



Análise de crescimento de espécies daninhas do gênero *Euphorbia*¹ Growth analysis of three species weeds *Euphorbia* genus

Débora Teresa Ferreira², Ivanildo Claudino da Silva³, Vicente Mota da Silva⁴, Laurício Endres⁵, Renan Cantalice de Souza⁶, Vilma Marques Ferreira⁷

Resumo: Nos canaviais, espécies do gênero *Euphorbia* são relatadas como plantas daninhas capazes de reduzir a produtividade em até 85%. Para traçar estratégias corretas de controle dessas plantas é necessário o conhecimento tanto da sua biologia quanto do seu crescimento. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento de três espécies daninhas do gênero *Euphorbia* ocorrentes nos canaviais. O estudo foi realizado em casa de vegetação, utilizando delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida, com cinco repetições. Os fatores foram três espécies de *Euphorbia* (*E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*) e 13 períodos de avaliação: 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91 e 98 dias após a semeadura (DAS). Em cada avaliação foram mensuradas a altura da planta (AP), a área foliar (AF), o número de folhas (NF) e a matéria seca total (MST). Com valores médios de matéria seca da parte aérea (MSPA), MST e AF foram calculadas as taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR), a razão de área foliar (RAF) e a razão massa foliar (RMF). Os dados foram submetidos à análise de variância e à regressão não-linear. *E. heterophylla* foi maior em AP até os 63 DAS, a partir desse ponto, *E. hyssopifolia* ultrapassou obtendo maior altura dentre as espécies estudadas. *E. heterophylla* destacou-se por ter maior acúmulo de AF, MST e TCA dentre as espécies estudadas, seguida da *E. hyssopifolia* e *E. hirta*. O ponto máximo de crescimento das espécies avaliadas ocorreu aos 77 DAS. Dentre as espécies estudadas, *E. heterophylla* apresenta maior crescimento e desenvolvimento.

Palavras-chave: Análise de crescimento. *E. heterophylla*. *E. hyssopifolia*. *E. hirta*. Massa seca.

Abstract: In sugarcane plantations, species of the genus *Euphorbia* are reported as weeds able to reduce productivity by up to 85%. Planning the correct strategies for controlling these plants requires knowledge of their biology and growth. The aim of this work therefore, was to evaluate the growth of three weed species of the genus *Euphorbia* occurring in sugarcane plantations. The study was carried out in a greenhouse, using a completely randomised experimental design in a scheme of lots subdivided over time, with five replications. The factors were three species of *Euphorbia* (*E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* and *E. hirta*) and 13 periods of evaluation 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91 and 98 days after sowing (DAS). Each evaluation measured plant height (PH), leaf area (LA), number of leaves (NL) and total dry matter (TDM). From the mean values for shoot dry matter (SDM), TDM and LA, the absolute growth rate (AGR) and relative growth rate (RGR), leaf area ratio (LAR), and leaf weight ratio (LWR) were calculated. Data were submitted to analysis of variance and non-linear regression. *E. heterophylla* displayed greater PH up to 63 DAS, from this point *E. hyssopifolia* obtained greater height among the species under study. *E. heterophylla* was noteworthy for having a greater accumulation of LA, TDM and AGR among the studied species, followed by *E. hyssopifolia* and *E. hirta*. Maximum growth in the species under evaluation was at 77 DAS. Among the species, *E. heterophylla* displays greater growth and development.

Key words: Growth analysis. *E. heterophylla*. *E. hyssopifolia*. *E. hirta*. Dry weight.

*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 13/09/2016 e aprovado em 05/06/2017

¹Artigo derivado trabalho de tese apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Proteção de Plantas/ CECA/UFAL

²Doutora em Proteção de Plantas. Universidade Federal de Alagoas. Departamento de Agronomia- Laboratório de Fisiologia Vegetal. debora_teresa@hotmail.com

³Mestrando em Agronomia. Universidade Federal de Alagoas, Departamento de Agronomia- Laboratório de Fisiologia Vegetal. icsagro@hotmail.com, vicente.silver@gmail.com

⁴Mestrando em Agronomia. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Departamento Produção e Melhoramento Vegetal - Laboratório de Ecofisiologia Vegetal Aplicada à Agricultura. vicente.silver@gmail.com

⁵Professor Associado de Fisiologia e Biologia Vegetal. Universidade Federal de Alagoas, Departamento de Agronomia- Laboratório de Fisiologia Vegetal. lauricioendres@hotmail.com

⁶Professor Adjunt de Manejo de Plantas Daninhas. Universidade Federal de Alagoas, Departamento de Agronomia- Laboratório de Manejo de Planta Daninha. renanibp@hotmail.com

⁷Professora Associada de Fisiologia Vegetal. Universidade Federal de Alagoas, Departamento de Agronomia- Laboratório de Fisiologia Vegetal. vmarques_ferreira@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O gênero *Euphorbia* é o maior da família Euphorbiaceae, com cerca de 2000 espécies que apresentam variação quanto ao porte (erva, arbusto e árvore) e ao mecanismo fotossintético (C3, C4 e CAM) (THAKUR; PALIT, 2011). As plantas desse gênero são exploradas pela indústria farmacêutica por apresentarem látex com atividades medicinais fitoterápicas. Já na agricultura, são consideradas daninhas por terem efeitos negativos na produção, podendo causar mais de 80% de perda na produtividade das lavouras devido à atividade alelopática e competitiva (ÖZBİLGİN; SAL TAN CITOĞLU, 2012; TANVEER *et al.*, 2013).

Entre as espécies desse gênero, a *E. heterophylla* é a mais estudada devido aos danos causados em várias culturas como soja, milho, pastagem, banana, arroz, amendoim, feijão e cana-de-açúcar e por apresentar genótipos resistentes à herbicida (AARESTRUP *et al.*, 2008). Segundo Carvalho *et al.* (2010), essa espécie é agressiva e sua presença em áreas de cultivo da soja reduz a disponibilidade de macronutrientes e, conseqüentemente, o desenvolvimento da cultura e perda de produção. Para as espécies *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, não há estudos científicos que determinem o seu comportamento em campo e o nível de dano causado por essas.

O conhecimento da biologia de plantas daninhas é fundamental para que estratégias corretas de manejo sejam adotadas. O estudo biológico vegetal abrange os aspectos morfológico, germinativo das sementes, fisiológico, hábito de crescimento, capacidade competitiva e reprodutiva, resultando no conhecimento dos diferentes estágios de susceptibilidade para o controle de forma eficaz e sem agredir o meio ambiente (GOMES JR; CHRISTOFFOLETI, 2008; RAVINDRA *et al.*, 2008).

A análise de crescimento das plantas daninhas estabelece as diferenças funcionais e estruturais entre espécies, podendo determinar seu potencial competitivo. Além disso, pode ser usada para observar a adaptação ecológica de espécies, permitindo avaliar e quantificar as taxas de crescimento em diferentes condições ambientais, bem como o seu potencial produtivo (BENINCASA, 2003; CARVALHO *et al.*, 2005).

Determinada por diferentes medições e cálculos, a massa seca e área foliar são identificadas como fatores importantes para a análise do crescimento vegetativo das plantas (SALEHIAN; ESHAGHI, 2012). Esses valores podem ser usados para auxiliar e determinar métodos de manejo de controle das plantas daninhas. Nesse sentido, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o crescimento de três espécies daninhas, *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, ocorrentes em canaviais.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no período de junho a setembro de 2013, em casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas/

UFAL, no município de Rio Largo-AL, localizado a longitude 09° 28' S, 35° 49' W e 127 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo As', ou seja, tropical e quente, com precipitação pluviométrica de outono/inverno, entre 1.000 mm a 1.500 mm. Durante o período experimental, foram observadas temperatura média de 24,71 °C, temperatura máxima média de 28,14 °C e temperatura mínima média de 21,76 °C.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida no tempo, com cinco repetições. Os fatores foram três espécies de *Euphorbia* (*E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*) e 13 períodos de avaliação: 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91 e 98 dias após a semeadura (DAS), totalizando 195 parcelas (unidades experimentais).

As unidades experimentais foram constituídas por vasos com capacidade de 3,6 L e preenchidos com solo, textura franco argilo arenosa. A adubação foi proporcional à aplicação de 500 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 10-10-10 (NPK). A composição granulométrica e as características químicas e físico-químicas do solo utilizado no experimento estão apresentadas na Tabela 1.

As sementes das espécies avaliadas foram colhidas de campos experimentais no Centro de Ciências Agrárias/UAFAL. Após a colheita, as sementes foram identificadas, limpas, embaladas em sacos de papel e mantidas à temperatura ambiente até o plantio. Nessa ocasião, as sementes de cada espécie foram semeadas em quantidades necessárias para a germinação de cinco plântulas por vaso. Posteriormente, foi realizado o desbaste, deixando duas plantas por vaso.

Durante a condução do experimento, os vasos foram irrigados diariamente com objetivo de evitar o estresse hídrico nas plantas. Também foram mantidos sem a infestação de outras plantas daninhas através do arranque manual.

Nas avaliações, as plantas foram amostradas pelo método destrutivo. Avaliando a altura da planta (AP), em cm, número de folhas (NF), área foliar (AF), em cm², com auxílio do LICOR LI-3100 (LI-COR, inc., Lincoln, Nebraska, EUA), matéria seca total (MST), em g. As partes da planta foram separadas em folha, caula mais pecíolo, raios e órgãos reprodutivos, acondicionadas em saco de papel e levadas a estufa com circulação de ar forçada a 70 °C por 72 horas.

Com as médias das variáveis foram determinadas para cada intervalo de avaliação a taxa de crescimento absoluto (TCA), em g dia⁻¹, que fornece uma estimativa da velocidade média de crescimento da planta ao longo do ciclo de desenvolvimento, e a taxa de crescimento relativo (TCR), em g g⁻¹ dia⁻¹, que expressa o crescimento em gramas de massa seca por unidade de material presente em um período de observação (BENINCASA, 2003; CARVALHO *et al.*, 2008). Essas duas variáveis foram calculadas no período de crescimento até o 84° DAS. A razão de área foliar (RAF), em cm² g⁻¹, e a razão de massa foliar (RMF),

Tabela 1 – Composição granulométrica e características químicas e físico-químicas do solo utilizado no experimento de crescimento e desenvolvimento de espécies daninhas do gênero *Euphorbia*

Table 1 - Physical and chemical attributes of the soil used in the experiment for growth and development of weed species of the genus *Euphorbia*

Composição granulométrica (%)			pH (CaCl ₂)	M.O. ¹ (dag kg ⁻¹)	P (mg dm ⁻³)	V ² (%)
Areia	Silte	Argila				
65	2	33	5,2	2,63	15,4	28
Cátions Trocáveis (cmol _c dm ⁻³)						
K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB ³	H+Al	CTC ⁴	
82	1,4	0,6	2,21	5,61	7,82	

⁽¹⁾M.O. – matéria orgânica; ⁽²⁾V - saturação por bases; ⁽³⁾SB - soma de bases; ⁽⁴⁾ CTC - capacidade de troca catiônica.

⁽¹⁾M.O. - organic matter; ⁽²⁾V - base saturation; ⁽³⁾SB - sum basis; ⁽⁴⁾CTC - cation exchange capacity.

em g g⁻¹, foram também determinadas para cada época de avaliação (BENINCASA, 2003; SILVA *et al.*, 2005).

Os dados de AP, NF, AF e MST foram submetidos à análise de variância e ajustados a modelos de regressão não-linear. Os dados de AP, NF, AF, MST e RAF foram ajustados para o modelo de regressão não-linear do tipo logístico, adaptado de Streibig (1988) (Eq. 1).

$$y = \frac{a}{[1 + (x/b)^c]}$$

Em que: y é a variável resposta de interesse, x o número de dias acumulados e a, b, e c são parâmetros estimados da equação, onde a é a amplitude existente entre o ponto máximo e o ponto mínimo encontrados nos resultados da variável; b é corresponde ao número de dias necessários para a ocorrência de 50% de resposta da variável e c é a declividade da curva (CARVALHO *et al.*, 2008).

Os dados de RMF, TCA e TCR foram ajustados por regressão não-linear do tipo log-normal, com três parâmetros (FERREIRA JUNIOR, 2012) (Eq. 2).

$$y = a \exp \left[-0,5 \left(\frac{\ln(x/b)}{c} \right)^2 \right]$$

Em que: y é a variável resposta de interesse, x o número de dias acumulados e a, b, e c são parâmetros estimados da equação (a é a amplitude, b é o valor de x no qual y é máximo e c indica o grau de decaimento da variável y).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados submetidos à análise de variância apresentaram significância ($p \leq 0,001$) para espécies e para a interação entre os fatores, períodos e espécies (Tabela 2). Para maior

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para os resultados das variáveis de crescimento e desenvolvimento de três espécies daninhas do gênero *Euphorbia*

Table 2 - Summary of the analysis of variance of the results for growth and development variables in three weed species of the genus *Euphorbia*

Fonte de Variação	GL	QM			
		Altura (cm)	Número de Folhas (und)	Área Foliar (cm ²)	Massa Seca Total (g)
Período (P)	12	59,67	428,22	583,03	13,77
Erro a	52	0,13	5,23	4,10	0,03
Espécies (E)	2	114,90**	1282,23**	622,28**	11,78**
P x E	24	1,75**	191,75**	37,35**	0,40**
Erro b	104	0,24	4,97	5,44	0,07
CV a (%)		7,25	27,99	19,22	15,90
CV b (%)		9,75	27,29	22,14	22,58

** Significativo ($p < 0,001$) e * significativo ($p < 0,05$).

** Significant ($p < 0,001$) and* significant ($p < 0,05$).

compreensão sobre o comportamento das espécies foi apresentado o desdobramento da interação das espécies com o período, por meio de equações de regressões não-lineares.

Com relação à altura, as espécies apresentaram comportamento diferenciado do início ao final do experimento. A *E. heterophylla* apresentou uma altura superior até os 63 DAS, época em que estabilizou seu crescimento. A partir desse ponto, *E. hyssopifolia* ultrapassou apresentando maior altura dentre as espécies estudadas, com máximo de 84 cm aos 91 DAS. O menor crescimento em altura foi observado para *E. hirta*, com amplitude de 34 cm (parâmetro *a* da equação - Tabela 3), atingindo seu maior crescimento aos 70 DAS (Figura 1a).

Segundo Gazziero *et al.* (2015), as três espécies de *Euphorbia* estudadas são herbáceas e de ciclos anuais, com crescimento diferenciado em porte alto, médio e baixo. *E. heterophylla* tem sua altura em torno de 20-200 cm; *E. hyssopifolia*, com porte de aproximadamente 30-80 cm de altura; e *E. hirta*, podendo chegar a 40 cm. Porém, os resultados obtidos neste trabalho mostram comportamento diferenciado, *E. hyssopifolia* foi superior, em altura, a

E. heterophylla com valores próximos a 80 e 60 cm, respectivamente.

Estudando o crescimento de biótipos de *E. heterophylla* resistentes e suscetíveis aos herbicidas inibidores de ALS (acetolactato sintase), cultivadas em vasos com capacidade de 8 L em casa de vegetação, em Londrina-PR, Brighenti *et al.* (2001) observaram que a altura máxima das plantas de biótipos suscetíveis ocorreu aos 145 DAS, atingindo 138 cm, tendo um ciclo de vida da espécie superior com 182 DAS, o dobro do encontrado no presente trabalho, 96 dias.

A diferença no crescimento e desenvolvimento da mesma espécie em locais distintos pode ser explicada pelos fatores abióticos, como temperatura e fotoperíodo, que influenciam diretamente no florescimento das plantas, fase reprodutiva (TREZZI *et al.*, 2009). A *E. heterophylla* tem o hábito de crescimento, ramificações e floração influenciados pela luminosidade (KISSMANN e GROTH, 1997). Essa espécie pode ser classificada, fisiologicamente, como de dia curto, mas também florescem em dia longo (KINGEL *et al.*, 1992; WACHOWICS, 1991). O estado de Alagoas está situado próximo à linha do Equador, com latitude de 09°,

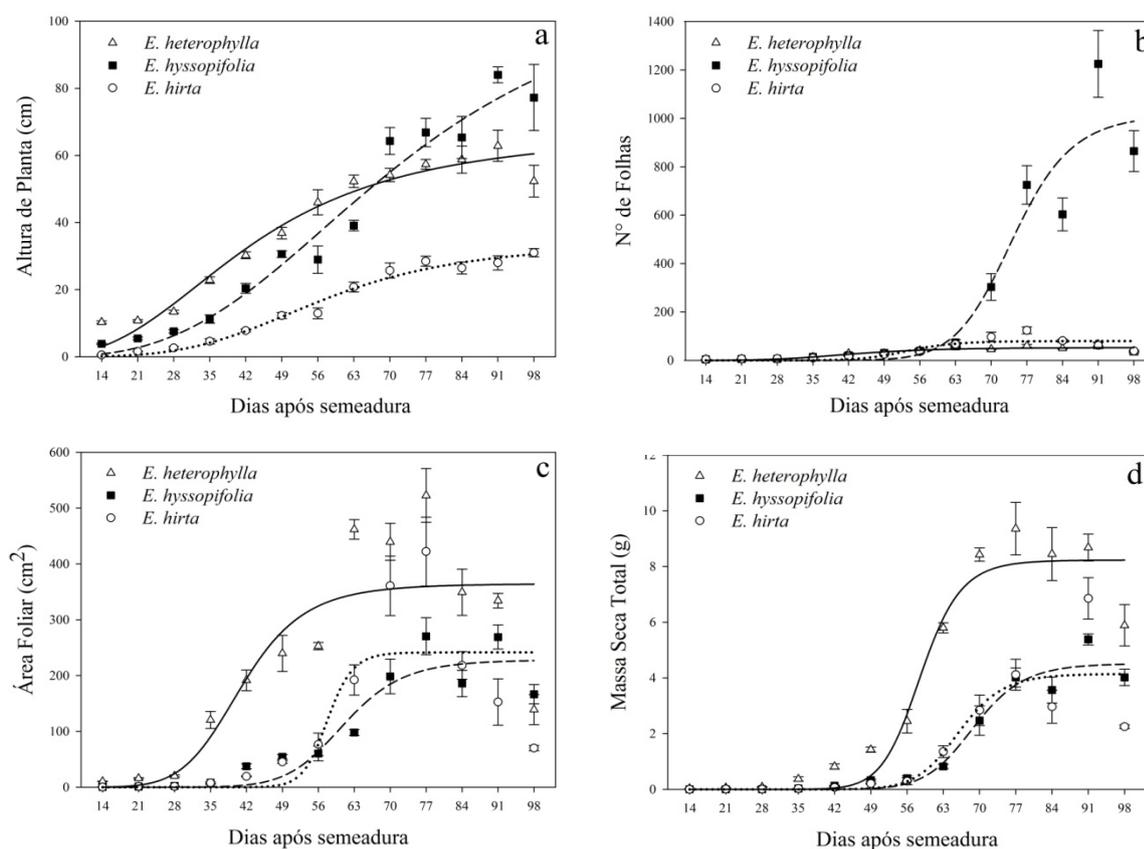


Figura 1 - Altura de Planta (a), número de folhas (b), área foliar (c) e massa seca total (d) das espécies *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta* em função dos dias após a semeadura.

Figure 1 - Plant height (a), number of leaves (b), leaf area (c) and total dry weight (d) of the species *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* and *E. hirta* for number of days after sowing .

Tabela 3 - Parâmetros dos modelos ajustados e coeficiente de determinação (R^2) obtidos para modelagem das variáveis de crescimento de três espécies daninhas do gênero *Euphorbia***Table 3** - Parameters of the fitted models and coefficient of determination (R^2) in modelling the growth variables of three weed species of the genus *Euphorbia*

Variáveis	Espécies	Parâmetros			R^2	F			
		a	b	c					
Altura (cm) ¹	<i>Euphorbia heterophylla</i>	67,137	**	43,318	**	-2,706	**	0,954	126,448
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	115,189	**	72,104	**	-3,015	**	0,960	144,713
	<i>Euphorbia hirta</i>	34,042	**	57,188	**	-4,020	**	0,978	271,843
Número de Folhas ¹	<i>Euphorbia heterophylla</i>	53,440	**	42,831	**	-5,043		0,813	27,059
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>		**	74,393	**	-12,887	*	0,905	57,878
	<i>Euphorbia hirta</i>	80,117	**	53,841	**	-11,582		0,669	13,157
Área Foliar (cm ²) ¹	<i>Euphorbia heterophylla</i>	364,723	**	41,204	**	-6,817		0,652	12,257
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	228,121	**	61,168	**	-10,668		0,863	38,730
	<i>Euphorbia hirta</i>	241,513	**	57,822	**	-23,460		0,561	8,654
Massa Seca Total (g) ¹	<i>Euphorbia heterophylla</i>	8,234	**	58,696	**	-15,212	*	0,934	86,010
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	4,519	**	69,021	**	-14,419	**	0,952	120,916
	<i>Euphorbia hirta</i>	4,146	**	66,103	**	-15,700		0,724	16,781
Razão de Área Foliar ^{1/1}	<i>Euphorbia heterophylla</i>	284,162	**	53,845	**	5,334	**	0,931	81,404
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	227,184	**	65,468	**	5,763	*	0,821	28,564
	<i>Euphorbia hirta</i>	205,635	**	75,347	**	9,934		0,583	9,387
Razão de Massa Foliar ²	<i>Euphorbia heterophylla</i>	15,888	**	39,234	**	0,770	**	0,908	60,116
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	18,288	**	57,242	**	0,832	**	0,814	27,249
	<i>Euphorbia hirta</i>	27,051	**	51,164	**	0,593	**	0,879	44,681
Taxa de Crescimento Absoluto (g dia ⁻¹) ²	<i>Euphorbia heterophylla</i>	31,998	**	65,868	**	0,104	**	0,928	59,178
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	19,887	**	73,279	**	0,080	**	0,981	180,589
	<i>Euphorbia hirta</i>	16,402	**	70,680	**	0,102	**	0,932	62,981
Taxa de Crescimento Relativo (g g ⁻¹ dia ⁻¹) ²	<i>Euphorbia heterophylla</i>	5,667	**	45,014	**	0,429	**	0,378	3,508
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	6,973	**	50,463	**	0,453	*	0,181	1,993
	<i>Euphorbia hirta</i>	6,695	*	58,588		0,573		-0,191	0,277

¹Modelo: $y = a/(1+(x/b)c)$; ² $y = a \exp(-0,5(\ln(x/b)/c)2)$; **significativo ($p < 0,001$) e *significativo ($p < 0,05$).

¹Model: $y = a/(1+(x/b)c)$; ² $y = a \exp(-0,5(\ln(x/b)/c)2)$; **significant ($p < 0,001$) and *significant ($p < 0,05$).

tendo assim uma variação de fotoperíodo baixa (BARROS *et al.*, 2012), que induz o florescimento e favorece que essas espécies completem seu ciclo em menor período de tempo.

As plantas de *E. hyssopifolia* apresentaram maior número de folhas do que as demais espécies avaliadas. *E. heterophylla* foi a espécie que primeiro atingiu 50% do seu número total de folhas, aos 42 DAS, e que apresentou o menor número total de folhas. De modo geral, as espécies *E. heterophylla* e *E. hirta* apresentaram comportamentos semelhantes quanto ao número de folhas com valores crescentes até aos 77 DAS, decrescendo após esse período (Figura 1b).

A maior AF foi observada na *E. heterophylla*. Por outro lado, *E. hyssopifolia* foi a que apresentou menor valor para

essa variável, mesmo apresentando maior número de folhas (Figura 1c). A AF está diretamente ligada ao tamanho e densidade das folhas, e *E. hyssopifolia* possui folhas pequenas em relação às outras duas espécies avaliadas, o que justifica esse resultado. Todas as espécies apresentaram decréscimo da AF no fim do ciclo devido à senescência foliar e ao início da fase reprodutiva que ocorreu aos 77 DAS.

Estudo com biótipos de *E. heterophylla* suscetível e resistente a herbicidas (PROTOX-protoporfirinogênio oxidase e ALS-acetolactato sintase), em Pato Branco-PR, demonstrou que o biótipo suscetível teve AF crescente até aos 56 DAS com 340 cm², aproximadamente (TREZZI *et al.*, 2009). Com a mesma linha de estudo, com biótipos

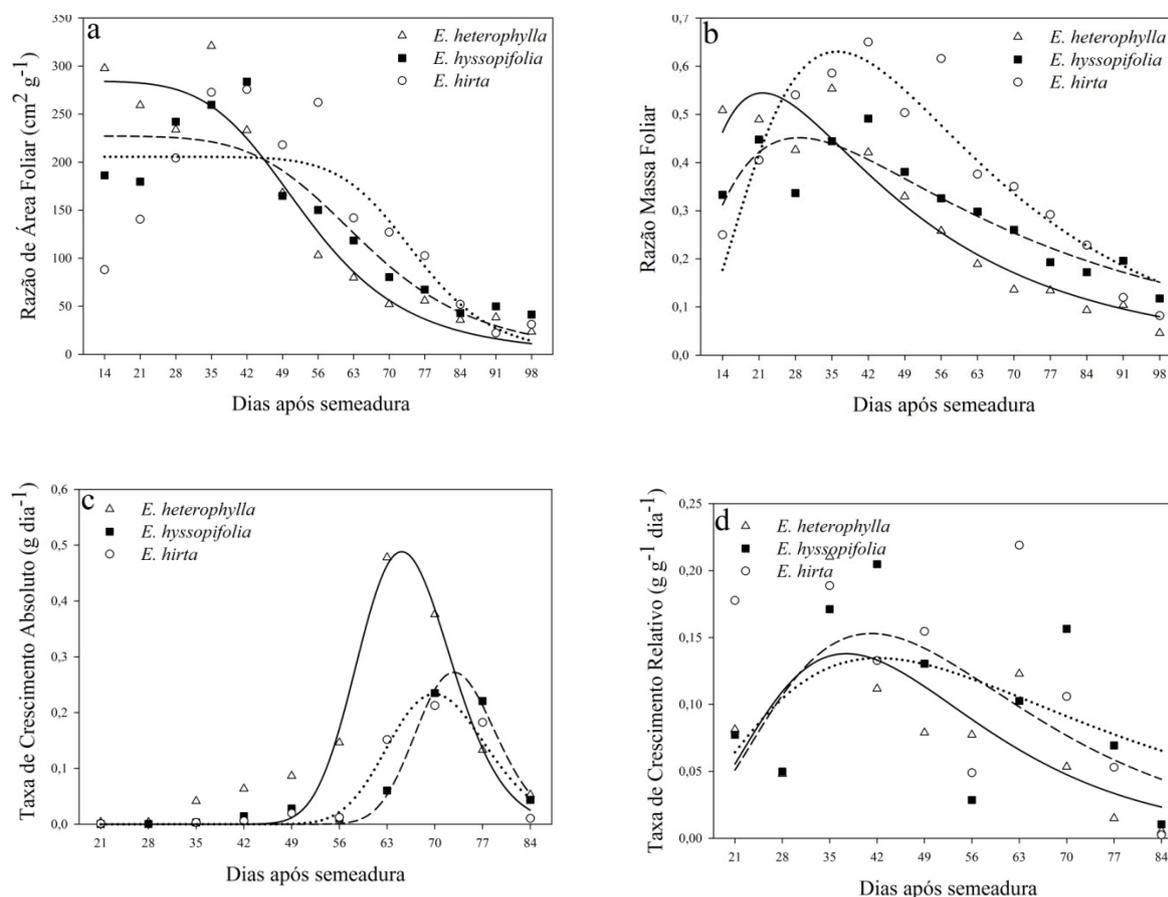


Figura 2 - Razão de área foliar (a), Razão de Massa Foliar (b), Taxa de Crescimento Absoluto (c) e Taxa de Crescimento Relativo (d) das espécies *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta* em função dos dias após a semeadura.

Figure 2 - Leaf area ratio (a), leaf weight ratio (b), absolute growth rate (c) and relative growth rate (d) in the species *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* and *E. hirta* for number of days after sowing.

suscetível e resistente a herbicida (inibidor da ALS), Brighenti *et al.* (2001), em Londrina-PR, verificaram que as plantas do biótipo suscetível apresentaram ponto máximo de AF aos 98 DAS com 1.315 cm^2 . Essas divergências nos resultados obtidos pelos autores podem ter ocorrido devido às variações ambientais, clima e/ou temperatura específicos de cada região.

A MST não diferiu entre as espécies até, aproximadamente, o 30º DAS. A partir daí, *E. heterophylla* destacou-se, tendo maior acúmulo de matéria seca total aos 77 DAS com média de 9,3 g (Figura 1d). As espécies *E. hyssopifolia* e *E. hirta* apresentaram comportamento semelhante, segundo os parâmetros de modelagem da equação, tendo amplitude (parâmetro “a”) de 4,5 e 4,1 e acúmulo de 50% da matéria seca total (parâmetro “b”), aos 69 e 66 DAS, respectivamente (Tabela 3).

A produção de MST das espécies avaliadas apresentou o mesmo comportamento da AF e NF, com valor máximo aos 77 DAS para *E. heterophylla* e *E. hirta*, e aos 91 DAS

para *E. hyssopifolia*. Esse comportamento é justificado pela influência direta da AF no crescimento da planta, pois a superfície foliar capta a radiação fotossinteticamente ativa e a converge na produção de biomassa (LIZASO *et al.*, 2003).

As três espécies estudadas apresentaram declínio na curva de RAF ao longo dos períodos de avaliação (Figura 2a). Os resultados apresentaram valores crescentes até aos 43 DAS, havendo decréscimo após esse período. A *E. heterophylla* foi a espécie que teve menor RAF nos últimos 50 dias de experimento. Segundo Cairo *et al.* (2008), a espécie com menor RAF é mais eficiente na conversão de energia luminosa em carboidratos. Assim, a *E. heterophylla* foi a mais eficiente na produção de carboidratos no final do ciclo.

A RMF, inicialmente, apresentou comportamento ascendente, os fotoassimilados foram alocados, em sua maior parte para a produção das folhas tendo assim uma alta razão entre a quantidade de folha em relação às outras partes, representando a fase vegetativa. Após esse

período que durou, aproximadamente, 45 dias, houve comportamento decrescente que indica a fase reprodutiva da planta, em que os fotoassimilados produzidos nas folhas foram exportados para outros órgãos (Figura 2b).

A *E. heterophylla* foi a espécie que apresentou o ponto máximo de RMF mais rapidamente, sendo observado no segundo período de avaliação. Após esse período, houve decréscimo na variável até o final do experimento. A espécie *E. hirta* foi a que apresentou maior exportação de fotoassimilados das folhas para outros órgãos, representado pela amplitude (parâmetro “a”, Tabela 3).

A TCA e TCR foram calculadas até o 84º dia, após, não houve variação no crescimento. A TCA apresentou bom ajuste para a equação tipo log-normal com coeficiente de determinação (R^2) acima de 92% (Tabela 3). Aos 63 DAS, a *E. heterophylla* apresentou maior taxa de crescimento, de aproximadamente 0,5 g dia⁻¹, seguida da *E. hyssopifolia* (0,25 g dia⁻¹ aos 73 dias) e *E. hirta* (0,22 g dia⁻¹ aos 70 dias). Para a TCR, as espécies estudadas apresentaram seu máximo crescimento em torno dos 40 DAS, com decréscimo a partir desse ponto (Figura 2d), esse comportamento pode ser explicado pelo aumento da atividade respiratória e auto-sombreamento com o avançar da idade da planta (TEÓFILO *et al.*, 2009).

A taxa de crescimento é uma característica importante para descrever as estratégias ecológicas das plantas. As plantas daninhas, em geral, apresentam crescimento inicial rápido, com altas taxas de crescimento relativo nos 50 DAS, com objetivo de absorver nutrientes e se desenvolver em ambientes sem limitações, podendo assim se estabilizar no ambiente (RAVINDRA *et al.*, 2008; JAMES *et al.*, 2011; SALEHIAN; ESHAGHI, 2012).

O manejo das plantas daninhas deve ocorrer com base nos conhecimentos de crescimento das espécies presentes, evitando problemas de competição de recursos e tendo controle eficaz (CAMPOS *et al.*, 2012). Para as espécies do gênero *Euphorbia* estudadas, o manejo deve ocorrer nos primeiros 30 dias (Tabela 2), evitando o período de maior crescimento.

CONCLUSÕES

Dentre as espécies estudadas, *E. heterophylla* apresenta maior crescimento e desenvolvimento seguida da *E. hyssopifolia*;

A espécie *E. hirta* apresenta porte baixo, sendo a espécie com menor taxa de crescimento.

LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

- ARESTRUP, J. R.; KARAM, D.; CORRÊA, E. J. A.; FERNANDES, G. W. Análise da viabilidade de sementes de *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 515-519, 2008.
- BARROS, A. H. C.; ARAÚJO FILHO, J. C. DE; SILVA, A. B. DA; SANTIAGO, G. A. C. F. **Climatologia do Estado de Alagoas**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892. Dados eletrônicos. Recife: Embrapa Solos, 2012. 32p.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BOGALE, A.; NEFO, K.; SEBOKA, H. Selection of some morphological traits of Bread wheat that enhance the competitiveness against wild oat (*Avena fatua* L.). **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 7, n. 2, p. 128-135, 2011.
- BRIGHENTI, A. M.; GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E.; ADEGAS, F. S.; VAL, W. M. C. Análise de crescimento de biótipos de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. **Planta Daninha**, v. 19, n. 1, p. 51-59, 2001.
- CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C. **Análise de Crescimento de Plantas**. Vitória da Conquista: Edições Uesb, 2008. 72p.
- CAMPOS, L. H. F.; MELLO, M. S. C.; CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Crescimento inicial de *Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* e *Stizolobium materrimum*. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 497-504, 2012.
- CARVALHO, S. J. P.; PERREIRA SILVA, R. F.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Crescimento, desenvolvimento e produção de sementes da planta daninha capim-branco (*Chloris polydactyla*). **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 603-609, 2005.
- CARVALHO, S. J. P.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Crescimento e desenvolvimento de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 317-326, 2008.
- CARVALHO, L. B.; BIANCO, S.; GUZZO, C. D. Interferência de *Euphorbia heterophylla* no crescimento e acúmulo de macronutrientes da soja. **Planta daninha**, v. 28, n. 1, p. 33-39, 2010.

- DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool: tecnologias e perspectivas**. Viçosa: Editora UFV, 2010. p. 25-49.
- FERREIRA, E. A.; PROCÓPIO, S. O.; GALON, L.; FRANCA, A. C.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. A. Manejo de plantas daninhas em cana crua. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 915-925, 2010.
- FERREIRA JR, R. A.; SOUZA, J. L.; LYRA, G. B.; TEODORO, I.; SANTOS, M. A.; PORFIRIO, A. C. S. Crescimento e fotossíntese de cana-de-açúcar em função de variáveis biométricas e meteorológicas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 16, n. 11, p. 1229–1236, 2012.
- GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M.; LOLLATO, R. P.; PITELLI, R. A.; VOLL, E.; OLIVEIRA, E.; MORIYAMA, R. T. **Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja**. 2 ed, Londrina – PR, Embrapa Soja. 2015. p. 126.
- GOMES JR., F. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 789-798, 2008.
- JAMES, J. J.; DRENOVSKY, R. E.; MONACO, T. A.; RINELLA, M. J. Managing soil nitrogen to restore annual grass-infested plant communities: effective strategy or incomplete framework? **Ecological Applications**, v. 51, n. 5, p. 341-352, 2011.
- KIGEL, J.; LIOR, E.; ZAMIR, L.; RUBIN, B. Biology of reproduction in the Summer annual weed *Euphorbia geniculata* Ortega. **Weed Research**, v. 32. p. 317-328.1992.
- KISSMAN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo, Basf Brasileira, v. 2. 1992. 798p.
- KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; SALGADO, T. P.; ALVES, P. L. C. A. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana crua. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 501-511, 2007.
- LIZASO, J. I.; BATCHELOR, W. D.; WESTGATE, M. E. A leaf area model to simulate cultivar-specific expansion and senescence of maize leaves. **Field Crops Research**, v. 80, n. 1, p. 1-17, 2003.
- MEIRELLES, G.L.S.; ALVES, P.L.C.A.; NEPOMUCENO, M. P. Determinação dos períodos de convivência da cana-soca com planta daninhas. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 67-73, 2009.
- ÖZBİLGİN, S.; SAL TAN CITOĞLU, G. Review uses of some *Euphorbia* species in traditional medicine in turkey and their biological activities. **Turk Journal Pharmaceutical. Science**, v. 9, n. 2, p. 241-256, 2012.
- RAVINDRA, G. M.; SRIDHARA, S.; GIRIJESH, G. K.; NANJAPPA, H. V. Weed biology and growth analysis of *Celosia argentea* L., a weed associated with ground nut and finger millet crops in southern India. **Communications in Biometry and Crop Science**, v. 2, p. 80-87, 2008.
- SALEHIAN, H.; ESHAGHI, O. Growth analysis some weed species. **International Journal of Agriculture and Crop Science**, v. 4, n. 11, p. 730-734, 2012.
- SILVA, A. C.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A. Análise de crescimento de *Brachiaria brizantha* submetida a doses reduzidas de fluazifop-p-butil. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 85-91, 2005.
- STREIBIG, J. C. Herbicide bioassay. **Weed Research**, v. 28, p. 497-484, 1988.
- TANVEER, A.; KHALIQ, A.; JAVAID, M. M.; CHAUDHRY, M. N.; AWAN, I. Implications of weeds of genus euphorbia for crop production: a review. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 723-731, 2013.
- TEÓFILO, T. M. da S.; FREITAS, F. C. L.; NEGREIROS, M. Z.; LOPES, W. A. R.; VIEIRA, S. S. Crescimento de cultivares de cenoura nas condições de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 186-174, 2009.
- THAKUR, H. A.; PATIL D. A. Taxonomic and Phylogenetic Assessment of the Euphorbiaceae: A Review. **Journal of Experimental Sciences** v. 2, n. 3, p. 37-46, 2011.
- TREZZI, M. M.; PORTES, E. D. S.; SILVA, H. L.; GUSTMAN, M. S.; da SILVA, R. P.; FRANCHIN, E. Características morfofisiológicas de biótipos de *Euphorbia heterophylla* com resistência a diferentes mecanismos de ação herbicida. **Planta Daninha**, v. 27, n. spe, p.1075-1082, 2009.
- WACHOWICS, C. M. Desenvolvimento foliar e crescimento em *Euphorbia heterophylla* L. **Dissertação de mestrado**, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, p. 77, 1991.