃES, P.C.; GOMES E GAMA, E.E.; OLIVEIRA, A.C. de, Caracterização fenotípica de linhagens de milho quanto ao rendimento e à eficiência fotossintética, **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n.3, p.355-361, 2005.

FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; OLIVEIRA, W.; SILVA, H.O. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, p.105-111, 2002.

GOMIDE, C.A. de M.; GOMIDE, J.A. Análise de Crescimento de Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.28, n.4, p.675-680, 1999.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, **Monitoramento das Estações Automáticas**, Gurupi, - TO, Dados. 2006/2007, Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>>, Acesso em: 29/03/2008.

KERBAUY, G.B., **Fisiologia Vegetal**, Guanabara Koogan S. A., Rio de Janeiro, 2004, 452p.

KVET, J.; ONDOK, J.P.; NECAS, J.; JARVIS, P.G. **Methods of growth analysis**. In: SESTÁK, Z.; CATSKÝ, J.; JARVIS, P.G. (Eds.). Plant photosynthetic production: manual of methods. The Hague: W. Junk, 1971, p.343-391.

LOPES, S.J.; STORCK, L.; LÚCIO, A.D.; LORENTZ, L.H.; LOVATO, C.; DIAS, V. de O. Tamanho de parcela para produtividade de grãos de sorgo granífero em diferentes densidades de plantas, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.6, p.525-530, jun. 2005.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. (Coord.). Fisiologia vegetal 1. São Paulo: EPU. Ed. da Universidade de São Paulo, 1979. v.1, cap. 8, p.331-350.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. Ecofisiologia, **Cultivo do Sorgo**, Embrapa Milho e Sorgo, Sistemas de Produção 2, Versão Eletrônica, 3ª edição Nov./2007, Disponível em: http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo_3ed/ecofisiologia.htm, Acesso em: 25/04/2008.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**. v.11, p.1633-1644, 2007.

PEREIRA, A.R. Competição intra-específica entre plantas cultivadas. **O Agrônomo**, Campinas, v.41, n.1, p.5-11, 1989.

RIBAS, P.M. Importância econômica, **Cultivo do Sorgo**, Embrapa Milho e Sorgo, Sistemas de Produção 2, Versão Eletônica, set. 2007, Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/importancia.htm>. Acesso em: 22/04/2008.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação, Viçosa – Minas Gerais, 1999, 359p.

SILVA, D.K.T. da; DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O.T.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; KOEHLER, H.S. OLIVEIRA, R.A. de. Análise de crescimento em cultivares de cana-de-açúcar em cana-soca no noroeste do Paraná na safra de 2002/2003. **Scientia Agraria**, v.6, n.1-2, 2005, p.47-53.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, Tradução de: Elaine R. Santarém, [et al.], 3ª ed., Porto Alegre, Artimed, 2004, 719p.