

Influência do Diuron sobre a Transpiração do Amendoim-Bravo

I. Planta Jovem¹ (*Euphorbia heterophylla* L.)

D.M. Mathias-Dos-Santos*, G.M. Corso*

ABSTRACT

The effects of different concentrations of the herbicide diuron on transpiration was studied in 15 day-old plants of the common weed *Euphorbia heterophylla* L. The herbicide used in the experiments has a widespread action on large-leaf weeds and is included in the group of substituted ureas. The treatments included the control (G_1) and concentrations of 6.702×10^{-4} M (G_2) and 3.35×10^{-3} M (G_3). The results were obtained by weighing intact plants in pots. The data on the daily course of the microclimatic conditions (temperature, relative humidity, light intensity and evaporation) were obtained simultaneously with the experiments on transpiration. The results of this experiments showed that both concentrations of diuron reduced transpiration of young plants of *E. heterophylla*.

COMPENDIO

Los efectos de diferentes concentraciones del herbicida "diuron" sobre la transpiración fueron estudiadas en plantas con 15 días de edad de la planta invasora *Euphorbia heterophylla* L. El herbicida utilizado en los experimentos tiene amplia acción sobre invasoras de hojas anchas y está incluido en el grupo de las ureas substituidas. Los tratamientos incluyeron el control (G_1) y concentraciones de 6.702×10^{-4} M (G_2) y 3.35×10^{-3} M (G_3). Los resultados fueron obtenidos por el peso de las plantas enteras envasadas. Los datos sobre la marcha diaria de las condiciones microclimáticas (temperatura, humedad, y evaporación) fueron obtenidos simultáneamente con los experimentos de la transpiración. Los resultados de estos experimentos mostraron que ambas concentraciones de diuron redujeron la transpiración de plantas jóvenes de *E. heterophylla*.

INTRODUÇÃO

E *uphorbia heterophylla* L. conhecida vulgarmente no Brasil como amendoim-bravo ou leiteira é uma das espécies mais difíceis de se controlar quimicamente e, em função de sua elevada competitividade e agressividade, é séria infestante de culturas em regiões tropicais e subtropicais (2, 4, 11, 12).

O diuron (3-(3,4-(diclorofenil)-1,1-dimetil-uréia) pertence ao grupo das uréias substituídas (3, 5, 8). Introduzido pelas Indústrias Químicas Du Pont em 1952, o herbicida é comercializado sob o nome de "Karmex 80%". O diuron é translocado via apoplasto e caracteriza-se principalmente por ser um efetivo inibidor da reação de Hill (9, 16) As características gerais deste herbicida podem ser encontradas em

Almeida e Rodrigues (3), Camargo (5), Fryer e Ma-kepeace (8) e Von Hertwig (23), entre outros.

Van Oorschot (22) salienta que os herbicidas de translocação apoplástica retardam o movimento da água, determinando assim alterações na transpiração. Experimentos realizados em brotos e folhas destacadas de feijão (14, 15) e em plantas intactas de tomate (20) e de cevada (22) demonstraram que a aplicação do diuron, em diferentes concentrações, retarda o fluxo de água.

Sedgley e Boersma (19) verificaram que o valor da transpiração em plântulas de trigo diminui imediatamente após a aplicação do diuron. A redução da transpiração foi também observada quando diferentes doses de diuron foram aplicadas em folhas de milho (1) e de aveia (18)

Devido a ausência de investigações a respeito das restrições hídricas em *E. heterophylla* tratada com herbicidas, o objetivo do presente trabalho foi verificar a influência do diuron sobre a transpiração de plantas jovens desta espécie

MATERIAL E MÉTODOS

Para obtenção das plantas jovens, foram utilizados 45 copos plásticos (vasos) com 16 cm² de área e 50 g de solo argiloso (Quadro 1).

¹ Recebido para publicação 17 de abril 1988.

Parte de Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro e defendida em 11/07/86. Auxílio financeiro: CNPq e CAPES.

Agradecimento a la Sra. Carmem Silvia C. Raghianti do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Rio Claro, pelos serviços datilográficos prestados e ao Prof. Omar Pesantes do Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Rio Claro, pela atenção e auxílio na elaboração do resumo deste trabalho.

* Depto de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP. C.P. 178, 13500 Rio Claro, SP, Brasil.

Quadro 1. Análise química do solo Meq/100 g de T.F.S.A.

pH	M.O.	H ⁺	Al ³⁺	K ⁺	PO ₄ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺
5.40	3.825	5.92	0.32	0.580	0.096	3.437	1.417

O herbicida apresenta-se sob a forma de pó molhável, contendo 800 g de ingrediente ativo por quilo e as diluições foram feitas a partir de uma solução-mãe calculada em 0.7812 g/l e convertidas à molaridade. Foram usadas, além da testemunha sem herbicida (G₁), duas concentrações: 125 ppm i.a (G₂) e 625 ppm i.a (G₃), correspondentes, respectivamente, a 6.702 x 10⁻⁴M e a 3.35 x 10⁻³M. As aplicações do herbicida foram feitas logo após o preparo das concentrações.

A cada dia foram utilizadas cinco repetições por tratamento, totalizando respectivamente 15 repetições para G₁, G₂ e G₃, ao longo de três dias consecutivos. Os tratamentos G₁, G₂ e G₃ foram aplicados sobre as plantas jovens, quando estas alcançaram 15 dias de idade, e se apresentaram sem folhas cotiledonares e com quatro nomofilos. Para cada tratamento foi utilizado um pulverizador manual marca Flora, com capacidade de 1 litro. Os lotes de 15 vasos referentes aos tratamentos G₁, G₂ e G₃ foram mantidos em três bandejas de plástico com água depositada no fundo, dispensando a rega direta nas plantas. Após 24 horas da pulverização dos tratamentos G₁, G₂ e G₃, foi medida a transpiração pelo método da pesagem de plantas inteiras envasadas, utilizando três balanças analíticas Mettler com limite de capacidade de 2 000 g e sensibilidade de 1 mg. Cada balança permanecia sempre nas proximidades das plantas estudadas.

Para que não houvesse perda de água através dos vasos, estes foram envolvidos, meia hora antes do início dos experimentos, em sacos plásticos transparentes amarrados nas hastes das plantas, deixando-se livres as folhas. Para cada dia de experimento, cinco

Quadro 2. Análisis de variância.

Coefficiente de variação (cv)	Grau de liberdade (gl)
Blocos (dias)	2
Tratamentos (A) (G ₁ , G ₂ e G ₃)	2
Momento (B) (intervalo de tempo)	5
Interação (A x B)	10
Resíduo	34
Total	53

Quadro 3. Percentagem de inibição da transpiração dos tratamentos G₂ e G₃, considerando o valor de G₁ como 100% (27/03/84).

Tratamentos	Inibição da transpiração (%)					
	Horas					
	8	10	12	14	16	18
G ₂	55.5	59.0	44.1	46.3	56.5	65.4
G ₃	41.6	50.6	40.4	48.2	63.8	72.0

vasos de G₁, G₂ e G₃ foram inicialmente pesados a partir das 6:00 horas, de duas em duas horas até às 18:00 horas. As pesagens dos 15 vasos foram efetuadas simultaneamente. Ao final da última pesagem, foram retirados os moldes de todas as folhas dos vasos para posterior cálculo das áreas foliares, segundo Corso (7). A perda de água por transpiração foi calculada em mg/dm²/min.

As condições microclimáticas (temperatura, umidade relativa do ar e intensidade luminosa) foram medidas de hora em hora durante os experimentos da transpiração. Para obtenção dos dados de temperatura e umidade relativa do ar, foi utilizado um termo-higrômetro René Graf e, para as medidas de intensidade luminosa, um luxímetro portátil Metrawatt Metrux 3 acoplado a um filtro solar, quando necessário.

Os dados de evaporação foram obtidos utilizando um evaporímetro gravimétrico M (6, 7) pesado numa balança Mettler com a mesma capacidade e sensibilidade daquelas usadas na medida da transpiração. Essa balança era provida na sua parte basal de um gancho que sustentava um disco de papel mata-borrão verde (área evaporante). Para efeito de comparação os valores de evaporação foram reduzidos à mesma unidade dos valores de transpiração (mg/min/dm²).

Os valores de transpiração relativa foram calculados pela fórmula $\frac{Tt}{E} \times 100$, onde Tt representa a transpiração total (cuticular e estomática) e E representa a evaporação (7).

Foram calculados a média, desvio padrão e o coeficiente de variação para cada tratamento (G₁, G₂ e G₃) em intervalo de tempo de duas horas. O termo "momento" foi usado para identificar esses intervalos. Deste modo, ao longo do dia foram estabelecidos seis momentos de pesagens (M₁ - M₆).

A partir das médias foi construído para cada tratamento o gráfico do andamento diário da transpiração, ao longo dos seis momentos analisados.

A avaliação dos efeitos de interação (tratamento x momento) e do efeito de tratamento e de momento, foi efetuada aplicando-se a análise de variância em blocos casualizados, onde o bloco representa o dia de medida, considerando-se um experimento fatorial com dois fatores, tratamento e momento (Quadro 2).

A significância dos valores de transpiração foi estimada pelo teste de Tukey (21) para o nível $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão nas Figs. 1 a 4 e nos Quadros 3 a 9.

As curvas de transpiração dos três tratamentos evidenciam que as perdas de água, nas plantas tratadas com herbicida (G₂ e G₃), são menores do que nas testemunhas (G₁). Os dados de transpiração apresentados nos Quadros 3 a 5 indicam valores percentuais elevados de inibição da transpiração. Verifica-se que a inibição máxima provocada pelos tratamentos com herbicida foi de 65.4% para G₂ e 72.0% para G₃ (Quadro 3) e, a inibição mínima indica valores de 21.4% para G₂ e 14.6% para G₃ (Quadro 5). Estes

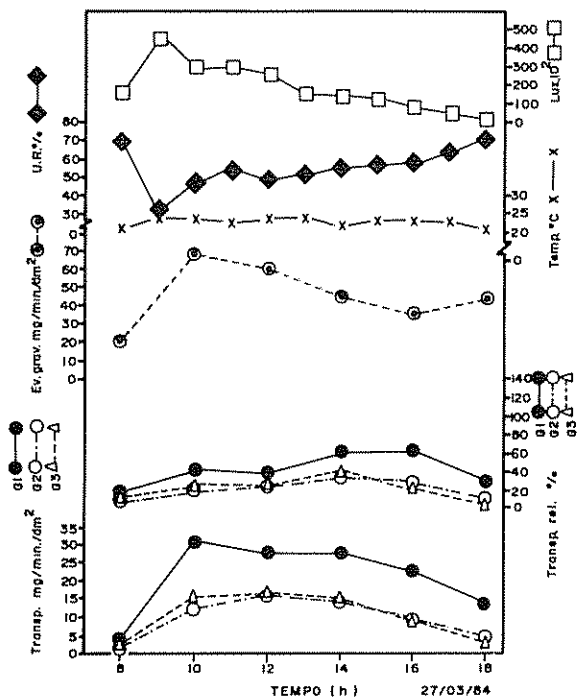


Fig. 1. Andamento diário da transpiração de plantas jovens de *Euphorbia heterophylla* L., submetidas aos tratamentos G₁, G₂ e G₃, e das condições microclimáticas

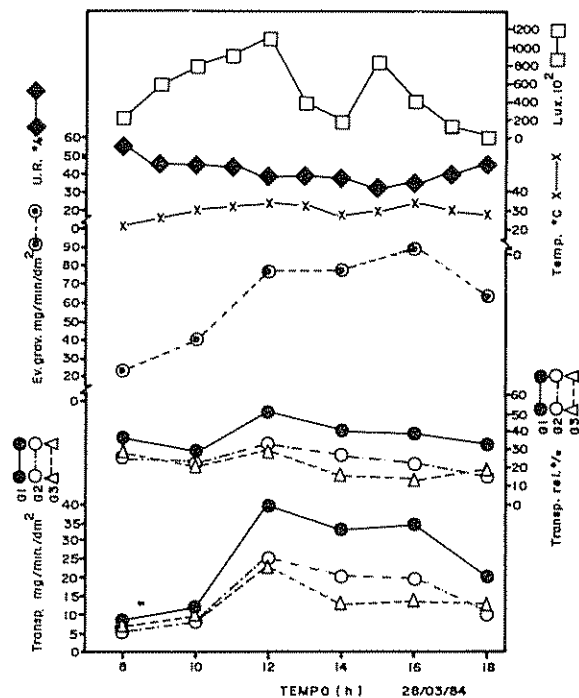


Fig. 2. Andamento diário da transpiração de plantas jovens de *Euphorbia heterophylla* L., submetidas aos tratamentos G₁, G₂ e G₃, e das condições microclimáticas

resultados concordam com os de Minshall (15) e de Smith e Buchholtz (20) que descrevem o diurom como um inibidor da transpiração. Van Oorchot (22) salienta que a influência de herbicidas de translocação apoplástica na transpiração das espécies é muito complexa, pois, tais compostos químicos podem interferir no movimento de água pelas raízes, inibindo o fluxo de subida até as folhas e por conseguinte reduzir a transpiração. Considera também que a fitotoxicidade dos herbicidas pode conduzir à redução da transpiração, especialmente devido a relação entre conteúdo de clorofila e abertura dos estômatos.

De acordo com Health (10) a interferência de produtos químicos na transpiração é esperada, porque muitas substâncias que alteram o metabolismo ou os aspectos do micro-ambiente provocam o fechamento estomático. A inibição da abertura estomática por vários produtos químicos enfatiza a estreita relação entre o fechamento estomático e inibição da fotossíntese (22). A interrelação existente entre valor da transpiração, movimento estomático e conteúdo de água na folha determina que o movimento dos estômatos exerce influência no controle da transpiração (13).

Van Oorschot (22) salienta que, apesar dos efeitos do herbicida, a transpiração pode aumentar devido a

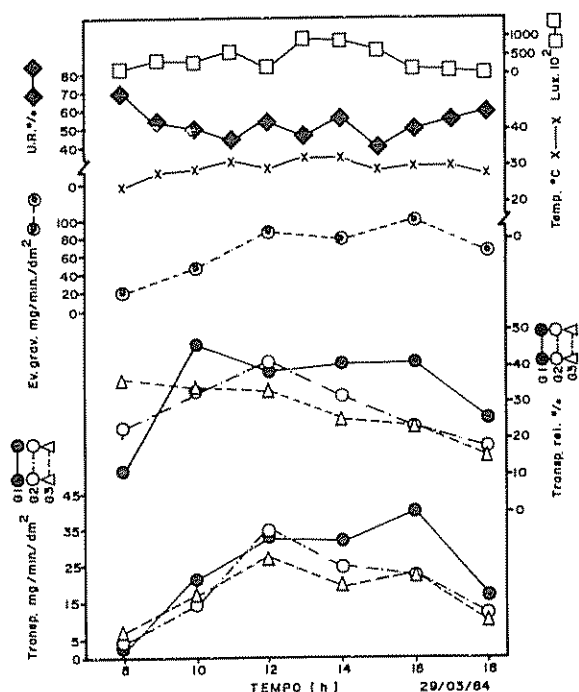


Fig. 3. Andamento diário da transpiração de plantas jovens de *Euphorbia heterophylla* L., submetidas aos tratamentos G₁, G₂ e G₃, e das condições microclimáticas

Quadro 4. Percentagem de inibição da transpiração dos tratamentos G₂ e G₃, considerando o valor de G₁ como 100% (28/03/84).

Tratamentos	Inibição da transpiração (%)					
	Horas					
	8	10	12	14	16	18
G ₂	31.4	26.0	36.6	37.2	43.5	51.4
G ₃	25.6	28.6	42.9	62.4	62.2	46.2

influência de altas temperaturas sobre a abertura estomática. Muzik (17) afirma que altas temperaturas podem causar injúria indireta nas plantas pela alteração entre a água absorvida pelas raízes e a perda através da transpiração. Quando a temperatura aumenta, o valor da transpiração eleva-se em decorrência da diminuição da pressão de vapor do ar quente e da temperatura foliar. O autor afirma que altas temperaturas causam pronunciadas mudanças físicas e metabólicas nas plantas, muitas das quais devem ser críticas nas suas respostas ao herbicida. Temperaturas elevadas aumentam a duração do efetivo controle com o diuron, devido ao efeito do herbicida sobre as

forças de Van der Waals (forças de atração molecular) e consequente diminuição da absorção de água no solo. Muzik (17) esclarece que a ação de muitos herbicidas é afetada pela intensidade luminosa, cuja alta intensidade favorece a entrada e translocação da maioria destes produtos. Nas Figs. 1 a 3 verifica-se que houve aumento da transpiração no mesmo período em que se registraram os maiores valores de intensidade luminosa e de temperatura e os menores de umidade relativa do ar. A diminuição dos valores

Quadro 5. Percentagem de inibição da transpiração dos tratamentos G₂ e G₃, considerando o valor de G₁ como 100% (29/03/84).

Tratamentos	Inibição da transpiração (%)					
	Horas					
	8	10	12	14	16	18
G ₂	-105.2	28.3	-5.5	21.4	43.2	29.1
G ₃	-231.5	25.8	14.6	37.5	42.8	38.7

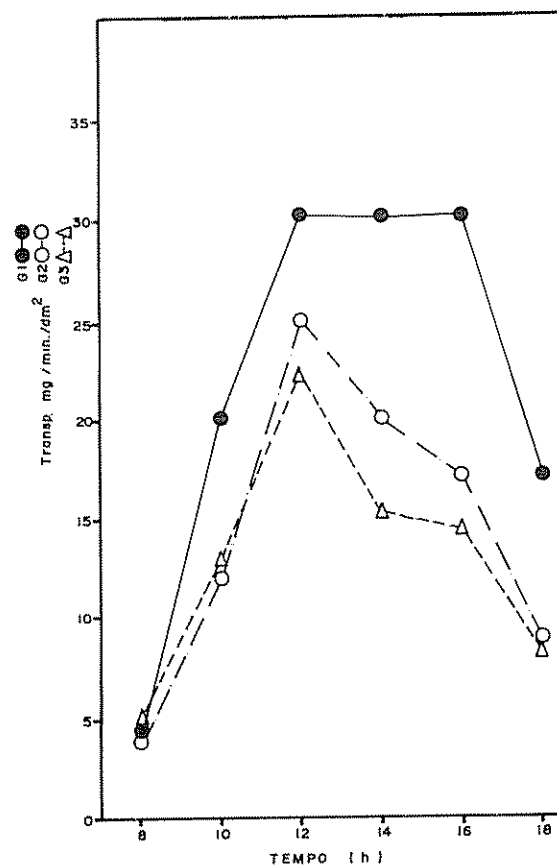


Fig. 4. Médias da transpiração de plantas jovens de *Euphorbia heterophylla* L., submetidas aos tratamentos G₁, G₂ e G₃, em cada um dos seis momentos estudados.

Quadro 6. Média (\bar{x}), desvio padrão (s) e coeficiente de variação (cv) da transpiração de plantas jovens de *Euphorbia heterophylla* L., médias em três grupos (G₁, G₂, G₃), em seis momentos (intervalo de tempo: M₁ - M₆) e em três dias diferentes (blocos).

	G ₁						G ₂						G ₃					
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆
\bar{x}	4.7	21.1	33.4	30.6	31.7	17.3	3.8	12.1	25.1	20.1	17.2	9.0	5.0	13.0	22.4	15.4	14.5	8.5
s	3.5	9.6	6.1	2.6	9.5	4.0	2.2	3.0	9.5	5.0	6.7	3.8	2.4	4.0	5.7	4.0	7.3	4.1
cv	74.1	45.3	18.0	8.6	30.0	22.7	56.6	25.0	38.0	25.2	39.1	42.2	49.8	30.0	25.5	25.4	50.6	48.5

Quadro 7. Análise de variância fatorial inteiramente casualizada para a transpiração de plantas jovens de *Euphorbia heterophylla* L.

Causa da variação	GL	SQ	QM	F [*] calculado	F [*] crítico/0.05	F [*] crítico/0.01
Blocos	2	359 4 765	179 - 7 382			
Herbicida (A)	2	1 069 7 500	534 - 8 750	23.14**	3.28	5.29
Momento (B)	5	2 977 5 742	595 - 5 146	25.77**	2.49	3.61
Interação (AxB)	10	323 3 164	32 - 3 316	1.40	2.12	
Resíduo	34	785 6 250	23 - 1 066			
Total	53	5 514 7 422				

de transpiração também coincidiu com os menores valores de luminosidade e de temperatura e os maiores de umidade relativa do ar, confirmando as proposições dos autores.

No Quadro 6 verifica-se que, em cada momento, a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação, nas plantas submetidas ao tratamento G₁, foram superiores aos dos tratamentos G₂ e G₃. Os tratamentos com herbicida não diferiram entre si. Na Fig. 4 observa-se que as plantas jovens atingiram o mínimo de transpiração em M₁ (8:00 horas) e o máximo em M₃ (12:00 horas). Nos demais momentos, os valores foram intermediários. As plantas jovens dos tratamentos G₂ e G₃ reduziram acentuadamente sua transpiração, em relação às plantas testemunhas G₁, das 12:00 às 16:00 horas. Portanto, têm-se, para a va-

riável tratamento a equação: G₁ > (G₂ = G₃) e, para a variável momento, a equação: M₁ < (M₂ = M₅) < M₃. Os Quadros 7 a 9 a revelam que existe efeito do herbicida para o conjunto dos seis momentos e efeito de momento para o conjunto dos três tratamentos (G₁, G₂ e G₃).

CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos pode-se concluir que houve inibição da transpiração nos tratamentos com herbicida (G₂ e G₃). Salienta-se, contudo, que as condições microclimáticas influenciaram, também, a redução da perda de água.

Quadro 8. Contrastes entre médias de grupos, pelo método de Tukey, para a variável tratamento (G₁, G₂ e G₃). Diferença mínima significativa $\alpha = 0.05$: $\Delta^* = 3.92$. Plantas jovens de *Euphorbia heterophylla* L.

Contraste	G ₂	G ₃
G ₁	8.66*	10.06*
G ₂	-	1.40

Quadro 9. Contrastes entre médias de grupos, pelo método de Tukey, para a variável momento (intervalo de tempo: M₁ - M₆). Diferença mínima significativa para $\alpha = 0.05$: $\Delta^* = 6.84$. Plantas jovens de *Euphorbia heterophylla* L.

Contraste	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆
M ₁	10.93*	22.47*	17.53*	16.73*	7.13*
M ₂	-	11.54*	6.62*	5.86	3.80
M ₃	-	-	4.92	5.68	15.34*
M ₄	-	-	-	0.76	10.42*
M ₅	-	-	-	-	9.66*

A análise estatística dos dados evidenciou alta significância (1%) para os tratamentos G₂ e G₃, indi-

cando que o diuron, nas condições e concentrações estudadas, reduz a perda de água em plantas jovens de *E. heterophylla*.

LITERATURA CITADA

1. AHMED, S.; FLETCHER, R.A. 1981. Reduced transpiration and increased water efficiency by diuron in corn (*Zea mays*). *Weed Abstracts* 30(1):39.
2. ALLEM, A.C. 1975. Estudo taxonômico do gênero *Euphorbia* L. (Euphorbiaceae) no Rio Grande do Sul - Brasil. Tese Mest. Porto Alegre, Instituto de Biociências, UFRGS. 123 p.
3. ALMEIDA, F.S. DE.; RODRIGUEZ, B.N. 1985. Guia de Herbicidas. Londrina, IAPAR. 482 p.
4. BACCHI, O.; LEITAO FILHO, H. de F.; ARANHA, C. 1984. Plantas invasoras de culturas. Campinas, Editora da UNICAMP. v.3, p. 729-732.
5. CAMARGO, P.N. 1972. Herbicidologia. In CAMARGO, P.N. (Coord.). Texto básico de controle químico de plantas daninhas. Piracicaba, ESALQ. p. 124-130.
6. CORSO, G.M. 1968. Estudo comparativo de evaporímetros. *Ciência e Cultura (S.P.)* 20(2):315-316.
7. CORSO, G.M. 1972. Efeito de fungicida à base de cobre sobre o balanço hídrico do tamateiro. Tese. Rio Claro, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 128 p.
8. FRYER, J.D.; MAKEPEACE, R.J. 1977. *Weed Control Handbook*. Blackwell Scientific Publications. 510 p.
9. GOOD, N.E. 1961. Inhibitors of the Hill Reaction. *Plant Physiology*. Lancaster 36(6):788-803.
10. HEATH, O.V.S. 1959. The water relations of stomatal cells and the mechanisms of stomatal movements. In *Plant Physiology: Plants in Relation to Water and Solutes* Ed. by Steward, F.C. New York, London, Academic Press, v.2, p. 193-247.
11. LORENZI, H. 1976. Principais ervas daninhas do Estado do Paraná. *Boletim Técnico, IAPAR, Paraná*, 2. p. 100.
12. LORENZI, H. 1982. *Plantas Daninhas do Brasil*. Nova Odessa. Edição do autor. 425 p.
13. MILIHORPE, F.L.; SPENCER, E.J. 1957. Experimental studies of the factors controlling transpiration. III. The interrelations between transpiration rate, stomatal movement and leaf-water content. *Journal of Experimental Botany* 8(24):413-437.
14. MINSHALL, W.H. 1957. Influence of light on the effect of 3-p-(chlorophenyl)-1, 1-dimethylurea on plants. *Weeds* 5(1):29-33.
15. MINSHALL, W.H. 1960. Effect of 3-(4-chlorophenyl)-1, 1-dimethylurea (monuron) on dry matter production, transpiration, and root extension. *Canadian Journal Bot.*, Ottawa, 58:201-215.
16. MORELAND, D.E.; HILTON, J.L. 1976. Actions on photosynthetic systems. 2 ed. In *Herbicides: physiology, biochemistry, ecology* Ed. by Audus, L.J. London, New York, San Francisco Academic Press. v.1, Cap. 16, p. 493-523.
17. MUZIK, T.J. 1976. Influence of environmental factors on toxicity to plants. 2 ed. In *Herbicides: physiology, biochemistry, ecology*. Ed. By Audus, L.J. London, New York, San Francisco, Academic Press, v.2, Cap. 7, p. 203-247.
18. RAO, C.N.; VERMA, O.P.S.; SASIRY, J.A.; DUTTA, T.R. 1977. Use of diuron and atrazine as anti-transpirants in fodder oats. *Herbage Abstracts* 47(7):217.
19. SEDGLEY, R.H.; BOERSMA, L. 1969. Effect of soil water stress and soil temperature on translocation of diuron. *Weed Science* 17(3):304-306.
20. SMITH, D.; BUCHHOLIZ, K.P. 1964. Modification of plant transpiration rate with chemicals. *Plant Physiology Lancaster* 39:572-578.
21. SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. 1967. *Statistical Methods*. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, 593 p.
22. VAN OORSCHOI, J.L.P. 1976. Effects in relation to water and carbon dioxide exchange of plants. 2 ed. In *Herbicides: physiology biochemistry, ecology*. Ed. by Audus, L.J. London, New York, San Francisco, Academic Press, v.1, Cap. 10. p. 305-333.
23. VON HERIOWIG, K. 1977. *Manual de Herbicidas desfolhantes, dessecantes e fitorreguladores*. São Paulo, Edição Ceres. 480 p.