

EFEITO DO CITRONELOL SOBRE A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO AMENDOIM-BRAVO (*Euphorbia heterophylla* L.) II

ANTONIO BARIONI GUSMAN¹
ROBSON A. PITELLI²
SANDRA MARA DIAS³

GUSMAN, A.B.; PITELLI, R.A.; DIAS, S.M. Efeito do citrônolol sobre a germinação e desenvolvimento do amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla* L.) II. *Semina: Ci. Agr., Londrina*, v.15, n.1, p.14-22, março 1994.

RESUMO: Sementes de *E. heterophylla* L. (amendoim-bravo) tratadas com citrônolol (3,7 dimetil-6-octen-01), foram germinadas no solo, e o desenvolvimento acompanhado com condições, de campo. Foram avaliados os seguintes parâmetros: peso da matéria seca, altura das plantas, número das folhas, áreas foliar, assim como taxa de crescimento relativo, razão de área foliar, taxa de assimilação líquida, área foliar específica e taxa de respiração. A nível anatômico e metabólico foram medidos: largura do câmbio vascular, diâmetro de xilema do caule, e teor de amido em cotilédones, respectivamente. Desde o crescimento inicial e durante todo o ciclo, as plantas oriundas de sementes tratadas sofreram efeitos deletérios significativos sobre todos os aspectos biológicos estudados.

PALAVRAS-CHAVE: Planta daninha, efeito de citrônolol, crescimento.

1 – INTRODUÇÃO

Euphorbia heterophylla L., conhecida popularmente por "amendoim-bravo", é uma planta daninha com ampla distribuição geográfica no país (CERDEIRA & VOLL, 1980; WILSON, 1981; LORENZI, 1982), extremamente prejudicial à cultura da soja (CHEMALE & FLECK, 1982) e como muitas outras espécies consideradas daninhas, contribuindo para perdas na qualidade e produção de grãos da mesma (SEDIYANA et al., 1985). Tem sido verificado que o uso de herbicidas para o controle de muitas plantas daninhas, além de ser dispendioso e limitado, pode provocar efeitos danosos nas plantas cultivadas sob vários aspectos biológicos, seja por ação residual ou aplicação de pós-emergência (CARTWRIGHT, 1976; RODELLA, 1987; GAZZIEIRO & NEUMAIER, 1985; DAMIÃO FILHO, 1990).

A possibilidade de se evitar efeitos desta natureza seria a aplicação, pré-semeadura, de compostos voláteis no solo impedindo a infestação das culturas já à nível de sementes sem prejuízo das plantas econômicas por efeitos residuais.

Em trabalho anterior GUSMAN et al (1990), expondo sementes secas do "amendoim-bravo" à ação de um volátil componente de casca de citrus, o citrônolol (C₁₀H₂₀O), obtiveram uma redução de 50% (LD50) na germinação. Verificaram também que plântulas, de 72 horas de idade, de sementes sobreviventes à dose LD50 sofreram alterações morfológicas, anatômicas, e inibição de crescimento à nível de divisão celular.

Conhecidas estas alterações em plântulas mantidas sob condições laboratoriais, o presente trabalho teve como

objetivo em condições de campo, avaliar o possível potencial lesivo do citrônolol até o estágio da planta adulta, abrangendo aos seguintes aspectos biológicos do desenvolvimento: peso da matéria seca, altura das plantas, área foliar, taxa de crescimento relativo, razão de área foliar, taxa de assimilação líquida, taxa de degradação de amido nos cotilédones, taxa de respiração, e medidas de diâmetro do xilema, além de largura do câmbio vascular.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

A obtenção e seleção das sementes de *E. heterophylla* L., assim como o tratamento aplicado a elas para a dose LD50, seguiram o procedimento de GUSMAN et al. (1990), utilizando-se porém 1.500 sementes tratadas e 800 sementes como controle. O solo utilizado foi tipo latossolo roxo, em área experimental do Setor de Botânica do Departamento de Biologia. Sobre o solo, na capacidade de campo, foi dispersa uniformemente uma solução de citrônolol na dosagem correspondente a LD50. Não foi aplicado nenhum tratamento prévio de adubação. A seguir e rapidamente as sementes controle, e tratadas foram lançadas aleatoriamente em 2 (dois) canteiros de 2/4 metros, e recobertas por uma camada do mesmo solo, peneirado, na espessura de aproximadamente 1,0cm. A irrigação foi de 10 minutos diariamente.

Durante os diferentes estágios de desenvolvimento, foram utilizadas amostras de 20 plantas emergentes por coleta ao acaso, a partir do 10o. dia. Considerando-se apenas a parte aérea, foram medidas: altura da planta, comprimento e largura das folhas e separadas as partes em cotilédones, folhas, caule, flores e frutos.

1. Departamento de Biologia (Botânica) – FFCL de Ribeirão Preto-SP Campus USP e pesquisador científico do CNPq.
2. Departamento de Biologia Aplicada da F.C.A.V. - UNESP – Jaboticabal.
3. Estagiária do Departamento de Biologia (Botânica) FFCL-USP e pós-graduanda.

A determinação do peso da matéria seca foi feita após a secagem de cada parte da estufa a 70°C até peso constante.

Através da equação $y = 0,745(C \times L)$, estabelecida por RIBEIRO et al. (1977) foi estimada a área foliar de *E. heterophylla* L., onde y = área foliar real, C = comprimento da folha ao longo da nervura central, e L = Largura máxima da folha. A somatória das áreas de todas as folhas medidas corresponde à área foliar de cada planta.

Os cálculos para taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) foram baseadas nas fórmulas estabelecidas por WILLIAMS (1946).

A área foliar específica (AFE) foi obtida pela razão entre a área foliar e o peso da matéria seca das folhas.

Para a determinação do teor de amido, foram utilizados os cotilédones de 10 plantas e 3 repetições do material, e o método de ALLEN et al (1974) modificado como a seguir: 0,5g de peso fresco de cotilédones foram macerados em gral num volume final de 5,0ml de água destilada. O macerado foi aquecido em banho-maria durante 15 minutos, e então resfriado em água corrente com agitação até a temperatura de 35°C. Foram adicionados 5,0ml de HCL04 60% com agitação por 15 minutos. Após centrifugação do material a 4.000 r.p.m. durante 10 minutos, procedeu-se a filtragem em lâ de vidro, levando-se o volume para 50ml. Deste volume foram utilizadas 3 amostras de 5,0ml do extrato, as quais receberam 3 gotas de vermelho de fenol, gotas de NaOH 5,0N até mudança de cor; gotas de ácido acético 10% até descolorir juntando-se um excesso de 2,5ml do ácido; 0,5ml de KI 5% e 0,1ml de KI03 0,015 com agitação. Todas as amostras foram levadas ao volume final de 50ml, e medidas em espectrocolorímetro a 595mm contra um branco. Os valores de absorvância transformados em mg através de uma curva padrão, sofreram correções para serem expressos em mg/g de matéria seca.

Para a medida da taxa de respiração utilizou-se um analisador de gás infra-vermelho Beckman 864 para determinação de CO₂. Durante 24 horas, em duas repetições fo-

ram mantidas nas câmaras 100 plântulas de sementes tratadas, e não tratadas a temperatura 28°C.

A nível anatômico foram medidos em microscópio ótico a largura do câmbio vascular e diâmetro do xilema em cortes transversais de caule de plantas com 15 dias de idade, conforme GUSMAN et al. (1990).

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tanto as plântulas oriundas de sementes sobreviventes a dose LD50 (no solo, em relação ao controle, as tratadas sofrem redução de 35%), como as testemunhas, emergiram 2 dias após a semeadura, e aos 5 dias apresentaram os cotilédones expandidos, com epicótilo reduzido e folhas primárias e secundárias em desenvolvimento. Após 35 dias de crescimento vegetativo, a fase reprodutiva teve início, apresentando os primórdios de inflorescência e, progressivamente, até 60 dias em diferentes estádios da fase de frutificação.

Na Tabela 1 são apresentados os dados de altura, número de folhas, e áreas foliares de *E. heterophylla* de plantas testemunhas e sobreviventes de sementes submetidas ao tratamento com citrionelol à dose LD50. Verificase, comparativamente, que no período de 10 a 89 dias, as diferenças naqueles parâmetros se acentuam significativamente.

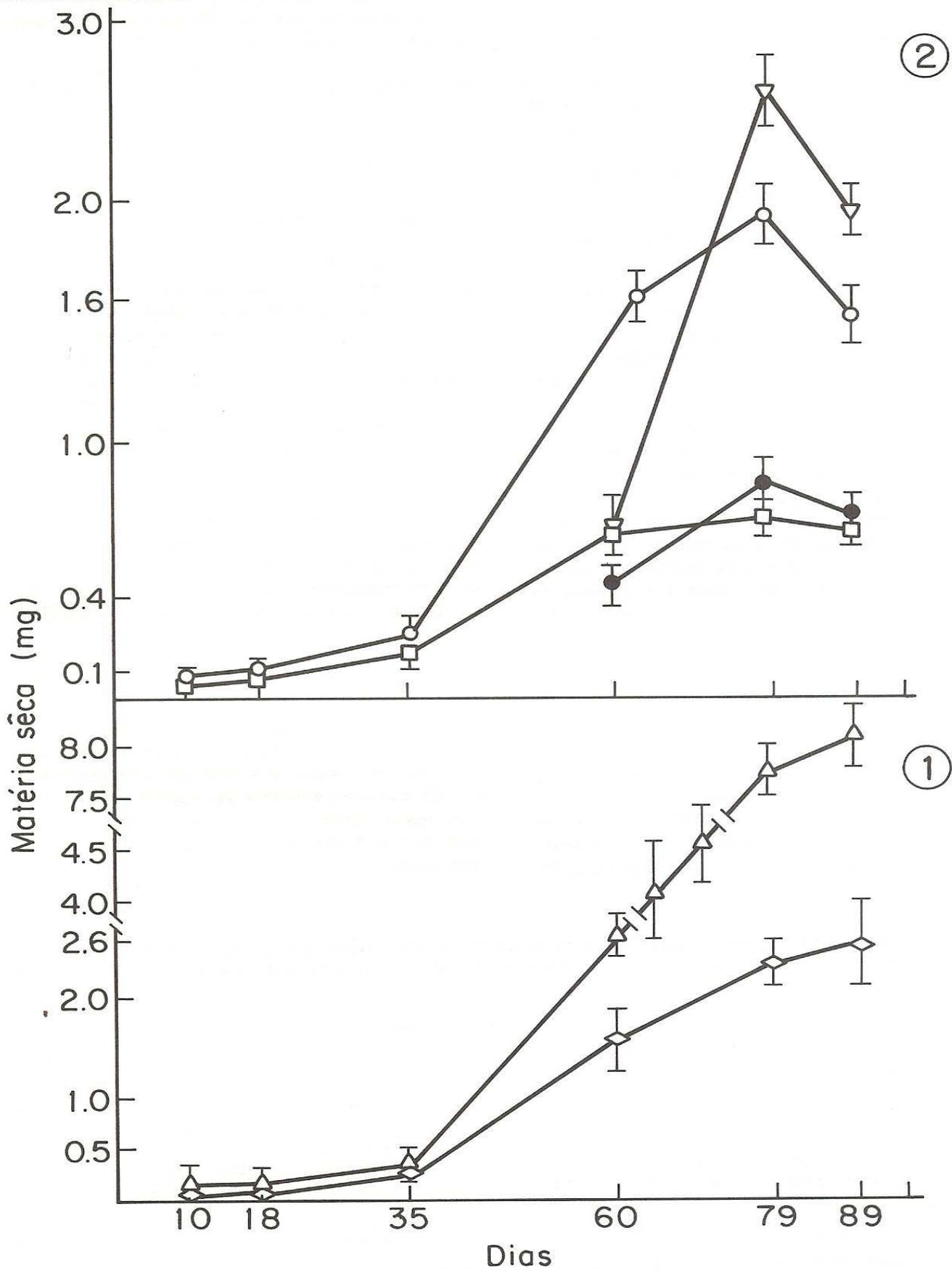
Nas Figuras 1,2 e 3 tem-se o peso da matéria seca total, e os pesos das matérias secas das diferentes partes, da parte aérea do amendoim-bravo no período de 10 a 89 dias. Em ambos os casos (testemunha e tratamento), o peso seco total e do caule aumentam continuamente, sendo que o peso da matéria seca foliar entra em declínio dos 60 aos 89 dias, período mais avançado da fase reprodutiva, e de maior translocação de nutrientes de forma mais intensa para os botões florais e frutos em desenvolvimento e maturação.

TABELA 1 – ALTURA, Nº DE FOLHAS E ÁREA FOLIAR DE PLANTAS DE "AMENDOIM-BRAVO" DE 10 A 89 DIAS DE DESENVOLVIMENTO. C = CONTROLE; T = TRATAMENTO (PLANTAS ORIUNDAS DE SEMENTES TRATADAS COM CITRIONELOL SOBREVIVENTE À DOSE LD₅₀).

IDADES (dias)	ALTURA (cm)		No. FOLHAS		Área foliar (cm ²)	
	C	T	C	T	C	T
10	4.9 ± 0.23a	3.6 ± 0.37b	2.0 ± 0.34a	2.0 ± 0.34a	18.0 ± 2.4a	13.5 ± 1.60b
18	9.1 ± 0.40a	9.0 ± 0.30a	4.2 ± 0.60a	3.8 ± 0.30a	20.1 ± 2.61a	15.0 ± 1.40b
35	28.3 ± 1.60a	22.5 ± 1.00b	9.0 ± 0.31a	7.6 ± 0.30b	34.5 ± 3.1	20.1 ± 2.50b
60	55.0 ± 3.10a	44.9 ± 3.80b	12.4 ± 0.40a	12.0 ± 0.80a	194.5 ± 6.61a	48.2 ± 2.30b
79	72.0 ± 2.30a	45.7 ± 3.04	18.2 ± 3.60a	14.2 ± 3.30b	305.0 ± 5.23a	54.1 ± 2.51b
89	75.0 ± 1.70a	45.7 ± 1.04b	18.2 ± 4.70a	14.02 ± 3.10b	*	*

* Folhas com superfície foliar contraída e reflexa, impossibilitando o manuseio.

Letras diferentes entre controle e tratamento ou cada parâmetro indicam diferenças estatisticamente significativas a nível de P - 0,05 pelo teste "t".



FIGURAS:1 – MATÉRIA SECA/PLANTA E MATÉRIA SECA TOTAL: Δ C ONTROLE, \diamond TRATAMENTO; 2 – MATÉRIA SECA: FLORES + FRUTOS: ∇ CONTROLE; \bullet TRATAMENTO; MATÉRIA SECA DE FOLHAS + COTILÉDONES: \circ CONTROLE; \square TRATAMENTO.

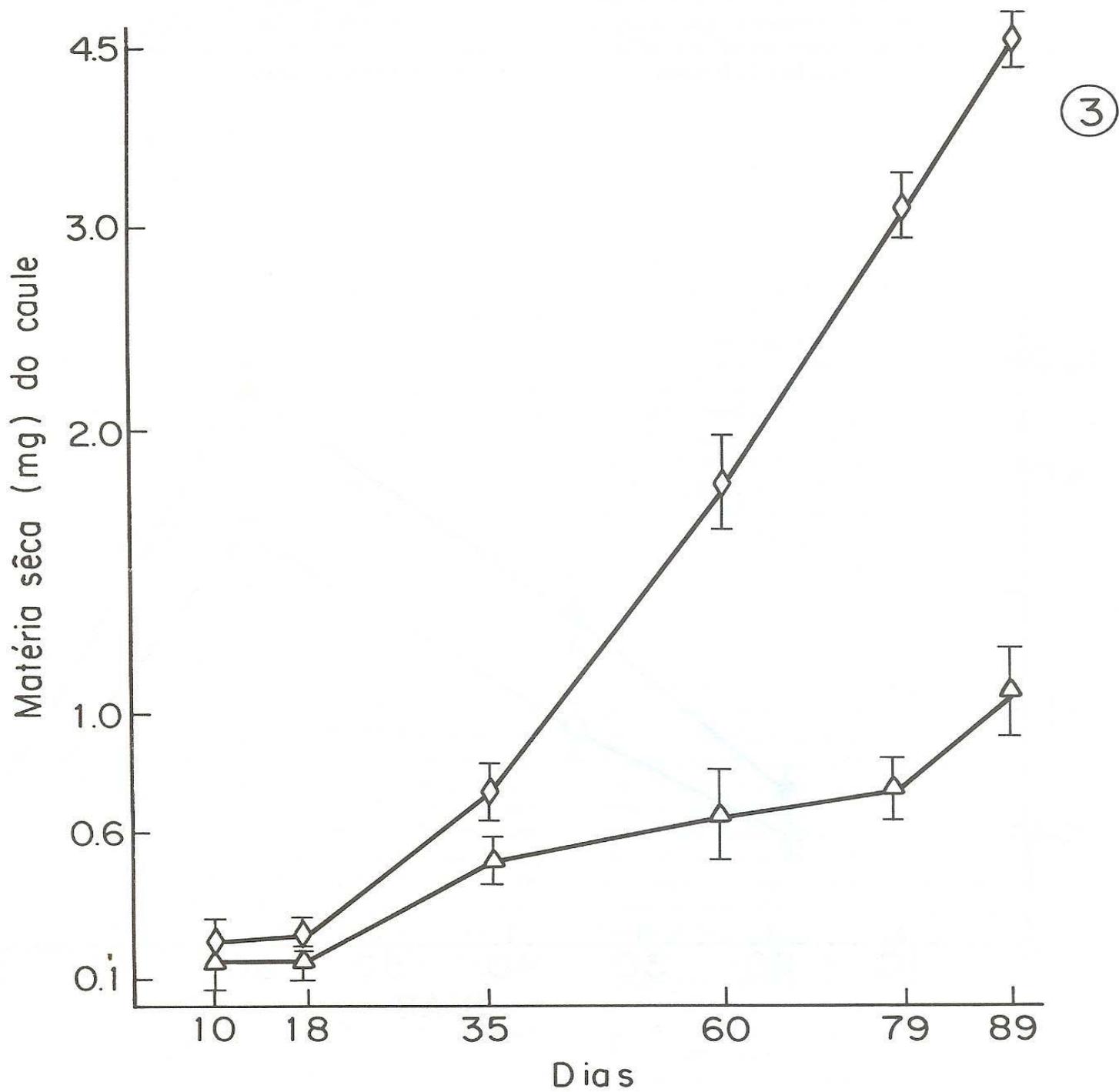


FIGURA 3 – MATÉRIA SECA DO CAULE: ◊ CONTROLE; △ TRATAMENTO.

O parâmetro de crescimento TCR (Taxa de crescimento relativo) que avalia o peso médio da matéria seca total da parte aérea por grama já produzida pela planta por unidade de tempo, é observado na Figura 4. Verifica-se um aumento da biomassa no período dos 18 aos 60 dias, e a partir da fase de florescimento, que se inicia aproximadamente aos 35 dias. Um declínio constante, representando uma redução de crescimento, ocorre dos 60 aos 79 dias, período em que a fase de frutificação é mais intensa (vide

também Figura 1). Verifica-se portanto, que a atividade biológica nos parâmetros acima considerados, pelos seus valores, é acentuadamente mais reduzida nas plantas advindas de sementes sobreviventes à dose LD50, indicando um processo de alterações irreversível no hábito de crescimento e desenvolvimento da planta.

Curva descendente com o tempo para as plantas-tratamento apresenta valores significativamente menores em relação as plantas-controle.

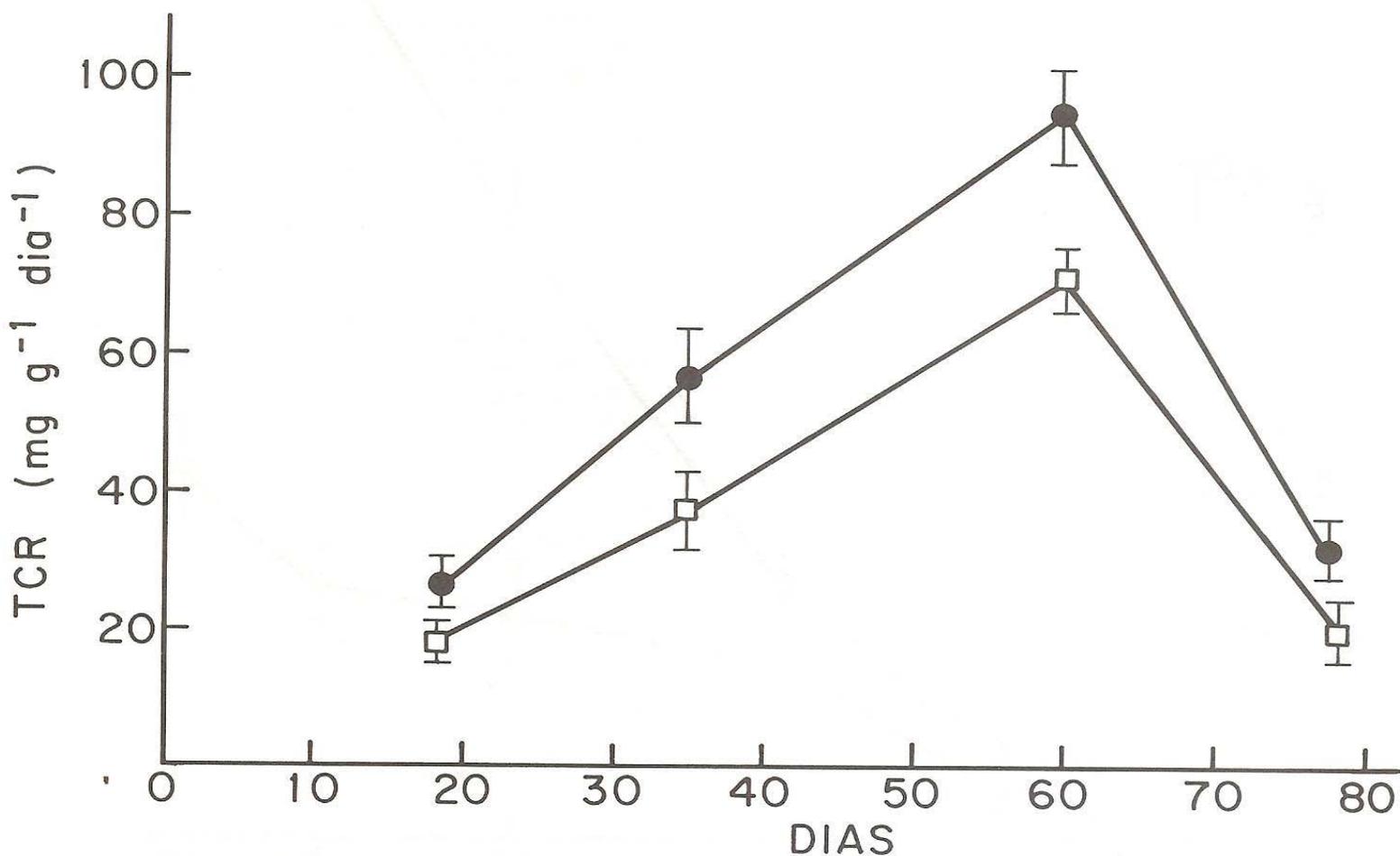


FIGURA 4 – TAXA DE ASSIMILAÇÃO DE CRESCIMENTO RELATIVO (TCR) ● CONTROLE; □ TRATAMENTO.

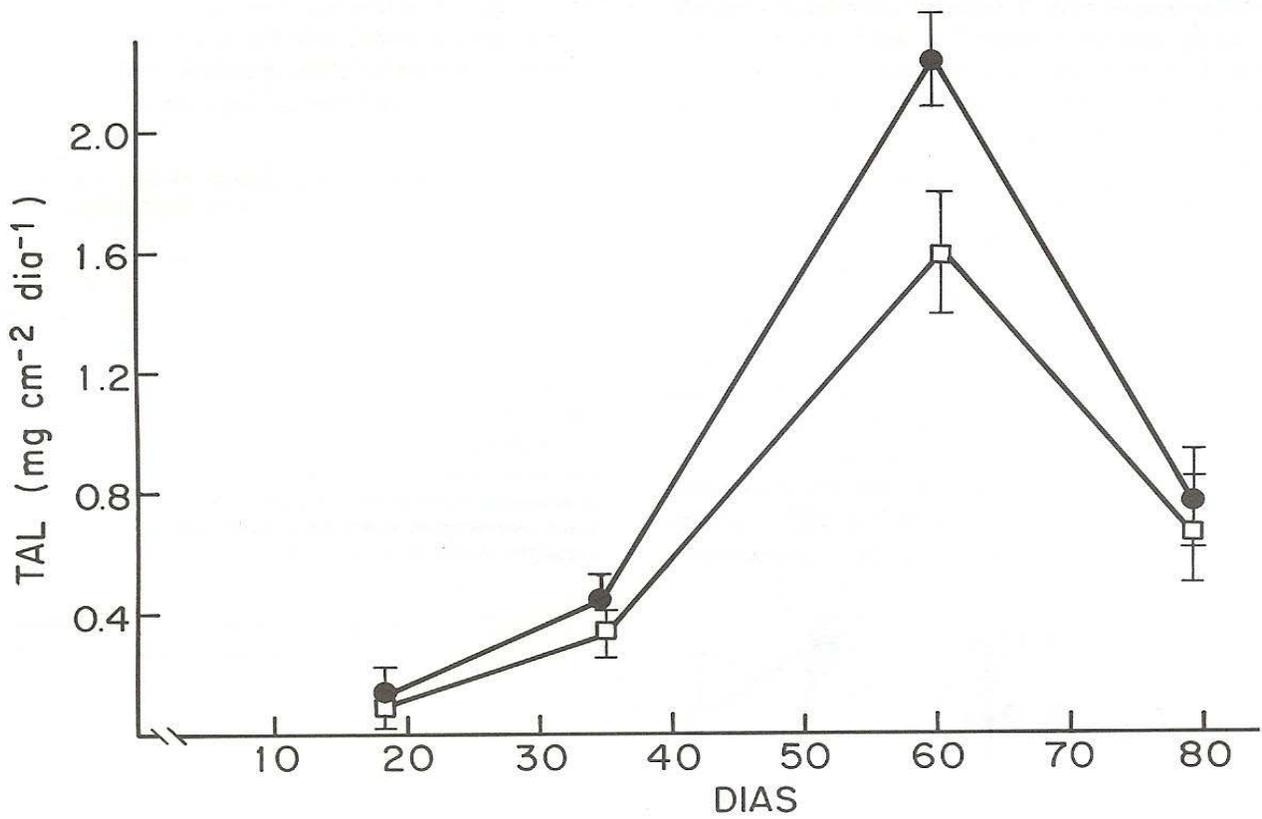


FIGURA 5 – TAXA DE ASSIMILAÇÃO LÍQUIDA (TAL) ● CONTROLE; □ TRATAMENTO.

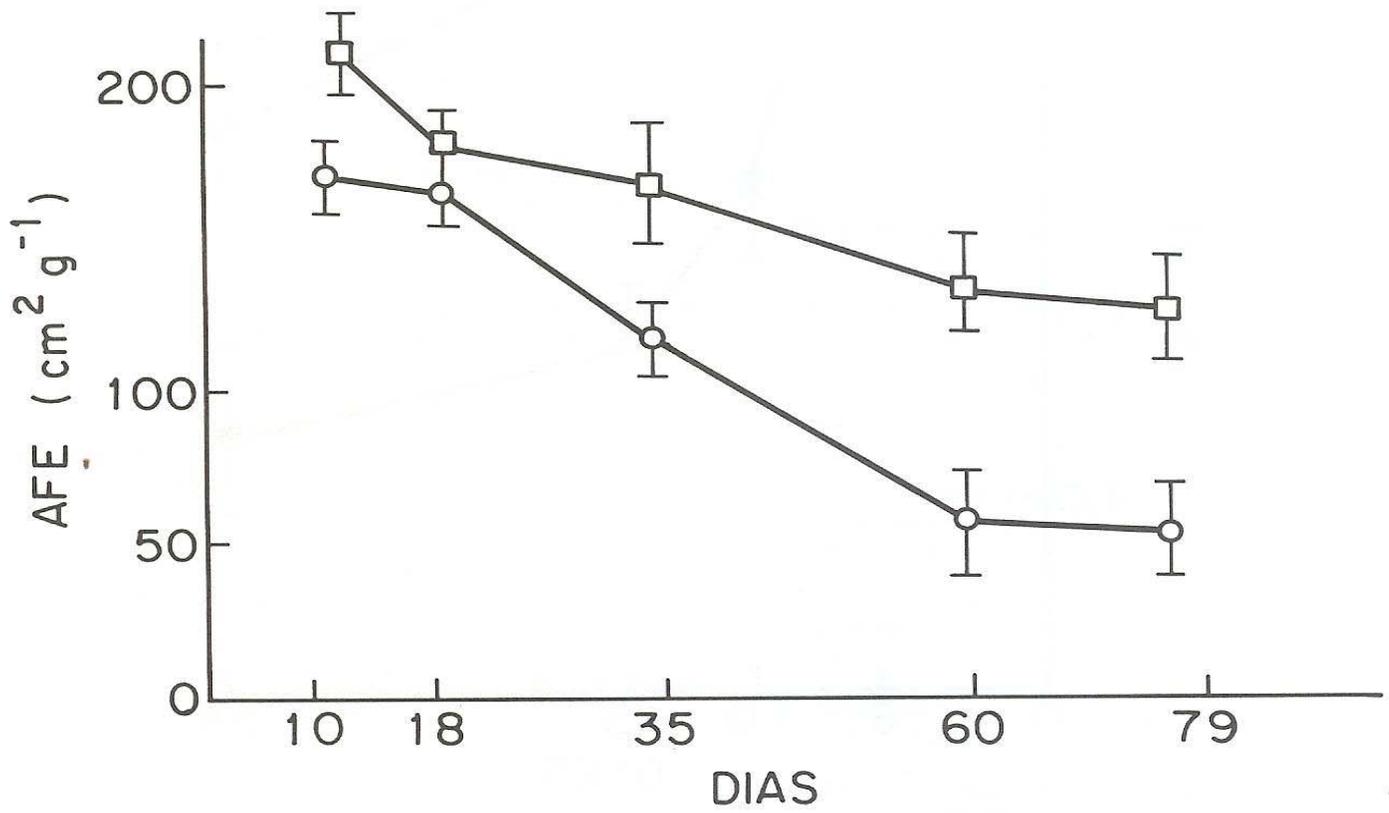


FIGURA 6 – ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA (AFE). □ CONTROLE; ○ TRATAMENTO.

O mesmo ocorre com a taxa de assimilação líquida (TAL), e taxa de área foliar específica (AFE) representadas pelas Figuras 5 e 6, onde TAL medindo a eficiência do aparato fotossimilador pelo aumento da biomassa mostra um valor máximo aos 60 dias decrescente a seguir; enquanto AFE que expressa a razão entre a área foliar e o peso das folhas evidencia uma curva descendente contínua.

A nível anatômico verificamos diferenças significativas na largura do câmbio vascular, e diâmetro do xilema em análise de cortes transversais de caule. Os dados apresentados na Tabela 2 permitem inferir que as alterações no desenvolvimento geral da planta verificadas, são reflexos também das alterações nos padrões de desenvolvimento dos tecidos internos, pois implicam em redução de crescimento e capacidade do tecido condutor de nutrientes.

O teor de amido nos cotilédones durante o período que os mesmos perduraram, isto é, do 6^o ao 25^o. dia após a semeadura, é apresentado na Figura 7. Os dados mostram

claramente a diferença a nível metabólico na degradação desta reserva entre, plantas controles e as originadas de sementes tratadas. Esta discrepância indica um provável efeito também no processo degradativo do amido.

TABELA 2 — Medidas da largura do câmbio e diâmetro do xilema de cortes transversais de caule do "amendoim-bravo", com 15 dias de idade.

	Largura do câmbio (μ)	Diâmetro do xilema (vaso mais próximo do cortex) (μ)
CONTROLE	130.0 \pm 15.0 a	86.3 \pm 13.0 a
CITRONELOL	95.0 \pm 11.0 b	55.0 \pm 10.0 b

a, b valores acompanhados por letras diferentes em uma mesma coluna representam diferenças significativas a nível de P-0,05 pelo teste "t".

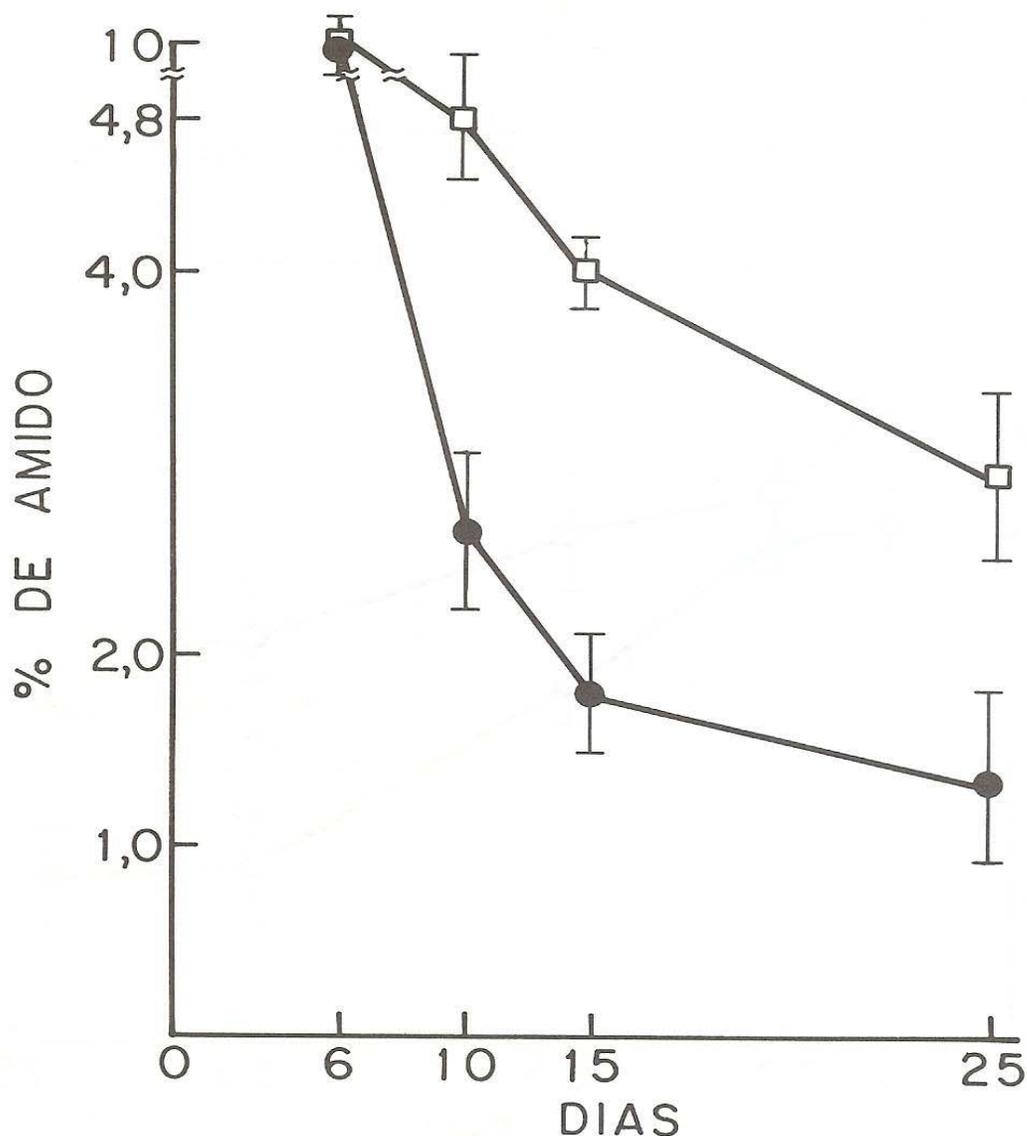


FIGURA 7 — TEOR DE AMIDO DOS COTILÉDONES DURANTE DIFERENTES ESTÁGIOS DA PLANTA EM QUE OS MESMOS PERDURARAM ● CONTROLE; □ TRATAMENTO.

A nível fisiológico detectou-se durante oito horas diferença significativa na taxa de respiração a partir da embebição de sementes, e em plântulas após a aplicação do citronelol, conforme mostra a Figura 8; onde também está representado o crescimento do hipocótilo a partir do 2º dia de germinação. Verifica-se que embora as taxas respiratórias, para tratamento e controle, se igualem em valor após 10 horas, sugerindo uma recuperação das plântulas de sementes tratadas a nível fisiológico, a nível morfológico tal não ocorre.

Os resultados deste trabalho mostram o potencial lesivo do citronelol a longo prazo em todo ciclo do amendoim-bravo após sua aplicação nas sementes, levando a alterações durante o processo ontogenético da planta, e indicando pelos efeitos uma provável interação citronelol – genótipo. Colabora nesta suposta ação o trabalho anterior deste autor (GUSMAN et al., 1980) em que o volátil absorvido a nível de sementes quiescentes provoca efeitos de inibição da germinação, ou redução drástica de crescimento logo após a embebição a nível da divisão celular.

É válido inferir, pelos dados obtidos, que se o volátil

citronelol for liberado após aplicado ao solo, em período pré-semeadura, pode, como acontece com outros voláteis aleloquimicamente ativos, (NÉMEC & STRANAK, 1920; MULLER, 1965; HALLIGAN, 1975; MOREIRA, 1979), inibir, e limitar precocemente a germinação e crescimento de plantas daninhas logo após a hidratação do solo. Pesquisa desta natureza será objetivo de próximos trabalhos.

4 -- CONCLUSÕES

A aplicação do citronelol nas sementes do "amendoim-bravo", ocasionou nas plantas desenvolvidas, em condições de campo, efeitos detrimenais sobre os parâmetros biológicos avaliados: peso da matéria seca, altura da planta, área foliar, taxa de crescimento relativo, razão de área foliar, taxa de assimilação líquida, taxa de degradação de amido nos cotilédones, e taxa de respiração.

Desde o crescimento inicial e durante todo período experimental as plantas não apresentaram recuperação dos efeitos provocados sobre todos os aspectos biológicos estudados ao longo do ciclo.

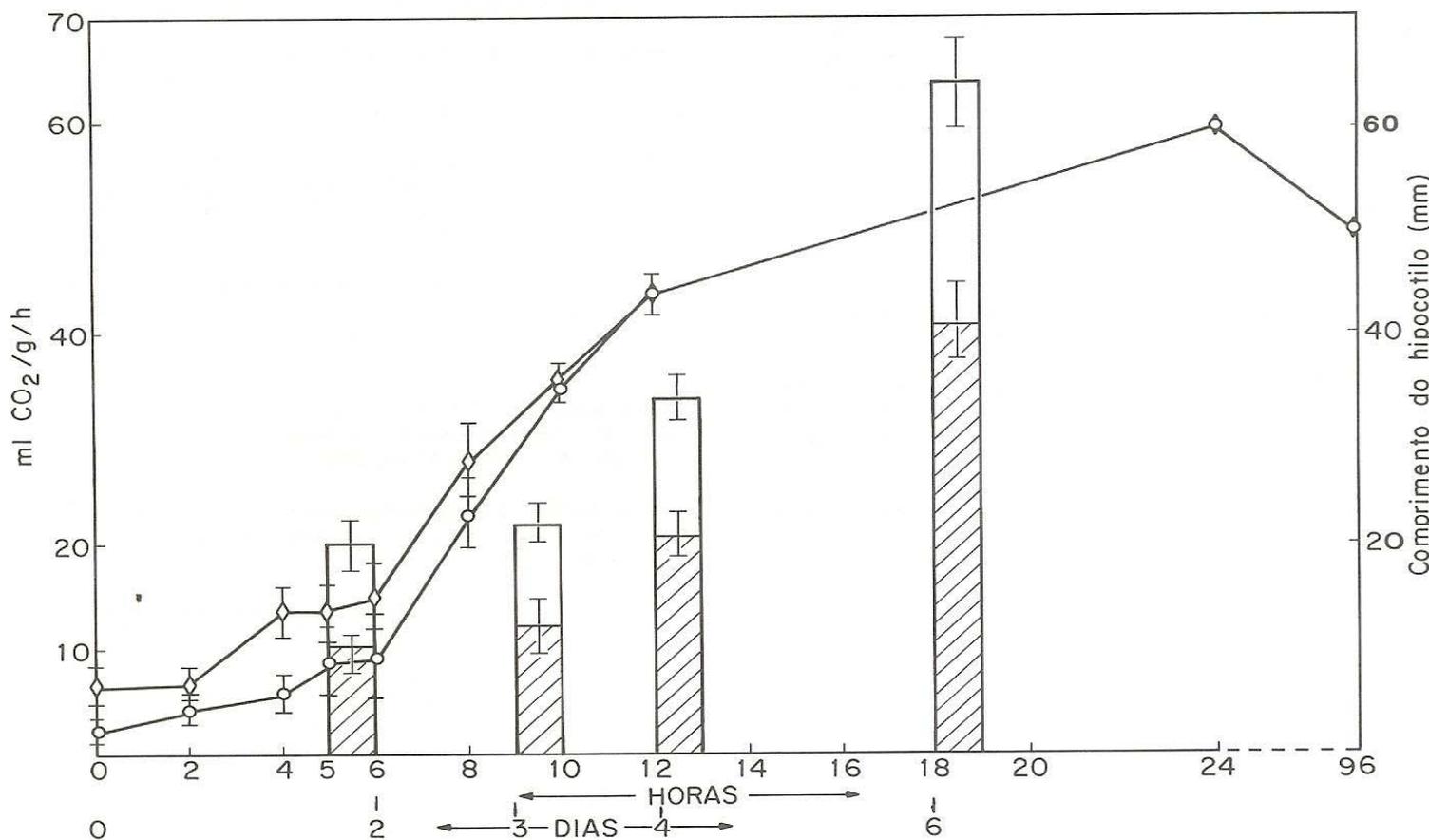


FIGURA 8 – TAXA DE RESPIRAÇÃO E CRESCIMENTO DO HIPOCÓTILO EM PLÂNTULAS DE *E. heterophylla*:
 ◇, □ – CONTROLE;
 ○, □ – TRATAMENTO (CITRONELOL)

GUSMAN, A.B.; PITELLI, R.A.; DIAS, S.M. Effect of the citronelol on germination and development of the wild poensettia (*Euphorbia heterophylla* L.) II. *Semina: Ci. Agr., Londrina*, v.15, n.1, p.14-22, march 1994.

ABSTRACT: *Plants of E. heterophylla L. (wild poensettia), from seeds treated with citronelol (3,7 dimetil-6-octen-01) were studied under field conditions. The main parameters evaluated were: dry matter, plant height, number of leaves, leaf area, relative growth rate, leaf area ratio, net assimilation rate, specific leaf area, and respiration rate. At the anatomic and metabolic level were determined the xylem diameter, vascular cambium width, and the starch content on cotyledones. Since early growth and during all development the results showed detrimental effects of citronelol on all the biological aspects studied.*

KEY WORDS: *weed plant, citronelol effects, growth.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, S.E.; GRINSHAW, H.M.; PARKINSON, J.A.; QUARMBY, C. *Chemical analysis of ecological materials*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1974. 565p.
- CARTWRIGHT, P.M. General growth responses of plants. In: AUDUS, L.J. (ed). *Herbicidas*. 2 ed. London: Academic Press, 1976. v.2, p.335-364.
- CERDEIRA, A.L.; VOLL, E. Germinação do amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla* L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E ERVAS DANINHAS, 13, Ilhéus. Bahia, *Resumo...* 1980, p.96.
- CHEMALE, V.M.; FLECK, N.G. Avaliação de cultivares de soja. (*Glycine max* (L.) Merrill) em competição com *Euphorbia heterophylla* L., sob tres densidades e dois períodos de ocorrência. *Planta Daninha*, v.4, n.2., p.36-45, 1982.
- DAMIÃO FILHO, C.F. *Efeitos do herbicida lactofen sobre aspectos biológicos de tres cultivares de soja (Glycine max (L.) Merrill)*. Rio Claro 1990, 127p. Tese (Doutorado) — Instituto de Biociências Universidade Estadual Julio de Mesquita Filho.
- GAZZIERO, D.L.P.; NEUMAIER, N. Sintomas e Diagnose de Fitotoxicidade de Herbicidas na cultura da soja. Londrina: Embrapa/CNPSO, 1985, 56p. (*Comunicado Técnico 13*)
- GUSMAN, A.B.; MUCCILLO, G.; PIRES, M.H. Efeito do citronelol sobre a germinação e desenvolvimento do "amendoim-bravo" (*Euphorbia heterophylla* L.). *Semina*, v.11., n.1., p.20-24, 1990.
- HALLIGAN. Toxic terpenes from *Artemisia californica*. *Ecology* v.56, p.999-1003, 1975.
- LORENZI, H.J. *Plantas Daninhas do Brasil*. Nova Odessa: [s.n.] 1982. 425p.
- MOREIRA, I. Implicações da alopatia na agricultura. In: SOCIEDADE PORTUGUESA DE CIÊNCIAS NATURAIS COLEÇÃO NATURE, 5., *Anais...* 1979. p.31.
- MULLER, C.H. Inibitory terpenes volatized from *Salvia* shrubs. *Torrey Bot. Club.*, v.92, p.38-45, 1965.
- NÉMEC, A.; STRANAK, F. BEITRAG zur henntnisdes toxicocken Cimflusses der terpene anf die hoheren pflanzen. *Biochem Z.*, v.104, p.200-213, 1920.
- SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, G.S.; GOMES, J.L. P. A cultura da soja. II parte. Viçosa: Imprensa Universitária de UFV, 1985. 75p.
- RIBEIRO, C.J.; PITELLI, R.A.; PERECIN, D. Comparação de métodos para estimativa de área foliar de *Euphorbia heterophylla* L. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA 28., *Resumos...* Belo Horizonte, 1977
- RODELLA, R.A. *Efeitos da atrazina da alachor e do 2,4 D sobre características morfo-anatômicas e agrônômicas de sorghum bicolor L. Moench*. Rio Claro: UNESP, 1987. 278p. Tese (Doutorado) — I.B. de Rio Claro, UNESP.
- WILLIAMS, R.F. The physiology of plant growth with special reference to the concept of net assimilation rate. *Ann. Bot. N.S.*, v.10, p.41-71, 1946.
- WILSON, A.K. *Euphorbia heterophylla*, a review of distribution, importance and control. *Tropical Pest. Managem*, v.27, n.1., p.32-38, 1981.

Recebido para publicação em 27/3/1992