

Análise não destrutiva de crescimento do gergelim consorciado com feijão caupi em sistema orgânico de cultivo

Nondestructive growth analysis of sesame intercropped with cowpea bean in organic system

ARAÚJO, Afrânio César de¹; ALOUFA, Magdi Ahmed Ibrahim², SILVA, Apolino José Nogueira da Silva³, COSTA, Ana Alessandra⁴, SANTOS, Iranilson Silva dos⁵

1Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Escola Agrícola de Jundiá, Macaíba/RN, Brasil, afrabiobiologo@hotmail.com; 2Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Biociências, Natal/RN, magdialoufal@gmail.com; 3 Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Escola Agrícola de Jundiá, Macaíba/RN, Brasil, ajndas@ufrnet.br; 4Discente do Rio Grande do Norte, Escola Agrícola de Jundiá, Macaíba/RN, Brasil, a.alessandracosta@yahoo.com.br; 5 Discente do Rio Grande do Norte, Escola Agrícola de Jundiá, Macaíba/RN, Brasil, iranilson santos4@hotmail.com.

RESUMO: Um trabalho de campo foi conduzido objetivando estudar o crescimento do gergelim solteiro e consorciado com o feijão caupi, avaliando-se o efeito de épocas relativas de plantio da Fabaceae. O experimento foi realizado em delineamento de blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos principais foram cinco sistemas de cultivo do gergelim: monocultivo de gergelim (MG) e consórcio gergelim + feijão caupi, com quatro épocas relativas de plantio da Fabaceae (0, 7, 14 e 21 dias após o plantio do gergelim, respectivamente, C0, C7, C14 e C21). Os tratamentos secundários foram as épocas das coleta de dados: 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência. Houve pouca influência dos sistemas de cultivo no crescimento do gergelim. Destacaram-se os tratamentos C0, por proporcionar desempenho inferior aos demais sistemas de cultivo para quatro das dez variáveis testadas e C14, por promover valores médios muito próximos ou mesmo, mais elevados que o monocultivo.

PALAVRAS-CHAVE: Ecofisiologia vegetal, fisiologia da produção, crescimento vegetal, policultura, agroecologia, agricultura sustentável.

ABSTRACT: A field experiment was conducted objectifying to study the growth of the sesame in monocrop and intercropped to the cowpea bean. It was carried out a non destructive analysis evaluating the effect of the relative planting times of the Fabaceae. The experimental design was a randomized block with four replications. The treatments were laid out in a split-plot design with five cropping systems assigned as the main-plot (monocropping of sesame – MG – and sesame + cowpea bean intercropping with four relative planting times of the Fabaceae – 0, 7, 14 and 21 days after the planting of the sesame, respectively, C0, C7, C14 and C21). The data harvests were assigned as the sub-plots: 15, 30, 60, 75 and 90 days after the emergence. There was a little influence of the cropping systems on the growth of the sesame. However, C0, showed inferior performance relating to the other cropping system for four tested parameters while C14 showed medium values too similar or even higher than monocropping.

KEY WORDS: Plant ecophysiology, production physiology, plant growth, polyculture, agroecology, sustainable agriculture.

Introdução

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma oleaginosa pertencente à família Pedaliaceae, cultivada tanto em regiões tropicais quanto em regiões subtropicais na África, Ásia e América Latina (HARUNA et al., 2012). Há milhares de anos ele é cultivado por pequenos agricultores, muitas vezes em áreas onde não era possível o cultivo de outros vegetais, sob deficiência hídrica e/ou altas temperaturas. Em muitos países o gergelim é cultivado após a época das chuvas, sob umidade residual e sem chuvas ao longo do ciclo. Em outros, é cultivado em épocas sujeitas a chuvas em parte do ciclo. Em vários países, em bordas de desertos, onde nenhuma outra cultura se desenvolve, o gergelim é a última opção de cultivo (LANGHAM, 2008).

Os consórcios são sistemas de cultivo caracterizados pela utilização de duas ou mais culturas concomitantemente. São utilizados há muitas gerações pelo pequeno produtor do semiárido brasileiro como alternativa alimentar. Conforme Lithourgidis et al. (2011), a maior vantagem dos consórcios é o aumento do rendimento em dado espaço da propriedade pelo fato de se utilizar de modo mais eficiente os recursos de cultivo disponíveis, o que não se conseguiria com as culturas isoladas. Muitas culturas podem ser utilizadas em um sistema de consórcio, sejam elas anuais, como leguminosas e cereais, ou perenes, incluindo árvores ou arbustos. Para Bhatti et al. (2013), no entanto, além de aumentar a eficiência na produção por unidade de área e no uso dos recursos, os consórcios têm impacto positivo na renda do produtor. Porém, a competição interespecífica que se estabelece entre as culturas envolvidas em um agroecossistema consorciado, em geral, reduz, em maior ou menor grau, o rendimento de cada uma delas em isolado. Para, van Asten et al. (2011), por outro lado, o correto manejo e a escolha de configurações de plantio e densidades de plantas apropriadas minimizam o problema e aumentam os benefícios

do consórcio.

A análise de crescimento de plantas é uma importante ferramenta para o estudo da fisiologia da produção e para a investigação da influência exercida pelos fatores ambientais, genéticos e agronômicos sobre a produtividade vegetal. Além do mais, permite a descrição das condições morfológicas e fisiológicas do vegetal em determinados intervalos de tempo entre duas amostragens sucessivas e permite o acompanhamento e a avaliação da dinâmica da produção fotossintética a partir do acúmulo da fitomassa (SILVA, 2006). Muitos autores vêm desenvolvendo análises do crescimento vegetal com diversas espécies de interesse agrícola objetivando o entendimento das respostas das plantas a diferentes condições de disponibilidade hídrica, espaçamento, salinidade, fertilidade do solo e adubação (BRAZ e ROSSETO, 2009; AHMAD et al, 2010; HARUNA, 2011; ARIF et al. 2012; CHEEMA et al., 2012). Assim, objetivou-se com este trabalho, avaliar por meio de índices fisiológicos, o efeito das épocas relativas de plantio no consórcio gergelim + feijão caupi sobre o crescimento do gergelim.

Material e métodos

O experimento de campo foi conduzido durante o segundo semestre de 2012 na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias/Escola Agrícola de Jundiá/Universidade Federal do Rio Grande do Norte, localizada no Município de Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil, a 5° 53'S e 35° 23'W e altitude média de 40 m. A precipitação total no período de estudo foi de 42,30 mm e a temperatura média registrada foi de 26 °C.

Com base em análise química, para elevar os teores de matéria orgânica e corrigir o solo, foram aplicados na área experimental 30 m³ ha⁻¹ de cama de frango e 1700 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico. O solo da área experimental possui textura arenosa e é classificado como Argissolo Amarelo Distrófico. As características químicas do

horizonte superficial do solo da área experimental foram as seguintes: pH = 6,13, $\text{Ca}^{++} = 0,88 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Mg}^{++} = 0,33 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Al}^{+++} = 0,00 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{H}^+ = 1,82 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{P}^+ = 22,00 \text{ mg dm}^{-3}$, $\text{K}^+ = 73,00 \text{ mg dm}^{-3}$, $\text{Na}^+ = 6,00 \text{ mg dm}^{-3}$, $\text{Fe}^{++} = 12,00 \text{ mg dm}^{-3}$, $\text{Zn}^{++} = 2,14 \text{ mg dm}^{-3}$, $\text{Cu}^+ = 0,21 \text{ mg dm}^{-3}$ e $\text{Mn}^{++} = 2,74 \text{ mg dm}^{-3}$. Em relação à granulometria, o solo apresentava $930,00 \text{ g kg}^{-1}$ de areia, $20,00 \text{ g kg}^{-1}$ de argila e $50,00 \text{ g kg}^{-1}$ de silte, conforme metodologia descrita em Embrapa (2009).

O pH foi determinado em água (relação 1:2,5). Ca^{++} e Mg^{++} foram extraídos com acetado de amônio (pH 7,0) e determinados por espectrofotometria de absorção atômica. O Al^{+++} foi extraído por KCl 1 mol L^{-1} e determinado por titulação com hidróxido de sódio. K^+ , Na^+ , P^+ , e micronutrientes (Fe^{++} , Cu^+ , Zn^{++} e Mn^{++}) foram extraídos por Mehlich 1. O K^+ e o Na^+ foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o P^+ por colorimetria. O H^+ foi extraído com acetado de cálcio (pH 7,0) e determinado por titulação com hidróxido de sódio.

Foi adotado o delineamento experimental de blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos foram compostos de cinco sistemas de cultivo do gergelim (parcelas) e seis épocas de coleta de dados para a análise de crescimento da Pedaliaceae (subparcelas), totalizando 30 tratamentos e seis repetições. Os cinco sistemas de cultivo foram: MG – monocultivo de gergelim, C0 – consórcio gergelim + feijão caupi (feijão plantado no mesmo dia do gergelim), C7 - consórcio gergelim + feijão caupi (feijão plantado 7 dias após o plantio do gergelim), C14 - consórcio gergelim + Feijão caupi (feijão plantado 14 dias após o plantio do gergelim) e C21 - consórcio gergelim + Feijão caupi (feijão plantado 21 dias após o plantio do gergelim).

As cultivares utilizadas foram: BRS Seda (gergelim) e BRS Potiguar (feijão caupi). O

espaçamento adotado para o gergelim foi o de fileiras duplas ($1,7 \times 0,3 \times 0,1 \text{ m}$) com uma fileira da fabácea sendo plantada nas entrelinhas mais largas da pedaliácea no consórcio sob espaçamento entrelinhas de 0,25 m. Foram realizadas irrigações por meio de microaspersão com turno de rega e tempo de irrigação variando conforme os diferentes estádios de desenvolvimento do gergelim. Buscou-se uma lâmina d'água de 800 mm distribuídos ao longo dos 90 dias do ciclo da pedaliácea.

O gergelim foi desbastado em solo úmido em duas etapas: a primeira quando as plântulas apresentavam 4 folhas, procurando-se manter 20 plantas por metro linear e a segunda, quando alcançavam a altura de 12 a 15 cm, momento em que se manteve 10 plantas por metro linear.

Aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência do gergelim, foram coletados os dados para a realização da análise não destrutiva de crescimento do gergelim, para a qual foram elencadas e etiquetadas cinco plantas por unidade experimental. Foram registradas, em cada uma das seis épocas de coleta de dados, informações referentes a área foliar, altura da planta, diâmetro caulinar ao nível do solo e número de folhas do gergelim. Para medir a altura das plantas foi utilizada uma fita métrica, para o diâmetro caulinar utilizou-se de um paquímetro e para a determinação do comprimento e largura das folhas foi utilizada uma régua milimetrada. A área foliar foi calculada a partir das dimensões de largura e comprimento de nove folhas por planta, três localizadas na porção mais alta da planta, três na região mediana e três na porção basal do vegetal. Para esta determinação, utilizou-se a fórmula proposta por Silva et al. (2002): $\text{área} = \text{largura} \times \text{comprimento} \times 0,7$.

Foram determinados, a partir dos dados primários de crescimento e equações propostas por Benincasa (2003) e Silva (2006) os seguintes

índices fisiológicos: taxa de crescimento absoluto caulinar (TCAC) - calculada pela fórmula: $TCAC = (L_2 - L_1) / (t_2 - t_1)$ cm dia⁻¹, onde L_1 é a medida da altura da planta no tempo t_1 e L_2 é a altura da planta no tempo t_2 ; taxa de crescimento relativo caulinar (TCRC) - calculada pela fórmula: $TCRC = (\ln L_2 - \ln L_1) / (t_2 - t_1)$ cm cm⁻¹ dia⁻¹; taxa de crescimento absoluto em espessura caulinar (TCAD) - calculada pela fórmula: $TCAD = (C_2 - C_1) / (t_2 - t_1)$ cm dia⁻¹, onde C_1 é o diâmetro caulinar mensurado no tempo t_1 e C_2 é o diâmetro caulinar medido no tempo t_2 ; taxa de crescimento relativo em espessura caulinar (TCRD) - calculada pela fórmula $TCRD = (\ln C_2 - \ln C_1) / (t_2 - t_1)$ cm cm⁻¹ dia⁻¹; taxa de crescimento absoluto em fitomassa fresca epigea (TCAFFE) - calculada pela fórmula: $TCAFFE = [(L_2 C_2^2) - (L_1 C_1^2)] / (t_2 - t_1)$ cm³ dia⁻¹; taxa de crescimento relativo em fitomassa fresca epigea (TCRFFE) - calculada pela fórmula: $TCRFFE = [\ln L_2 C_2^2] - [\ln L_1 C_1^2] / (t_2 - t_1)$ cm³ cm⁻³ dia⁻¹; taxa de crescimento absoluto foliar (TCAF) - calculada pela fórmula: $TCAF = (A_2 - A_1) / (t_2 - t_1)$ cm² dia⁻¹, onde A_1 é a área foliar por planta no tempo t_1 e A_2 é a área foliar por planta no tempo t_2 ; e taxa de crescimento relativo foliar (TCRF) - calculada pela fórmula: $TCRF = (\ln A_2 - \ln A_1) / (t_2 - t_1)$ cm² cm⁻² dia⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, regressão polinomial e teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro utilizando-se o software Assistat 7.5 Beta (SILVA, 2006). Quando necessário, os dados foram transformados em $X = X + C$, sendo $C = 1000$.

Resultados e discussão

Os maiores valores de TCAC foram encontrados aos 45 DAE, quando registrou-se uma média de 2,908 cm dia⁻¹ para os tratamentos, que não apresentaram diferenças significativas entre si com relação aos sistemas de cultivo (Tabela 1 e Figura 1A). Severino et al. (2002) encontram valores máximos de TCAC para a cultivar CNPA

GA aos 60 DAE. Apesar das pressões competitivas estabelecidas em qualquer associação cultural, as taxas diárias de crescimento caulinar do gergelim sofreram pouca influência do consórcio com o feijão caupi. Além do mais, o crescimento do gergelim é muito lento até os 30 dias após a emergência (LANGHAN, 2008), sendo os efeitos competitivos, desprezíveis neste período, o que poderia explicar a similaridade das curvas de crescimento para os sistemas de cultivo nestes períodos de coleta de dados.

Com relação à TCRC, que expressa o que a planta cresceu por dia em altura por unidade de altura já existente, no intervalo de tempo correspondente aos 15-30 DAE, as plantas cresceram em torno de 8,00 % ao dia, destacando-se o tratamento C7 com TCRC de 0,094 cm cm⁻¹ dia⁻¹ (Tabela 1) Ao longo do ciclo, a taxa diária média de crescimento (calculada para os cinco sistemas de cultivo) reduziu-se progressivamente, chegando aos 0,019 cm de crescimento diário no intervalo 60-75 DAE, quando a TCAC foi de 1,992 cm dia⁻¹ e praticamente cessou no intervalo 75-90 DAE (Tabela 1 e Figura 1B). Esta redução da TCRC está relacionada ao enchimento dos frutos, processo que demanda alta carga de energia e ao aumento da fitomassa.

A elevação da fitomassa aumenta a demanda por fotoassimilados para a manutenção das estruturas já existentes e reduz a quantidade de assimilados disponíveis para o crescimento vegetal (FERRARI et al., 2008). Estes resultados são ratificados por Severino et al. (2002) para a cultivar CNPA G4, quando os maiores valores de TCRC ocorreram nas fases iniciais de desenvolvimento, reduzindo-se ao longo do ciclo. As maiores taxas de absorção de nutrientes do gergelim ocorrem dos 45 aos 75 DAE. Nestas épocas as diferenças de TCRC entre os sistemas de plantio foram pouco pronunciadas, o que sugere baixo grau de competição por nutrientes entre as duas culturas envolvidas no consórcio, apesar do gergelim ser

Análise não destrutiva de crescimento do gergelim

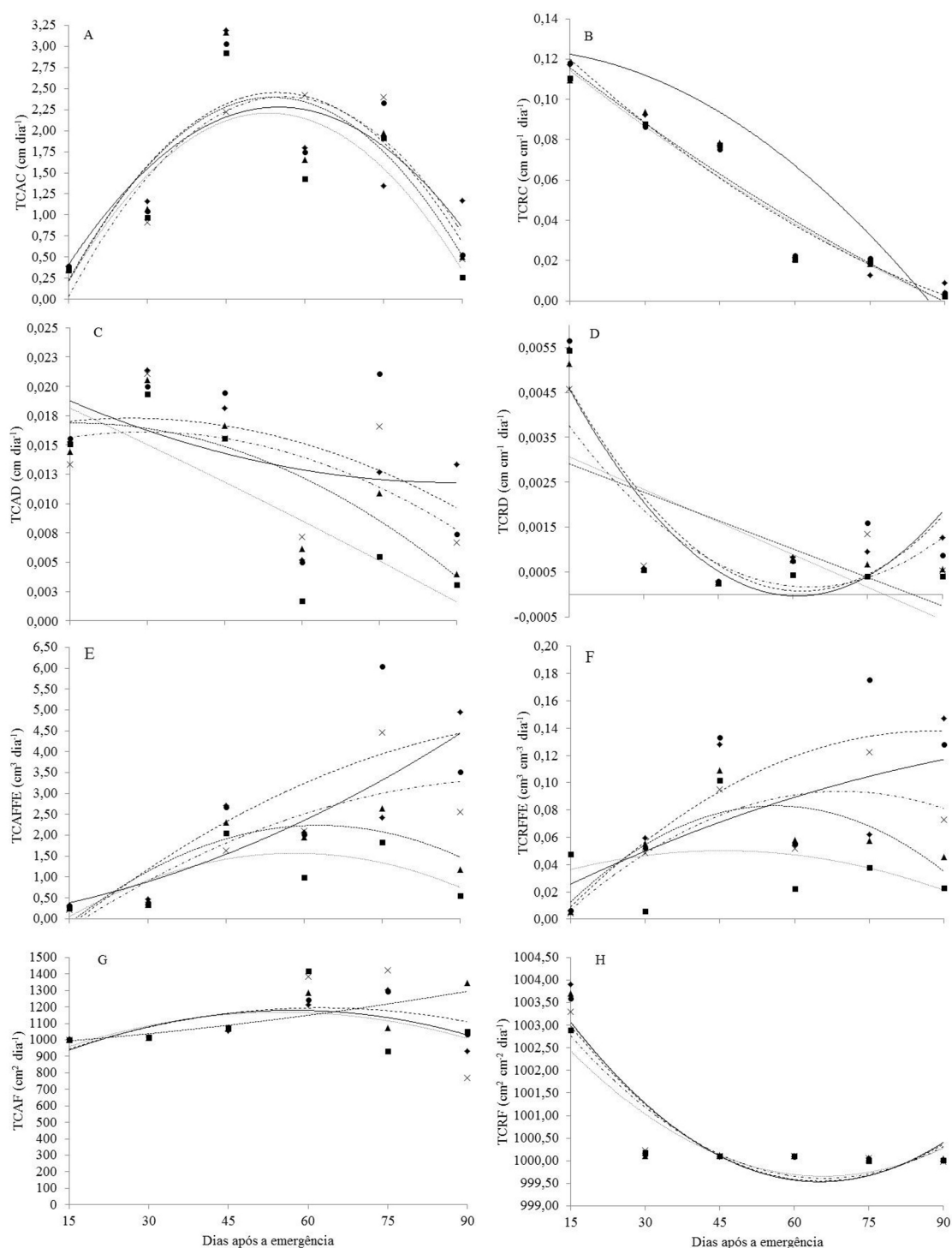


Figura 1: Taxa de crescimento absoluto caulinar - TCAC (A), taxa de crescimento relativo caulinar - TCRC (B), taxa de crescimento absoluto em espessura caulinar – TCAD (C), taxa de crescimento relativo em espessura caulinar - TCRD (D), taxa de crescimento absoluto em fitomassa fresca epígea - TCAFFE (E), taxa de crescimento relativo em fitomassa fresca epígea - TCRFFE (F), taxa de crescimento absoluto foliar - TCAF (G) e taxa de crescimento relativo foliar - TCRF (H) em função dos sistemas de plantio do gergelim e épocas de coleta dos dados. - MG; - C0; - C7; - C14; x - C21.

uma cultura exigente em nutrientes (BELTRÃO, 2001). Conforme Cairo et al. (2008), por levar em consideração os valores preexistentes de altura da planta, a TCRC em relação à TCAC é um parâmetro mais adequado para a avaliação do crescimento vegetal, mostrando-se uma importante ferramenta para a determinação do ritmo de crescimento. Assim, por não considerar os valores pré-existent, a TCAC funcionaria apenas como

um indicador da velocidade de crescimento.

As diferenças entre os sistemas de cultivo também foram pouco pronunciadas para TCAD, que mensura o que a planta cresceu por dia em espessura caulinar e para TCRD, utilizada para estimar o que a planta cresceu por dia em espessura caulinar por unidade de diâmetro já existente (Tabela 1). Somente a partir dos 75 DAE pode-se verificar alguma diferença entre os

Tabela 1: Médias dos tratamentos para taxa de crescimento absoluto caulinar, taxa de crescimento relativo caulinar, taxa de crescimento absoluto em espessura caulinar e taxa de crescimento relativo em espessura caulinar em função dos sistemas de cultivo do gergelim e épocas de coleta dos dados – dias após a emergência (DAE).

Taxa de crescimento absoluto caulinar (cm dia ⁻¹)						
	15 DAE	30 DAE	45 DAE	60 DAE	75 DAE	90 DAE
MG	0,388 a	1,162 a	3,187 a	1,796 ab	1,349 b	1,167 a
C0	0,351 a	0,971 a	2,928 ab	1,428 b	1,917 ab	0,258 a
C7	0,344 a	1,067 a	3,167 a	1,656 ab	1,972 ab	0,500 a
C14	0,394 a	1,042 a	3,036 ab	1,750 ab	2,328 a	0,525 a
C21	0,362 a	0,910 a	2,221 b	2,426 a	2,397 a	0,475 a
Taxa de crescimento relativo caulinar (cm cm ⁻¹ dia ⁻¹)						
	15 DAE	30 DAE	45 DAE	60 DAE	75 DAE	90 DAE
MG	0,117 a	0,092 ab	0,166 a	0,021 ab	0,013 a	0,009 a
C0	0,111 a	0,088 ab	0,077 b	0,020 b	0,019 a	0,002 a
C7	0,109 a	0,094 a	0,078 b	0,021 ab	0,018 a	0,004 a
C14	0,118 a	0,086 ab	0,075 b	0,022 ab	0,021 a	0,004 a
C21	0,112 a	0,077 b	0,067 b	0,036 a	0,022 a	0,004 a
Taxa de crescimento absoluto em espessura caulinar (cm dia ⁻¹)						
	15 DAE	30 DAE	45 DAE	60 DAE	75 DAE	90 DAE
MG	0,015 a	0,021 a	0,021 a	0,005 a	0,013abc	0,013 a
C0	0,015 a	0,019 a	0,019 a	0,002 a	0,005 cB	0,003 b
C7	0,014 a	0,021 a	0,021 a	0,006 a	0,011 bc	0,004 ab
C14	0,016 a	0,020 a	0,020 a	0,005 a	0,021 a	0,007 ab
C21	0,013 a	0,021 a	0,021 a	0,007 a	0,017 ab	0,007 ab
Taxa de crescimento relativo em espessura caulinar (cm cm ⁻¹ dia ⁻¹)						
	15 DAE	30 DAE	45 DAE	60 DAE	75 DAE	90 DAE
MG	0,005 a	0,001 a	0,001 a	0,001 a	0,001 abc	0,001 a
C0	0,005 a	0,001 a	0,001 a	0,001 a	0,001 c	0,001 b
C7	0,005 ab	0,001 a	0,001 a	0,001 a	0,001 bc	0,006 ab
C14	0,006 a	0,001 a	0,001 a	0,001 a	0,002 a	0,001 ab
C21	0,005 a	0,001 a	0,001 a	0,001 a	0,001 ab	0,001 ab

Médias seguidas de mesmas letras minúscula nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

sistemas de cultivo (Tabela 1 e Figuras 1C e 1D).

Com relação à TCAFFE, que estima o aumento de tamanho do fitossistema em $\text{cm}^3 \text{dia}^{-1}$, somente aos 75 DAE perceberam-se diferenças entre os sistemas de cultivo, com destaque para C14 (Tabela 2 e Figura 1E). Por fim, aos 90 DAE os tratamentos MG, C14 e C21 foram os que apresentaram os maiores valores para o crescimento do fitossistema (Tabela 2). Os dados

de TCRFFE comportaram-se de forma similar à TCAFFE, não tendo sido encontrada qualquer diferença entre os sistemas de cultivo até os 60 DAE (Tabela 2). Os maiores ritmos de crescimento para fitomassa fresca epigea foram encontrados para tratamentos C14 e C21, aos 75 DAE e nos tratamentos MG e C14, aos 90 DAE (Figuras 1E e 1F). A TCRFFE relaciona-se ao aumento diário de tamanho do fitossistema por unidade de fitomassa

Tabela 2: Médias dos tratamentos para taxa de crescimento absoluto em fitomassa fresca epigea, taxa de crescimento relativo em fitomassa fresca epigea, taxa de crescimento absoluto foliar e taxa de crescimento relativo foliar em função dos sistemas de cultivo do gergelim e épocas de coleta dos dados – dias após a emergência (DAE).

	Taxa de crescimento absoluto em fitomassa fresca epigea ($\text{cm}^3 \text{dia}^{-1}$)					
	15 DAE	30 DAE	45 DAE	60 DAE	75 DAE	90 DAE
MG	0,311 a	0,472 a	2,710 a	2,066 a	2,420 c	4,953 a
C0	0,270 a	0,340 a	2,051 a	0,995 a	1,840 c	0,554 d
C7	0,244 a	0,409 a	2,305 a	1,951 a	2,636 c	1,184 cd
C14	0,322 a	0,391 a	2,674 a	2,016 a	6,043 a	3,515 ab
C21	0,219 a	0,340 a	1,623 a	2,096 a	4,467 b	2,549 bc
	Taxa de crescimento relativo em fitomassa fresca epigea ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3} \text{dia}^{-1}$)					
	15 DAE	30 DAE	45 DAE	60 DAE	75 DAE	90 DAE
MG	0,006 a	0,059 a	0,128 a	0,054 a	0,062 b	0,147 a
C0	0,006 a	0,048 a	0,102 a	0,022 a	0,038 b	0,023 c
C7	0,005 a	0,055 a	0,109 a	0,058 a	0,058 b	0,045 c
C14	0,006 a	0,052 a	0,133 a	0,055 a	0,176 a	0,128 ab
C21	0,004 a	0,049 a	0,095 a	0,052 a	0,122 a	0,073 bc
	Taxa de crescimento absoluto foliar ($\text{cm}^2 \text{dia}^{-1}$)					
	15 DAE	30 DAE	45 DAE	60 DAE	75 DAE	90 DAE
MG	1003,305 a	1015,315 a	1055,667 a	1214,245 a	1301,224 ab	930,185 b
C0	1001,227 a	1016,182 a	1070,617 a	1417,053 a	932,974 b	1051,001 ab
C7	1002,738 a	1011,344 a	1067,400 a	1287,087 a	1071,008 ab	1344,199 a
C14	1002,476 a	1015,419 a	1075,293 a	1243,327 a	1293,378 ab	1033,110 ab
C21	1001,834 a	1014,500 a	1067,506 a	1384,507 a	1422,871 a	725,495 b
	Taxa de crescimento relativo foliar ($\text{cm}^2 \text{cm}^{-2} \text{dia}^{-1}$)					
	15 DAE	30 DAE	45 DAE	60 DAE	75 DAE	90 DAE
MG	1003,899 a	1000,176 a	1000,092 a	1000,109 a	1000,050 a	999,990 a
C0	1002,899 d	1000,115 a	1000,109 a	1000,088 a	999,990 a	1000,015 a
C7	1003,703 b	1000,109 a	1000,117 a	1000,099 a	1000,009 a	1000,042 a
C14	1003,598 b	1000,133 a	1000,106 a	1000,085 a	1000,044 a	1000,004 a
C21	1003,304 b	1000,145 a	1000,107 a	1000,101 a	1000,051 a	999,984 a

Médias seguidas de mesmas letras minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). *Dados transformados em $X = X + C$, sendo $C = 1000$.

fresca epígea já existente ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3} \text{dia}^{-1}$). Durante a fase vegetativa as plantas crescem de modo acelerado, tanto em altura como em diâmetro. Durante este período fotossíntese, respiração e absorção atingem níveis máximos de modo a garantir o estabelecimento das partes aérea e subterrânea, decisivos nos processos de competição por espaço nas comunidades vegetais (LARCHER, 2012).

A TCAF, que estima o aumento da área foliar por dia em cm^2 , apresentou aumento constante até os 60 DAE para os cinco sistemas de cultivo testados, não havendo diferenças significativas entre eles (Tabela 2 e Figura 1G). Aos 75 e 90 DAE, alguns tratamentos apresentaram redução nos valores de TCAF, com destaque para C21, que aos 90 DAE apresentou redução de 49,01 % no índice em relação aos 60 DAE. De um modo geral, as diferenças entre os sistemas de cultivo foram pequenas e restritas ao intervalo 60-75 DAE (Tabela 2 e Figura 1G). Para a TCRF, que mensura o acréscimo diário de área foliar por unidade de área já existente ($\text{cm}^2 \text{cm}^{-2} \text{dia}^{-1}$), com exceção dos dados coletados aos 15 DAE, quando destacou-se o tratamento MG, verificou-se que os diferentes sistemas de cultivo não alteraram o aumento diário em área foliar por planta apesar da competição interespecífica (Tabela 2 e Figura 1H). Haruna (2011) encontrou relações entre o aumento da área foliar de gergelim e o aumento da disponibilidade de nutrientes no solo. Os valores médios de TCAF e TCRF decresceram drasticamente nas duas últimas épocas de coleta (Figuras 1G e 1H). A diminuição nos valores de TCAF e TCRF é considerada normal no final do ciclo produtivo do gergelim e está relacionada à queda das folhas mais largas localizadas na base das plantas (ALBUQUERQUE et al., 2012).

As primeiras folhas do gergelim são elípticas, largas e serradas; aos 20 dias surgem folhas fendidas e, finalmente, aos 40 dias de desenvolvimento começam a surgir folhas estreitas.

Dos 30 aos 60 DAE a área foliar do gergelim aumenta rapidamente e logo após este período decresce em função da queda das folhas basais mais antigas. Por serem maiores, as folhas basais contribuem de modo substancial para a área foliar em comparação com as folhas estreitas que ainda podem ser encontradas ao final do ciclo (ALBUQUERQUE et al., 2012). A folha é o órgão assimilatório primário e o aumento da área foliar significa expansão do aparelho produtivo da planta. A área foliar relaciona-se ao potencial fotossintético e ao nível de matéria seca acumulada de uma cultura (DAR et al., 2009). A expansão da área foliar proporciona melhor interceptação e utilização da radiação solar, resultando em aumento de matéria seca em folhas e raízes (SATTAR et al., 2011). No entanto, na medida em que a área foliar aumenta, aumenta também o auto-sombreamento, o que tem efeito minimizado no gergelim em função de pronunciada heterofilia, com folhas estreitas no ápice e folhas largas na base, o que otimiza o aproveitamento da luz.

A maioria das variáveis estudadas neste trabalho indicou pouca influência dos sistemas de cultivo no crescimento do gergelim, sendo os valores encontrados para os sistemas consorciados muito similares aos obtidos para o monocultivo. Notou-se, porém, certo destaque para os tratamentos C0 e C14; o primeiro por apresentar desempenho inferior aos demais sistemas de cultivo para quatro das dez variáveis testadas e o segundo, por apresentar valores médios muito próximos ou mesmo, mais elevados que MG (monocultivo). Em geral, os sistemas de plantio só começaram a apresentar diferenças entre si por volta dos 75 DAE, momento em que o processo de enchimento dos frutos era mais evidente. Isto pode ser explicado pelo fato da formação dos frutos competir com o crescimento vegetativo na corrente da translocação (TAIZ e ZEIGER, 2010; HARUNA et al., 2012) e remover reservas que poderiam ser utilizadas na renovação das gemas (LARCHER,

2012). No entanto, muitos autores tem registrado na produção o reflexo dos efeitos da competição interespecífica estabelecida entre o gergelim e outras culturas envolvidas em um consórcio (BELTRÃO et al., 2010; BHATT et al., 2010; LITHOURGIDIS, 2011; WANG et al., 2012). Por outro lado, deve-se ponderar as correlações existentes entre o crescimento vegetativo e a produtividade do gergelim. Haruna et al. (2012), encontraram correlações positivas entre o rendimento do gergelim e as variáveis de crescimento altura, área foliar e massa fresca. Os autores consideraram determinantes para o rendimento do gergelim, parâmetros que pudessem estar relacionados ao aumento da interceptação de luz e, por consequência, da taxa fotossintética. Da mesma forma Kumar e Vivekanandan (2009) e Chowdhury et al. (2010) encontraram fortes relações entre a altura da planta e o rendimento do gergelim. Assim, o crescimento vegetativo do gergelim pode estar diretamente associado ao número de ramos frutíferos e ao número de cápsulas por planta, dois importantes parâmetros do rendimento.

Conclusões

. Considerando as variáveis TCAC, TCRC, TCAD, TCRD e TCAF o consórcio gergelim + feijão caupi mostrou-se mais sujeito aos efeitos da competição quando a plantio da Fabacea ocorreu no mesmo dia da Pedaliacea;

. Os efeitos da competição interespecífica sobre o crescimento do gergelim só puderam ser percebidos após o início da fase reprodutiva da Pedaliaceae;

. Os tratamentos monocultivo do gergelim (MG) e C14 destacaram-se dos demais tratamentos por apresentar valores mais elevados.

Referências Bibliográficas

- AHMAD, I.; KHAN, M. A.; QASIM, M.; AHMAD, R.; RANDHAWA, M. A. Growth, yield and quality of *Rosa hybrida* L. as influenced by various micronutrients. **Pakistan Journal Agricultural Sciences**, v. 47, p. 5-12, 2010.
- ALBUQUERQUE, F. A. DE; BELTRÃO, N. E. DE M.; LUCENA, A. M. A. DE; OLIVEIRA, M. I. P. DE; CARDOSO, G. D. Ecofisiologia do gergelim (*Sesamum indicum* L.). In: Beltrão, N. E. de M.; Oliveira, M. I. P. de. (Eds.). **Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-manso e sisal**. Brasília: Embrapa. p. 122-143. 2012.
- ARIF, M.; SHEHZAD, M. A.; MUSHTAQ, S. Inter and intra row spacing effects on growth, seed yield And oil contents of white mustard (*Sinapis alba* L.) under rainfed conditions. **Pakistan Journal of Agricultural Science**, v. 49, n. 1, p. 21-25, 2012.
- BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; QUEIROGA, V. de P.; VIEIRA, D. J. Preparo do solo, adubação e calagem. In: **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 109-131.
- BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, L. S. do; MARQUES, L. F.; CARDOSO, G. D.; MARACAJA, P. B. Época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável** grupo verde de agricultura alternativa, v.5, n.5 (Número Especial), p. 67-73, 2010.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p
- BHATT, B.K.; DIXIT S. K.; DARJI V. B. Monetary evaluation of sesame based intercropping systems. **Indian Journal of Agricultural Research**, v. 44, n. 2, p. 146-149, 2010.
- BHATTI, I. H.; AHMAD, R.; JABBAR, A; NADEEM, M.; KHAN, M. M.; DIN, W. U. D.; VAINS, S. N. Agronomic performance of mash bean as an intercrop in sesame under different planting patterns. **Emirates Journal of Agricultural Sciences**, v. 25, n. 1, p. 52-57, 2013.
- BRAZ, M. R. S.; ROSSETO, C. A. V. Crescimento de plantas de girassol em função do vigor de aquênios e da densidade de semeadura. **Ciência Rural**, v.39, n.7, p. 1989-1996, 2009.
- CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M. de; MESQUITA, A. C. **Análise de crescimento de plantas**. Vitória da Conquista: Edições Uesb, 2008. 72 p.
- CHEEMA, M. A.; WAHID, M. A.; SATTAR, A.; RASUL, F.; SALEEM, M. F. Influence of different levels of potassium on growth, yield and quality of canola (*Brassica napus* L.) cultivars. **Pakistan**

- Journal of Agricultural Science**, v. 49, n. 2, p. 163-168, 2012.
- CHOWDHURY, S.; DATTA, A. K.; SAHA, A.; SENGUPTA, S.; PAUL, R.; MAITY, S.; DAS, A. Traits influencing yield in sesame (*Sesamum indicum* L.) and Multilocal trials of yield parameters in some desirable plant types. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 3, n. 2, p. 163-166, 2010.
- DAR, J. S.; CHEEMA, M. A.; WAHID, M. A.; SALEEM, M. F.; FAROOQ, M.; BASRA, S. M. A. Role of planting pattern and irrigation management on growth and yield of spring planted sunflower (*Helianthus annuus* L.). **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 11, n. 6, p. 701-706, 2009.
- FERRARI, T. B.; FERREIRA, G.; ZUCARELI, V.; BOARO, C. S. F. Efeito de reguladores vegetais nos índices da análise de crescimento de plântulas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Biotemas**, v. 21, n. 3, p. 45-51, 2008.
- HARUNA, I. M.; ALIYU, L.; OLUFAJO, O. O.; ODION, E. C. Contributions of some growth characters to seed yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). **Journal of Food and Agriculture Science**, v. 2, n. 1, p. 9-14, 2012.
- HARUNA, I. M. Growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) As affected by poultry manure, nitrogen and phosphorus at Samaru, Nigeria. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 21, n. 4, p. 653-659, 2011.
- KUMAR, K. B; VIVEKANANDAN, P. Correlation and Path Analysis for seed yield in sesame (*Sesamum indicum* L.). **Electronic Journal of Plant Breeding**, v. 1, n. 1, p. 70-73, 2009.
- LANGHAM, D. R. **Growth and development of sesame**. Texas: Sesaco corporation, 2008. 44 p.
- LARCHER, L. **Physiological Plant Ecology**. 3rd ed. New York: Springer, 2012. 506 p.
- LITHOURGIDIS, A. S.; DORDAS, C. A.; DAMALAS, C. A.; VLACHOSTERGIOS, D. N. Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. **Australian Journal of Crop Science**, v. 5, n. 4, p. 396-410, 2011.
- SATTAR, A.; CHEEMA, M. A.; WAHID, M. A.; SALEEM; HASSAN, M. F. M. Interactive effect of sulphur and nitrogen on growth, yield and quality of canola. **Crop & Environment**, v. 2, n. 1, p. 32-37, 2011.
- SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D.; FARIAS, V. de A.; LIMA, C. L. D. de. Análise do crescimento e fenologia do gergelim cultivar CNPA G4. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**, v. 6, n. 3, p. 599-608, 2002.
- SILVA, L. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 2006, 61p.
- SILVA, L. C.; SANTOS, J. W.; VIEIRA, D. J.; BELTRÃO, N. E. M.; ALVES, I. JERÔNIMO, J. F. Um método simples para se estimar área foliar de plantas de gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**, v. 6, n. 1, p. 491-496, 2002.
- SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: **Anais**. Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006.p. 393-396.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. 5th ed, 2010. 782 p.
- VAN ASTEN, P. J. A.; WAIREGI, L.W.I.; MUKASA, D.; URINGI, N. O. Agronomic and economic benefits of coffee-banana intercropping in Uganda's smallholder farming systems. **Agricultural Systems**, v. 104, n.4, p. 326-334, 2011.
- WANG, Q.; WU, Y.; ZHAO, L.; CHEN, P.; TIAN, D. Research on Efficiency improving technology for intercropping sesame (*Sesamun indicum*) and peanut (*Arachis hypogaeae*). **Agricultural Science & Technology**, v. 13, n. 2, p. 324-329. 2012.