



Germinação de três *Euphorbiaceae* influenciada pela luz e níveis de palhada¹

Germination in three Euphorbiaceae influenced by light and levels of straw

Débora Teresa da Rocha Gomes Ferreira², Vicente Mota da Silva³, Ivanildo Claudino da Silva⁴, João Correia de Araujo Neto⁵, Renan Cantalice de Souza⁶, Vilma Marques Ferreira⁷

Resumo: A mudança na colheita da cana-de-açúcar vem causando alterações no seu manejo devido à permanência da palhada sobre o solo, que impõe uma barreira física que pode alterar a qualidade e a quantidade de radiação solar que chega ao solo, modificando a fitossociologia das plantas daninhas. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade de luz na germinação de sementes e níveis de palhada, sobre a emergência e desenvolvimento inicial de três espécies daninhas do gênero *Euphorbia*. Sementes de *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta* foram submetidas à germinação sob luz branca, vermelha, vermelha extrema e escuro, à temperatura de 20-30 °C, em laboratório, e semeadas sob 0, 5, 10, 15, 20 e 25 t ha⁻¹ de palhada, em casa de vegetação. No primeiro ensaio, foram avaliadas a porcentagem e o índice de velocidade de germinação (IVG) e a massa seca das plântulas, e no segundo, porcentagem de emergência, cobertura do solo, altura e massa seca de plantas. As sementes de todas as espécies germinaram em todas as condições luminosas, entretanto, *E. heterophylla* apresentou maior germinação e IVG sob luz vermelha, enquanto que *E. hirta* e *E. hyssopifolia* apresentaram sob luz branca. Sob palhada, *E. heterophylla* teve o melhor desempenho, suportando duas vezes mais palhada que *E. hyssopifolia* e quatro vezes mais que *E. hirta*, para haver redução de 50% de emergência e desenvolvimento das plantas. A presença da palhada não controla *E. heterophylla*, por outro lado suprime as espécies *E. hyssopifolia* e *E. hirta*. As três espécies estudadas são indiferentes à luz.

Palavras-chave: Cobertura morta. *Euphorbia heterophylla*. *Euphorbia hyssopifolia*. *Euphorbia hirta*. Germinação.

Abstract: Changes in the sugarcane harvest have resulted in changes in management due to straw remaining on the ground, which imposes a physical barrier that can alter the quality and quantity of solar radiation that reaches the soil, modifying the phytosociology of weeds. The aim of this study therefore, was to evaluate light quality on seed germination, and the levels of straw on emergence and early development, in three species of the genus *Euphorbia*. Seeds of *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* and *E. hirta* were subjected to germination under white, red, strong red and dark red light at a temperature of 20-30° C in the laboratory and planted under 0, 5, 10, 15, 20 and 25 t ha⁻¹ straw in a greenhouse. In the first trial, the percentage emergence, germination speed index (IVG) and seedling dry weight were evaluated, and in the second, the percentage emergence, ground cover, plant height and dry weight. The seeds of each species reached germination under all light conditions; however, *E. heterophylla* displayed greater values for germination and IVG under red light, while *E. hirta* and *E. hyssopifolia* under white light. Under straw, *E. heterophylla* had the best performance, withstanding twice as much straw as *E. hyssopifolia* and four times more than *E. hirta*, for a 50% reduction in plant emergence and development. The presence of straw does not control *E. heterophylla*, on the other hand it suppresses the species *E. hyssopifolia* and *E. hirta*. The three species under study are indifferent to light.

Key words: Mulch. *Euphorbia heterophylla*. *Euphorbia hyssopifolia*. *Euphorbia hirta*. Germination.

*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 13/09/2016 e aprovado em 20/06/2017

¹Artigo extraído de trabalho de Tese apresentado ao Programa 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 Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Departamento Produção e Melhoramento Vegetal - Laboratório de Ecofisiologia Vegetal Aplicada à Agricultura. vicente.silver@gmail.com

⁴Mestrando em Agronomia. Universidade Federal de Alagoas. Departamento de Agronomia- Laboratório de Fisiologia Vegetal. icsagro@hotmail.com

⁵Professor Associado de Análise e Tecnologia de produção de Sementes. Universidade Federal de Alagoas, Departamento de Agronomia- Laboratório de Análise de Sementes. jcanetto2@hotmail.com

⁶Professor Adjunto 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

A cana-de-açúcar ainda predomina como cultura de grande importância econômica no Brasil. O seu sistema de colheita vem se modernizando em função da pressão ambiental e de leis trabalhistas (VELLINI; NEGRISOLI, 2000; TOFOLI *et al.*, 2009), em que a colheita manual, utilizando a queima, vem sendo substituída pelo modelo mecanizado, conhecido como sistema cana crua, que mantém sobre o solo a palhada produzida. Em Alagoas, que detém a maior produção da região Nordeste, essa substituição vem ocorrendo aos poucos, visto que o relevo local é um fator limitante, permitindo que somente 61% da área canavieira alagoana tenha potencial para a colheita mecanizada (TORQUATO *et al.*, 2008).

A quantidade de palhada deixada sobre o solo, no sistema cana crua, varia de 5 a 20 t ha⁻¹ (MANECHINI, 1997; CAVENAGHI *et al.*, 2007), dependendo de características intrínsecas ao ambiente de produção e à variedade. Como consequência da presença da palhada, há melhoria nas propriedades física (porosidade), química (fertilidade) e biológica (flora microbiana) do solo, maior retenção de umidade e menor flutuação térmica (NOCE *et al.*, 2008). Porém, essa cobertura vegetal cria uma barreira física que filtra a radiação solar, modificando a quantidade e a qualidade espectral da luz (NEGRISOLI *et al.*, 2007), alterando o fluxo germinativo das espécies que compõem o banco de sementes do solo, em função de sua sensibilidade à luz.

As espécies que compõem o banco de sementes viáveis apresentam como estratégia de estabelecimento uma forte relação com a qualidade espectral da luz que chega até as sementes, podendo promover a sua germinação ou induzir a dormência, em função da qualidade de luz recebida (BRACCINI, 2011). Tais respostas fotoblásticas são mediadas pelo fitocromo, um sensor fotorreversível que é ativado pela luz vermelha (~660 nm) e pela luz azul (~430nm), ambas abundantes na luz branca, e desativado pela luz vermelho extremo (~730nm) e pelo escuro (TAKAKI, 2000).

Dependendo da espessura da camada de palhada, a luz pode chegar às sementes com uma composição espectral em que predomina o vermelho extremo, induzindo as sementes fotossensíveis à dormência, até que seja alterada a composição espectral, seja pela retirada da palhada ou pelo revolvimento do solo, que as expõem à luz branca, promotora de germinação devido à alta relação vermelho/vermelho extremo (MARQUES *et al.*, 2012; MATA *et al.*, 2016).

Assim, a cobertura do solo pode ser utilizada para reduzir a abundância de plantas daninhas por meio da manipulação do ambiente luminoso no banco de sementes (BRACCINI, 2011). Para tanto, torna-se necessário conhecer os requerimentos fotoblásticos das sementes de diferentes espécies daninhas.

Sabe-se que as alterações promovidas pelo sistema cana crua, no ambiente de cultivo, tem ocasionado o surgimento de espécies de difícil controle em várias regiões do Brasil,

tal como *E. heterophylla* na região Sudeste (MARTINS *et al.*, 1999; MONQUERO *et al.*, 2007). No estado de Alagoas, ainda não se tem registro de trabalhos de levantamento florístico, porém se tem relatos de incidência dessa espécie e de mais outras duas do mesmo gênero, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, em áreas cultivadas.

Mediante o exposto, objetivou-se avaliar o efeito da qualidade da luz sobre a germinação das sementes e de níveis de palhada de cana-de-açúcar sobre a emergência e estabelecimento de plântulas de três espécies daninhas do gênero *Euphorbia*.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram instalados e conduzidos simultaneamente em laboratório e em casa de vegetação, ambos pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias “CECA” da Universidade Federal de Alagoas, localizado no município de Rio Largo (09° 28’ S, 35° 49’ O e 127 m de altitude).

As sementes das *Euphorbias* foram colhidas manualmente em campos experimentais de cana-de-açúcar, identificadas com nome da espécie, data e local de coleta, secas ao ar, limpas, embaladas em sacos de papel tipo “kraft” e mantidas à temperatura ambiente até o início dos trabalhos.

Para caracterizar as sementes de cada espécie foi determinado o peso de 1000 sementes (PMS) em 10 amostras de 100 sementes por espécie, empregando balança analítica. Essa variável permite uma aproximação do tamanho relativo das sementes. O PMS foi estimado por meio da seguinte fórmula (BRASIL, 2009):

$$PMS = \frac{\text{Peso da amostra} \times 1000}{N^{\circ} \text{ total de sementes}}$$

A partir dos dados obtidos, foram determinadas as medidas de tendência central e dispersão (estatística descritiva), tais como média, menor e maior valor (amplitude), moda, desvio padrão e coeficiente de assimetria.

Ensaio de qualidade de luz

As sementes de *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta* recém-colhidas passaram pelo processo de assepsia com hipoclorito de sódio a 1%, por 3 min (CARVALHO E CARVALHO, 2009), realizada sob luz verde, tida como luz de segurança, sem influência sobre o fitocromo (PEREIRA *et al.*, 2011).

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x4, com quatro repetições de 50 sementes. Os fatores consistiram de três espécies (*E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*) e quatro condições de luminosidade (luz branca, luz vermelha, luz vermelha extrema e escuro). As sementes foram postas em caixas plásticas, medindo 11 x 11 x 3,5 cm. Para obtenção da luz

branca, utilizaram-se caixas plásticas transparentes. Para a luz vermelha, as caixas transparentes foram revestidas com quatro folhas de papel celofane vermelho e para obtenção da luz vermelha extrema, utilizaram-se duas camadas de papel celofane vermelho e duas de azul sobrepostas (YAMASHITA *et al.*, 2011). Para o escuro, foram utilizadas caixas pretas opacas.

O substrato foi constituído de folhas de papel germitest umedecidas com água destilada, em volume correspondente a aproximadamente 2,5 vezes a sua massa seca. As caixas contendo as sementes foram acondicionadas em germinadores tipo B.O.D., à temperatura alternada de 20-30 °C, sob luz constante. O substrato foi umedecido diariamente para compensar a absorção de água pelas sementes e plântulas e as perdas por evaporação. A avaliação e o registro da germinação, realizados diariamente, foram feitos em ambiente escuro, sob luz verde, exceto para o tratamento de luz branca. Foram consideradas germinadas as sementes que originaram plântulas normais, contendo suas estruturas essenciais. Os cálculos de porcentagem e índice de velocidade de germinação (IVG), a partir dos dados obtidos, e os procedimentos adotados para o teste de germinação seguiram as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Ao final do período de observação (16 dias), foi quantificada a massa seca das plântulas obtidas. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados de germinação foram transformados em arcsenpara garantir a homogeneidade das variâncias.

Ensaio com diferentes quantidades de palhada

O experimento foi conduzido em casa de vegetação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 6, com três repetições. Os fatores corresponderam às três espécies daninhas: *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta* e seis níveis de palhada: 0, 5, 10, 15, 20 e 25 t ha⁻¹. A palhada utilizada foi coletada em área de cultivo comercial de cana-de-açúcar da variedade RB92579, logo após o corte, com posterior secagem ao ar. As parcelas experimentais foram constituídas por bandejas de dimensões 28,2 x 39,5 x 9,4 cm (largura, comprimento e profundidade), preenchidas com 6 L de substrato, composto por solo de textura franco-argilo-arenosa e areia, na proporção 1:1.

Foram semeadas quantidades de sementes necessárias para a germinação de no mínimo 25 plântulas, baseando-se em testes preliminares da capacidade germinativa das espécies, as quais foram distribuídas sobre o substrato, nas bandejas e, posteriormente cobertas por uma camada uniforme de palhada na quantidade referente ao tratamento pré-estabelecido.

As bandejas foram irrigadas diariamente, mantendo o substrato próximo à capacidade de campo. A coleta das plantas nas parcelas ocorreu aos 42 dias após a semeadura

(DAS), quando foram avaliadas as variáveis: emergência e altura de plântulas, cobertura da superfície e massa seca total das plântulas. Para avaliar a cobertura da superfície, foram tiradas fotografias das parcelas, que posteriormente foram tratadas e analisadas no software QUANT (VALE *et al.*, 2003). Nas imagens tratadas, os tons de verde pertencentes à parte aérea das plantas foram convertidos apenas a uma cor verde e as impurezas, palhada e borda da bandeja, convertidas à cor vermelha. Após esse tratamento, realizou-se a determinação da porcentagem da área verde em relação à área total. A dose 0 t ha⁻¹ foi considerada como tendo 100% de resposta, os demais níveis de palhada foram proporcionais à essa dose para as variáveis: emergência de plântulas relativa – ER%, Altura de plântula relativa (AP%), cobertura de solo relativa (CS%) e massa seca total da plântula relativa (MST%).

Os dados foram submetidos à análise de variância e ajustados para o modelo de regressão não-linear do tipo logístico de 3 parâmetros, adaptado de Streibig (1988);

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

em que: y é a variável resposta de interesse, x é a quantidade de palhada em t ha⁻¹ e “a”, “b”, e “c” são parâmetros estimados da equação, onde: “a” é a amplitude existente entre o ponto máximo e o ponto mínimo da variável; “b” corresponde a quantidade de palhada necessária para a ocorrência de 50% de resposta da variável e “c” é a declividade da curva ao redor de “b” (CARVALHO *et al.*, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies apresentaram três tamanhos distintos de sementes, sendo agrupadas em grandes (mais pesadas), que corresponderam às de *E. heterophylla*; médias, as de *E. hyssopifolia*, cuja massa é 14 vezes menor que a de *E. heterophylla*; e pequenas, as de *E. hirta*, com massa cinco vezes menor que a das sementes de *E. hyssopifolia* (Tabela 1). O maior coeficiente de variação foi observado para as sementes de *E. hirta*, enquanto que o menor para as de *E. heterophylla*.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), a massa das sementes está diretamente relacionada com a quantidade de nutrientes que elas conseguem armazenar em seu endosperma. Esses nutrientes são absorvidos e armazenados durante todo o desenvolvimento das sementes até o momento em que se desligam da planta mãe. A quantidade de nutrientes armazenada no endosperma influencia na formação do embrião, definindo a qualidade fisiológica e o vigor. Segundo Araldi *et al.* (2013), o tamanho da semente de cada espécie está relacionado, provavelmente, ao ajuste entre as necessidades exigidas para a dispersão (sementes

Tabela 1 – Estatística descritiva para a massa de mil sementes (g) de *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*

Table 1 - Descriptive statistics for 1000-seed weight (g) in *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* and *E. hirta*

Medidas de Tendência	<i>E. heterophylla</i>	<i>E. hyssopifolia</i>	<i>E. hirta</i>
Média	5,787	0,412	0,071
Menor valor (min)	5,510	0,389	0,061
Maior valor (max)	6,060	0,442	0,085
Moda	-	0,419	0,069
Desvio médio	0,124	0,014	0,005
Coefficiente de assimetria	-0,214	0,239	0,910
CV (%)	2,70	3,85	9,02

menores facilitam) e para o estabelecimento das mudas (favorecido por sementes maiores), este fato justifica o polimorfismo no tamanho das sementes.

Os fatores estudados (espécie e condição de luminosidade) e a interação entre eles apresentaram efeito significativo ($p \leq 0,001$) sobre a porcentagem e índice de velocidade de germinação (IVG) e sobre a massa seca de plântulas (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação, IVG e massa seca de espécies daninhas do gênero *Euphorbia* sob diferentes condições luminosas

Table 2 - Summary of analysis of variance for germination percentage, IVG and dry weight in weed species of the genus *Euphorbia* under different lighting conditions

Fonte de Variação	GL	QM		
		Germinação	IVG	Massa Seca
Espécies (E)	2	635,333**	368,166**	78,413**
Luz (L)	3	557,235**	1047,721**	0,758**
E x L	6	163,354**	216,728**	0,721**
Resíduo	24	105,120	13,221	0,066
CV (%)		5,79	8,36	12,60

As sementes de *E. heterophylla* apresentaram maior porcentagem de germinação sob luz vermelha, luz branca e escuro, tratamento esse que não diferiu da luz vermelha extrema, a qual promoveu menor germinação. As sementes de *E. hyssopifolia* obtiveram maiores porcentagens de germinação na presença de luz, independente da qualidade, não diferindo entre si. Por outro lado, as sementes de *E. hirta* apresentaram maior porcentagem de germinação sob luz branca, que diferiu dos demais tratamentos, sendo a menor porcentagem de germinação observada no escuro (Tabela 3).

Mesmo respondendo às condições luminosas, as sementes das três espécies de *Euphorbia* apresentaram bom percentual germinativo (mínimo de 42%). Isso indica que o seu processo germinativo é controlado pelo fitocromodo tipo fiA, através da resposta de fluência muito baixa (TAKAKI, 2001), sendo consideradas insensíveis à luz.

Comportamento semelhante foi observado por Monquero et al. (2007) e Marques et al. (2012), os quais verificaram que *E. heterophylla* ocorre em áreas com ou sem palhada, tendo sua germinação suprimida somente quando a sua quantidade é de 20 t ha⁻¹. Esses autores consideraram suas sementes indiferentes à luz.

As sementes de *E. heterophylla* apresentaram maior IVG sob luz branca. No entanto, para as sementes de *E. hyssopifolia*, o IVG não diferenciou entre as qualidades de luz estudadas. Constatou-se que a ausência de luz reduziu o IVG em todas as espécies estudadas (Tabela 3).

O maior valor médio de IVG foi obtido para as sementes de *E. hirta*, sob luz branca (Tabela 3). Considerando que as sementes dessa espécie são as de menor tamanho, esses resultados corroboram a afirmação de Kendrick e Kronenberg (1994), os quais ressaltam que sementes com pouca reserva energética geralmente apresentam maior velocidade de germinação, de forma que a plântula possa se tornar autotrófica mais rapidamente, suprimindo a falta de reservas.

A massa seca de plântulas não diferiu entre as condições de luminosidade para *E. hyssopifolia* e *E. hirta*. Por outro lado, as plântulas de *E. heterophylla* acumularam maior massa quando submetidas ao escuro (Tabela 3), indicando que a remobilização de reservas foi mais eficiente nesse tratamento. No experimento em que as sementes das diferentes espécies foram submetidas a diferentes níveis de palhada, houve efeito significativo desses fatores isoladamente e da interação entre eles ($p \leq 0,001$) para todas as variáveis avaliadas (Tabela 4).

Para maior compreensão do comportamento das espécies, foi realizado o desdobramento da interação dos fatores em estudo, “espécies e níveis da palhada”, utilizando-se regressões não-lineares (Figuras 1a a 1d).

Os parâmetros do modelo utilizado para descrever a emergência relativa, altura de plântulas relativa, cobertura de solo relativa e massa seca total relativa são apresentados na Tabela 5.

Os coeficientes de determinação das equações, parâmetro a , que explicam o comportamento de cada espécie sob efeito da palhada, tiveram valores superiores a 95, indicando a precisão do modelo do ponto máximo ao ponto mínimo estudado. Para o parâmetro b , que determina a quantidade de palhada necessária para reduzir 50% da variável, *E. heterophylla* foi a que apresentou maior valor em todas as variáveis, indicando que suporta, aproximadamente, duas vezes mais palhada do que *E. hyssopifolia* e quatro vezes mais que *E. hirta*, exceto para a variável altura de plântulas, que não seguiu o mesmo padrão (Tabela 5).

Tabela 3 – Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca de espécies daninhas do gênero *Euphorbia*, sob diferentes condições luminosas
Table 3 - Germination percentage, germination speed index (IVG) and dry weight in weed species of the genus *Euphorbia* under different lighting conditions

Espécies	Condições de Luminosidade							
	Luz Branca		Luz Vermelha		Luz Vermelha Extrema		Escuro	
Germinação (%)								
<i>E. heterophylla</i>	59,33	Abc	61,33	Ac	48,67	Bc	50,67	ABab
<i>E. hyssopifolia</i>	80,00	ABb	84,67	Aa	88,00	Aa	54,67	Ba
<i>E. hirta</i>	92,00	Aa	72,33	Bb	72,00	Bb	42,67	Cb
DMS	6,60							
IVG								
<i>E. heterophylla</i>	40,92	Abc	46,38	Ab	34,38	Bb	33,73	Ba
<i>E. hyssopifolia</i>	52,76	Ab	58,26	Aa	56,92	Aa	30,55	Ba
<i>E. hirta</i>	61,28	Aa	46,26	Bb	40,33	Bb	20,09	Cb
DMS	7,41							
Massa Seca (mg)								
<i>E. heterophylla</i>	5,044	Ba	4,112	Ca	3,789	Ca	5,649	Aa
<i>E. hyssopifolia</i>	0,402	Ab	0,270	Ab	0,266	Ab	0,311	Ab
<i>E. hirta</i>	0,090	Ab	0,155	Ab	0,161	Ab	0,134	Ab
DMS	0,013							

Letras maiúsculas iguais na linha e letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Uppercase letters on a line and lowercase letters in a column do not differ by Tukey's test ($p \leq 0.05$).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para emergência de plântulas relativa (EP), altura de plântula relativa (AP), cobertura de solo relativa (CS) e massa seca total relativa (MST) de espécies daninhas do gênero *Euphorbia* sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar, 42 dias após a semeadura

Table 4 - Summary of analysis of variance for relative seedling emergency (EP), relative seedling height (AP), relative ground cover (CS) and relative total dry weight (MST) in weed species of the genus *Euphorbia* under different levels of sugarcane straw at 42 days after sowing

Fonte de Variação	GL	QM			
		EP	AP	CS	MST
Espécies (E)	2	44,37**	37,05**	32,766**	34,607**
Palhada (P)	5	26,05**	22,60**	29,557**	28,076**
E x P	10	3,57**	6,36**	1,754**	1,739**
Resíduo	36	0,09	0,538	0,174	0,121
CV (%)		8,79	20,25	14,86	12,31

O aumento no nível de palhada sobre o solo interferiu negativamente na emergência das três espécies (Figura 1a). *E. hyssopifolia* e *E. hirta* foram as mais prejudicadas com a presença da palhada não apresentando emergência

de plântulas nos níveis de 15 e 25 t ha⁻¹, respectivamente. A presença de 5 t ha⁻¹ de palhada reduziu a emergência de *E. hirta* para menos de 30% em relação à dose 0. *E. hyssopifolia* apresentou redução significativa nessa variável com a presença de 10 t ha⁻¹ de palhada, com redução de aproximadamente 30%. *E. heterophylla* foi a única espécie que apresentou emergência de plântulas no tratamento de 25 t ha⁻¹ de palhada.

Os resultados obtidos podem ser atribuídos ao efeito físico da cobertura morta, visto que a luminosidade tem pouca influência na germinação das sementes estudadas, como visto no experimento anterior.

As sementes com pouca reserva nutritiva geralmente apresentam menor tamanho e vigor, não tendo condições de superar as dificuldades impostas pela barreira de palhada, que as impede de completar o seu desenvolvimento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; PITELLI; DURIGAN, 2001; CORREIA; DURIGAN, 2004). Isso provavelmente aconteceu com as sementes de *E. hyssopifolia* e *E. hirta*. Já *E. heterophylla*, que apresenta sementes grandes, conseguiu ultrapassar a barreira da palhada, o que justifica sua presença frequente no sistema de cana crua, relatada por alguns autores, como Medeiros e Christoffoleti (2001) e Monquero *et al.* (2007). Por outro lado, a presença da palhada é altamente eficaz no controle de plantas daninhas, monocotiledôneas e dicotiledôneas, provenientes de

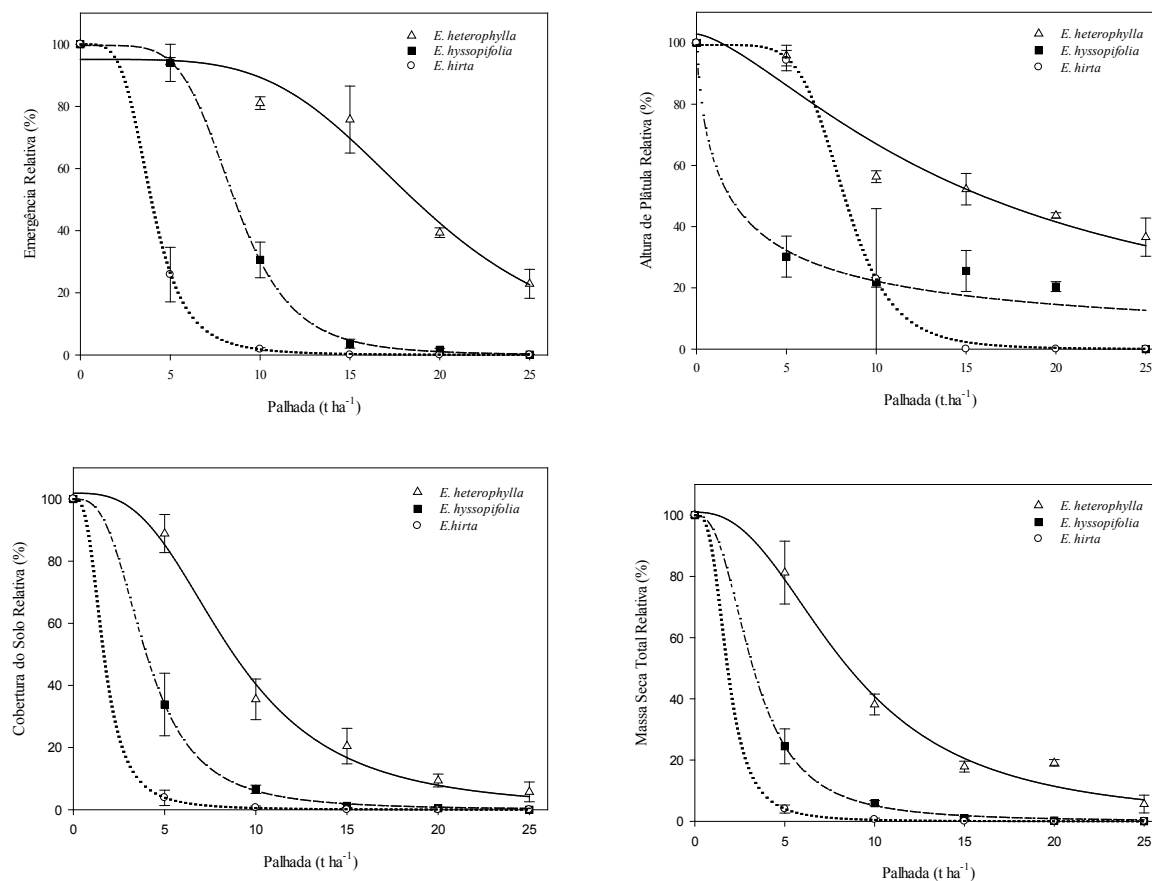


Figura 1 - Emergência relativa (a), altura de plântula relativa (b), cobertura de solo relativa (c) e massa seca total relativa (d) de plântulas de espécies daninhas do gênero *Euphorbia* em função de diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar, 42 dias após a semeadura (as barras representam o erro padrão da média, n=4)

Figure 1 - Relative Emergence (a) relative seedling height (b), relative ground cover (c) and relative total dry weight (d) in weed species of the genus *Euphorbia* for different levels of sugarcane straw at 42 days after sowing (bars represent the standard error of the mean, n=4)

sementes pequenas (MONWQUERO *et al.*, 2011), como é o caso de *E. hirta*.

A altura relativa das plântulas foi influenciada pelo nível de palhada nas três espécies de *Euphorbia* estudadas. Observou-se relação inversa entre o volume de palhada e o comprimento das plântulas. Porém, *E. heterophylla* e *E. hirta* não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos com 0 e 5 t ha⁻¹ de palhada (Figura 1b).

As três espécies apresentaram comportamento semelhante para a variável cobertura de solo relativa (Figura 1c), sendo os valores de “a” e “c” da equação de regressão muito próximos (Tabela 5). Entretanto, o valor de “b” que determina a quantidade de palhada necessária para reduzir em 50% a variável resposta, diferiu entre as espécies, indicando que são necessárias em torno de 8,68 t ha⁻¹ de palhada para reduzir a cobertura de solo em 50% para *E. heterophylla*, 4,00 t ha⁻¹ para *E. hyssopifolia* e apenas 1,64 t ha⁻¹ para *E. hirta*.

As espécies daninhas reduziram a massa seca total das plântulas quando houve aumento no nível de palhada (Figura 1d). Entretanto, *E. heterophylla* foi a que apresentou menor redução, confirmada pelo parâmetro “b” da equação logística não-linear (Tabela 5), que indicou haver necessidade de duas e quatro vezes mais palhada do que *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, respectivamente, para reduzir em 50% a massa seca de suas plântulas.

Os resultados obtidos corroboram relatos de diversos autores, tais como Medeiros e Christoffoleti (2001), Correia e Durigan (2004) e Mata *et al.* (2016), os quais observaram reduções na incidência de infestação de algumas espécies de plantas daninhas, dentre elas a *E. hirta*, com a presença da palhada de cana-de-açúcar. Por outro lado, outras espécies, incluindo *E. heterophylla*, não apresentaram redução significativa na infestação e continuaram presentes em sistemas de colheita de cana-crua, embora suas plântulas se tornem menos vigorosas sob tais condições.

Tabela 5 – Parâmetros do modelo logístico e coeficiente de determinação (R^2) obtidos para emergência de plântulas relativa, altura de plântula relativa, cobertura de solo relativa e massa seca total relativa de espécies daninhas do gênero *Euphorbia* sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar, 42 dias após a semeadura

Table 5 - Logistic model parameters and coefficient of determination (R^2) obtained for relative seedling emergence, relative seedling height, relative ground cover and relative total dry weight in weed species of the genus *Euphorbia* under different levels of sugarcane straw at 42 days after sowing

Variáveis	Espécies	Parâmetros			R ²	F
		a	b	c		
Emergência Relativa (%)	<i>Euphorbia heterophylla</i>	95,12**	19,01**	4,26*	0,95	50,52
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	99,63**	8,58**	5,39**	1,00	8400,84
	<i>Euphorbia hirta</i>	100,00**	3,91**	4,28**	1,00	100131,17
Altura de Plântula Relativa (%)	<i>Euphorbia heterophylla</i>	102,89**	15,33*	1,47*	0,90	22,59
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	99,94**	1,83	0,74	0,93	32,22
	<i>Euphorbia hirta</i>	99,34**	8,21**	6,23**	1,00	2647,62
Cobertura de Solo Relativa (%)	<i>Euphorbia heterophylla</i>	101,86**	8,68**	2,97**	0,99	215,30
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	100,00**	4,00**	2,99**	1,00	12079,53
	<i>Euphorbia hirta</i>	100,00**	1,64**	2,89**	1,00	264393,25
Massa Seca Total Relativa (%)	<i>Euphorbia heterophylla</i>	100,96**	8,51**	2,40**	0,98	135,18
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	100,00**	3,25**	2,59**	1,00	6163,45
	<i>Euphorbia hirta</i>	100,00**	1,79**	3,09**	1,00	408027,75

** significativo ($p \leq 0,001$) e * significativo ($p \leq 0,05$).

** significant ($p \leq 0.001$) and * significant ($p \leq 0.05$).

CONCLUSÕES

A germinação das sementes de *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta* ocorre em qualquer condição de luminosidade e sob a palhada da cana-de-açúcar;

A presença da palhada de cana-de-açúcar inibe a emergência das plântulas de *E. hirta* e *E. hyssopifolia* nas densidades de 10 e 5 t ha⁻¹, respectivamente;

Plântulas de *E. heterophylla* emergem e se desenvolvem na presença de até 20 t ha⁻¹ de palhada de cana-de-açúcar.

LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

- ARALDI, R.; VELINI, E.D.; GOMES, G.L.G.C.; CARBONARI, C.A.; ALVES, E.; TRINDADE, M.L.B. Variação do tamanho de sementes de plantas daninhas e sua influência nos padrões de emergência das plântulas. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 117-126, 2013.
- BRACCINI, A. L. Banco de sementes e mecanismos de dormência em sementes de plantas daninhas. In: Oliveira Jr. et al. (Eds.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. P.37-66. (Disponível em: <http://omnipax.com.br/livros/2011/BMPD/BMPD-livro.pdf>).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CARVALHO, D.B.; CARVALHO, R. I. N. Qualidade fisiológica de sementes de guaxuma em influência do envelhecimento acelerado e da luz. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 489-494, 2009.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- 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.
- CAVENAGHI, A.L.; ROSSI, C.V.S.; NEGRISOLI E.; COSTA, E.A.D.; VELINI, E.D.; TOLEDO, R.E.B. Dinâmica do herbicida amicarbazone (dinamic) aplicado sobre palha de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 831-837, 2007.

- FERREIRA, E.A.; PROCÓPIO, S.O.; GALON, L.; FRANCA, A.C.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.A.; ASPIAZU, I.; SILVA, A.F.; TIRONI, S.P.; ROCHA, P.R.R. Manejo de plantas daninhas em cana-crua. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 915-925, 2010.
- GOMES JÚNIOR, F. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 789-798, 2008.
- MARQUES, R. P.; MARTINS D.; COSTA, S. Í. DE A.; VITORINO, H. DOS S. Densidades de palha e condições de luminosidade na germinação de sementes de *Euphorbia heterophylla*. **Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 867-872. 2012.
- MATA, J. F.; BIANCO, S.; FERREIRA, J. H. S.; PANARELLI, E. A.; BARROS, C. F. A. Fitossociologia de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar cultivada sob dois tipos de manejo de colheita. **Investigação**, v. 15, n. 1, p. 129-135, 2016.
- MONQUERO, P.A., AMARAL, L.R., SILVA, A.C., SILVA, P.V., BINHA, D.P. Eficácia de herbicidas em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar no controle de *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 613-619, 2007.
- MONQUERO, P.A.; SILVA, P.V.; HIRATA, A.C.S.; MARTINS, F.R.A. Monitoramento do banco de sementes de plantas daninhas em áreas com cana-de-açúcar colhida mecanicamente. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 107-119, 2011.
- NEGRISOLI, E.; ROSSI, C. V. S.; VELINI, E. D.; CAVENAGHI, A. L.; COSTA, E. A. D.; TOLEDO, R. E. B. Controle de planta daninha pelo amicarbazone aplicado na presença de palha da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 603-611, 2007.
- NOCE, M.A.; SOUZA, I.F.; KARAM, D.; FRANÇA, A.C.; MACIEL, G.M. Influência da palhada de gramíneas forrageiras sobre o desenvolvimento da planta de milho e das plantas daninhas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, n. 3, p. 265-278, 2008.
- OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.
- PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema plantio direto. In: ROSSELLO, R. D. **Siembra Directa Em El Conosur**. Montevideo: PROCISUR, p. 203-210. 2001.
- STREIBIG, J.C. Herbicide bioassay. **Weed Research**. 28:479-484. 1988.
- TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.13, p.103-107, 2001.
- TOFOLI, G.R.; VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E.; CAVENAGHI, A.L.; MARTINS, D. Dinâmica do tebutiuron em palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 815-821, 2009.
- TORQUATO, S. A.; FRONZAGLIA, T.; MARTINS, R. Colheita mecanizada e adequação da tecnologia nas regiões produtoras de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2008, Campina Grande. **Anais...** Brasília, DF: ABIPTI, 2008. Disponível em <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/855892>.
- VALE, F.X.R., FERNANDES FILHO, E.I. & LIBERATO, J.R. QUANT. A software plant disease severity assessment. 8th International Congress of Plant Pathology, **Anais...** Christchurch New Zealand, 2003. p. 105.
- YAMASHITA, O.M; GUIMARAES, S.C; CAVENAGHI, A.L. Germinação das sementes de *Coryza canadensis* e *Coryza bonariensis* em função da qualidade de luz. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, p. 737-743, 2011.