

I. BOTÂNICA, FITOQUÍMICA E FISILOGIA DE PLANTAS

SÍTIOS DE PENETRAÇÃO DO QUINCLORAC EM SEMENTES E PLÂNTULAS DE PEPINO E CAPIM-ARROZ ⁽¹⁾

LUCIANO DO AMARANTE ^(2,4) e NEI FERNANDES LOPES ^(3,5)

RESUMO

Experimentos realizados em casa de vegetação ou em laboratório, em Viçosa (MG), visaram determinar os sítios preferenciais de penetração do quinclorac em sementes e plântulas de *Echinochloa* spp. e *Cucumis sativus* L. cv. Caipira AG 221. O quinclorac foi eficientemente absorvido por semente, radícula, coleóptilo ou hipocótilo do capim-arroz e do pepino. As maiores reduções no alongamento e na massa seca do sistema radicular e aéreo ocorreram quando o herbicida foi absorvido por radículas, em ambas as espécies, indicando ser o sítio preferencial de penetração em estruturas jovens. O quinclorac produziu sintomas visuais de fitotoxicidade ou alterações morfológicas nas plantas tanto de pepino quanto de capim-arroz.

Termos de indexação: pepino, *Cucumis sativus* L., capim-arroz, *Echinochloa* spp., herbicida.

ABSTRACT

SITES OF QUINCLORAC UPTAKE IN SEEDS AND SEEDLINGS OF CUCUMBER AND BARNYARDGRASS

The experiments were carried out under greenhouse or laboratory conditions at Viçosa, State of Minas Gerais, Brazil, in order to determine the preferential sites of quinclorac uptake in seeds and seedlings of *Echinochloa* spp. and *Cucumis sativus* L. cv. Caipira AG 221. The quinclorac was efficiently uptaken by seed, radicle,

⁽¹⁾ Parte da Tese de Mestrado em Fisiologia Vegetal do primeiro autor. Recebido para publicação em 11 de novembro de 1993 e aceito em 2 de janeiro de 1995.

⁽²⁾ Pós-graduado. Universidade Federal de Viçosa. Atualmente no Instituto de Química e Geociências, UFPEL, 96010-900 Pelotas (RS).

⁽³⁾ Universidade Federal de Viçosa. Atualmente no Instituto de Biologia, UFPEL, 96010-900 Pelotas (RS).

⁽⁴⁾ Bolsista do CNPq.

⁽⁵⁾ Bolsista da CAPES.

coleoptile or hypocotyl of barnyardgrass and cucumber. The herbicide uptake by radicle produced great reduction on elongation and dry weight of shoots and roots in both species, indicating that radicle may be the preferential site of quinclorac penetration in young structures. The quinclorac induced visual symptoms of phytotoxicity or morphological alterations in cucumber and barnyardgrass plants.

Index terms: cucumber, *Cucumis sativus* L., barnyardgrass, *Echinochloa* spp., herbicide.

1. INTRODUÇÃO

Em muitos casos, a tolerância de uma cultura a determinado herbicida depende do grau de absorção e, este, do sítio de penetração do produto na planta. Por outro lado, a rota primária de entrada de herbicidas nas plantas varia com as características específicas da planta daninha a ser controlada (Hess, 1985).

O herbicida quinclorac é aplicado em pós-emergência da cultura e das plantas daninhas, embora sua absorção ocorra principalmente pelo sistema radical e, em menor escala, por via foliar, tanto nas plantas de pepino como de capim-arroz (Kashibuchi et al., 1987; Berghaus & Wuerzer, 1989). Além disso, a quantidade do produto que permanece no solo após a aplicação, em pós-emergência, permite um controle residual satisfatório das plantas daninhas, evitando reinfestações (Smith Jr. & Nastasi, 1989).

No entanto, trabalhos relatam a eficiência do controle de várias espécies de plantas daninhas, quando o quinclorac é aplicado em pré-emergência, como os de Reeves et al. (1989); Bruce & Kells (1950); Kiessling & Pfenning (1987); Enache & Ilnicki (1991); Schmidt & Haden (1991), justificando-lhe boa atividade residual. Quando aplicado em pré-plantio incorporado e em pré- ou pós-emergência, controla plantas de capim-arroz até duas ou três semanas após a aplicação (Crawford & Collins, 1989; Smith Jr. & Nastasi, 1989).

O sítio de absorção de herbicidas aplicados ao solo pode ser um fator importante para determinar se dado herbicida pode ser mais fitotóxico quando incorporado ao solo ou quando aplicado à superfície. Os herbicidas que preferencialmente penetram na planta através das raízes podem ter pouco efeito se aplicados à superfície, a menos que

alcancem a zona radicular (Prendeville et al., 1967). O posicionamento ótimo do herbicida dependerá da rota mais efetiva de entrada: pelas raízes ou pela parte aérea. Além disso, para um controle seletivo de plantas daninhas nas culturas, com herbicidas incorporados ao solo, é importante conhecer os sítios de penetração que conduzam ao seu mais efetivo controle, com menor injúria às culturas (Parker, 1966; Gray & Weierich, 1969).

Este trabalho objetivou determinar os possíveis sítios de penetração preferencial do quinclorac em *Echinochloa* spp. e *Cucumis sativus* L.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Absorção por sementes

Sementes de pepino (*Cucumis sativus* L. cv. Caipira AG 221) e de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio 0,5%, por 10 minutos, e lavadas em água destilada, foram deixadas para embebição durante 24 horas, em placas de Petri, contendo 15 ml de soluções de quinclorac (ácido-3,7-dicloro-8-quinolino-carboxílico) em tampão trizma-base 10^{-3} mmol/m³, pH 6,5, nas concentrações de 0, 10^{-7} , 10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} e 10^{-3} mmol/m³, a 25°C no escuro. Posteriormente, foram lavadas em água destilada e semeadas em vasos plásticos, contendo areia lavada com ácido clorídrico (10^{-3} mol/m³) e água, para eliminar a matéria orgânica, na densidade de três e cinco plantas por vaso, para as espécies de pepino e capim-arroz respectivamente. As plantas foram irrigadas com solução nutritiva de Hoagland (Hoagland & Arnon, 1950), na proporção de 200 ml de solução nutritiva por quilograma de areia seca, e o substrato dos vasos mantido próximo à capacidade de campo. Os vasos permaneceram em

casa de vegetação durante dezoito dias, quando se realizou a coleta das plantas, determinando-lhes altura, área foliar e massa seca de folhas, caules e raízes dos diferentes tratamentos. Todas as medidas foram transformadas em porcentagem do controle.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos (concentrações de quinclorac) e cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise da variância e da regressão polinomial, determinando-se as concentrações de quinclorac que inibiram o crescimento em 50% (I_{50}).

Verificou-se a altura, tomando-se a distância da superfície até a gema apical. A área foliar foi medida por meio de integrador de área e a massa seca, obtida por secagem do material em estufa com ventilação forçada, a 75°C, até peso constante.

Semanalmente, realizou-se avaliação visual da fitotoxicidade do herbicida, utilizando-se a escala European Weed Research Council (E.W.R.C.), na qual 1 representa fitotoxicidade nula e 9, morte da planta (Frans, 1972).

2.2 Absorção por radículas, coleóptilo e hipocótilo

Empregou-se o sistema de vasos duplos, descrito por Eshel & Prendeville (1967) e modificado por Almeida (1986), constituído de caixa de vidro (0,22 x 0,12 x 0,02 m) com tampa, dividida ao meio por uma placa de acrílico com oito furos de 3 mm de diâmetro cada um.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos (sítios de penetração) e cinco repetições. Utilizou-se o teste de Scott-Knott ao nível de 1%, para detecção de diferenças entre as médias dos tratamentos.

O quinclorac foi diluído em tampão trizma-base 10^{-3} mmol/m³, pH 6,5, resultando na concentração de 10^{-4} mmol/m³, e aplicado na proporção de 150 mL/kg de areia seca.

Para avaliar a absorção do quinclorac pelas radículas, utilizaram-se sementes pré-germinadas de pepino e capim-arroz, com cinco dias de embebição, em tampão trizma-base 10^{-3} mmol/m³, pH 6,5, a

25°C, no escuro. As sementes foram colocadas nos furos da placa divisória, com a radícula voltada para a área contendo areia tratada com o herbicida. A parte aérea foi isolada do sistema radicular, vedando-se os furos da placa com argila.

Avaliou-se a absorção do quinclorac pelo coleóptilo e pelo hipocótilo, utilizando-se plântulas de capim-arroz e de pepino respectivamente. Nesse caso, o sistema radicular cresceu em direção à área da placa contendo areia não tratada e a parte aérea, para a seção em contato com uma camada de 20 mm de areia tratada com o herbicida, a qual foi atravessada pelo coleóptilo e pelo hipocótilo.

As caixas de vidro foram vedadas com fita isolante e mantidas no escuro, em câmara incubadora, a 25°C, por cinco dias. Determinaram-se, posteriormente, o comprimento e a matéria seca da parte aérea e do sistema radicular.

Em todos os ensaios, as caixas de vidro foram mantidas em posição inclinada (60°), na câmara incubadora, durante a realização do experimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quinclorac foi eficientemente absorvido pela semente, pela radícula, pelo coleóptilo e pelo hipocótilo de plântulas de capim-arroz e de pepino (Figuras 1, 2 e 3).

As sementes funcionaram como potente sítio de penetração do quinclorac, apresentando I_{50} entre 10^{-4} e 10^{-3} mmol/m³ para os vários parâmetros avaliados, nas espécies de capim-arroz e de pepino. Concentrações abaixo de 10^{-4} mmol/m³ não foram suficientes para inibir significativamente a maioria dos atributos de crescimento avaliados, em ambas as espécies (Figuras 1, 2 e 3).

Quando o quinclorac foi absorvido por sementes de pepino, a massa seca do caule sofreu forte inibição ($I_{50} = 2 \times 10^{-4}$ mmol/m³), com redução simultânea na altura das plantas ($I_{50} = 10^{-3}$ mmol/m³). O acúmulo de massa seca das folhas e a área foliar foram severamente inibidos, apresentando padrões de inibição semelhantes: com I_{50} de $5,2 \times 10^{-4}$ e $7,4 \times 10^{-4}$ mmol/m³ respectivamente. A absorção

do quinclorac pelas sementes também foi suficiente para inibir em mais de 50% a massa seca da parte aérea e do sistema radicular (Figuras 1 e 3).

Nenhum sintoma visual de fitotoxicidade, como clorose ou necrose, desenvolveu-se em pepino durante o experimento (Quadro 1). Outros sintomas, porém, foram observados: aos 14 dias após a emergência, as plantas tratadas com quinclorac a 10^{-3} mmol/m³ apresentaram as folhas mais jovens retorcidas, deformadas e com expansão reduzida; as duas folhas terminais mostraram-se pouco desenvolvidas e ligadas pela base, formando único limbo; a raiz principal mostrou-se engrossada e definhada nas tratadas com a dose de 10^{-4} mmol/m³; sob a concentração de 10^{-3} mmol/m³, sintomas adversos foram observados no sistema radicular, ocorrendo formação de nódulos semelhantes a tumores do tipo calo na raiz principal e redução do tamanho das raízes secundárias. Houve, ainda, atraso de 48 horas na emergência das plantas submetidas a essa dose, diferentemente do observado para o capim-arroz, cuja germinação foi uniforme para todas as doses

de quinclorac. Isso, de alguma forma, pode estar associado às alterações morfológicas visualizadas nas plantas de pepino a essa concentração. Kay (1992) verificou que o quinclorac induziu alterações morfológicas em biótipos de *Alternanthera philoxeroides*, bastante semelhantes àquelas causadas pela aplicação de herbicidas fenólicos, como o 2,4-D. Houve desfolhamento; má-formação foliar; epinastia das porções mais jovens dos caules; morte parcial das gemas terminais e desenvolvimento de calosidades na região apical e ao longo dos entrenós.

A penetração do quinclorac em sementes de capim-arroz foi suficiente para inibir em mais de 50% o crescimento dos órgãos avaliados. A altura das plantas, no entanto, foi o atributo morfológico menos influenciado pelo herbicida, não chegando a atingir o I₅₀. A área foliar e a massa seca da parte aérea, dos caules e das raízes foram, por sua vez, as características de crescimento mais inibidas, apresentando I₅₀ bastante próximos. A redução da área foliar foi acompanhada por redução na massa

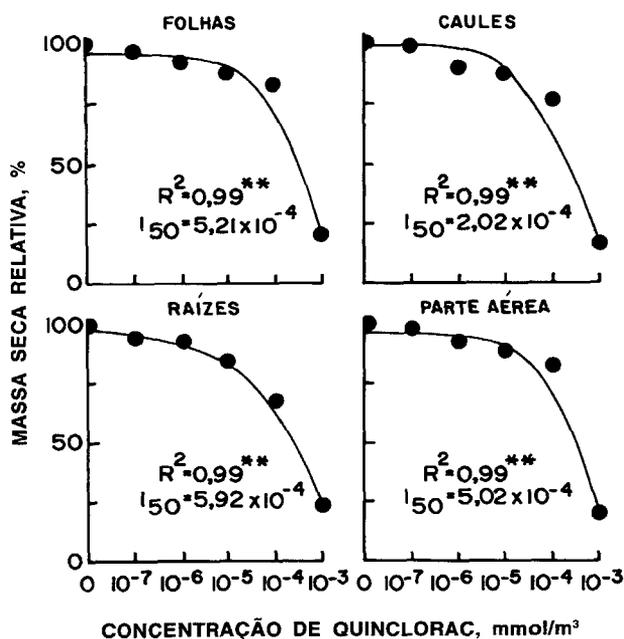


Figura 1. Efeito do quinclorac sobre a massa seca de folhas, caules, raízes e parte aérea de plantas de pepino, quando absorvido por sementes, 14 dias após a emergência. ** (P ≤ 0,01).

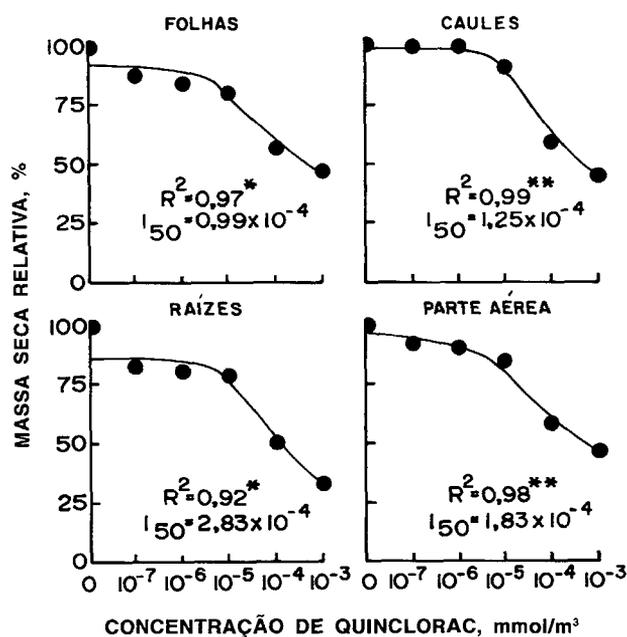


Figura 2. Efeito do quinclorac sobre a massa seca de folhas, caules, raízes e parte aérea de plantas de capim-arroz quando absorvido por sementes, 12 dias após a emergência. ** (P ≤ 0,01); * (P ≤ 0,05).

seca de folhas, embora esta tenha sido uma das características de crescimento menos influenciada pelo quinclorac, apresentando I_{50} de 10^{-3} mmol/m³. O decréscimo da matéria seca do caule não foi acompanhado na mesma extensão pela redução na altura das plantas, dentro das concentrações empregadas do herbicida (Figuras 2 e 3).

Aos sete dias após a emergência, observou-se menor crescimento das plantas de capim-arroz, sob a concentração 10^{-3} mmol/m³, acompanhado de clorose muito leve nas folhas. Os sintomas evoluíram para manchas cloróticas esbranquiçadas, nas folhas mais velhas, e leve amarelecimento das demais, aos 14 dias da emergência. Nas plantas dos demais tratamentos, nenhum sintoma visual de fitotoxicidade se desenvolveu durante a realização do experimento (Quadro 1).

Os efeitos inibitórios do quinclorac sobre o alongamento e massa seca da parte aérea ou do sistema radicular mostraram-se sempre mais pronunciados, quando o herbicida foi absorvido pelas radículas, em comparação aos efeitos da

absorção pelo hipocótilo ou pelo coleótilo, sugerindo que o quinclorac penetra preferencialmente pelas radículas em ambas as espécies (Figura 4).

A absorção do quinclorac por radículas, coleótilo ou hipocótilo foi suficiente para causar redução significativa no alongamento dessas estruturas, mesmo quando não se encontravam em contato com o herbicida, revelando o comportamento sistêmico do quinclorac (Quadro 2).

Os herbicidas aplicados em pré-emergência podem ser absorvidos, com a solução do solo, na zona dos pêlos radiculares. Apesar de a região de pêlos absorventes ser coberta por uma camada de lipídios, tais substâncias não impedem a penetração dos herbicidas. A partir da epiderme, os herbicidas podem difundir-se até a endoderme e, em seguida, via simplasto, atingir os vasos condutores. Por outro lado, os tecidos do sistema aéreo de plântulas em germinação não possuem superfície cuticular. Dessa forma, herbicidas dissolvidos na solução do solo, ao atingir os tecidos da parte aérea, podem ser absorvidos via simplasto pelas células epidérmicas (Bukovac, 1976; Hess, 1985). Os mecanismos de absorção de herbicidas por meio da membrana plasmática dos tecidos das plantas ainda não são bem compreendidos. Para alguns herbicidas, no entanto, existem evidências de que o transporte

Quadro 1. Fitotoxicidade do quinclorac em plantas de pepino e de capim-arroz, quando absorvido por sementes

Concentração	Dias após a semeadura			
	7		14	
	Capim-arroz	Pepino	Capim-arroz	Pepino
mmol/m ³				
0	1	1	1	1
10^{-7}	1	1	1	1
10^{-6}	1	1	1	1
10^{-5}	1	1	1	1
10^{-4}	1	1	1	1
10^{-3}	2	1	5	1

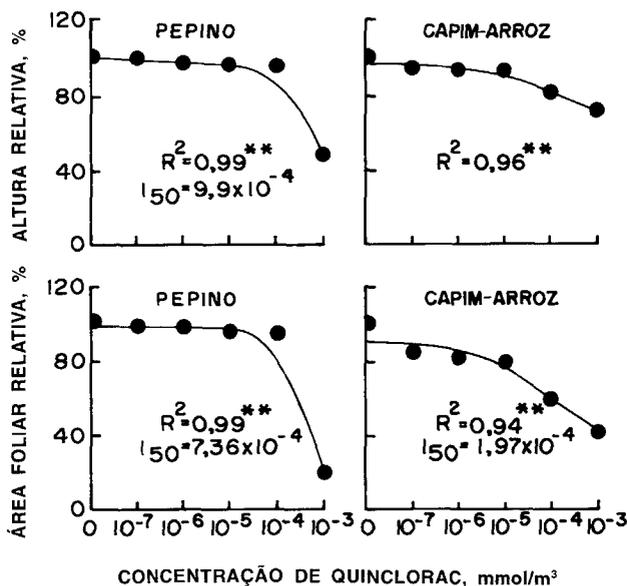


Figura 3. Efeito do quinclorac sobre altura e área foliar de plantas de pepino e de capim-arroz, quando absorvido por sementes. ** ($P \leq 0,01$).

pela plasmalema é passivo. Exceção a esse tipo de transporte é demonstrado para os herbicidas derivados dos ácidos fenólicos (Hess, 1985).

As reduções no alongamento e na massa seca, tanto no capim-arroz quanto no pepino, mostraram-se sempre maiores na parte aérea do que no sistema radicular, principalmente quando o quinclorac foi absorvido pelas raízes, sugerindo a translocação ascendente desse herbicida, cujo principal sítio de ação seria o sistema aéreo (Figura 4). Observou-se, porém, que o coleóptilo e o hipocótilo absorveram em quantidade suficiente para inibir o alongamento das radículas em 59 e 27%, respectivamente, o que mostra também a translocação descendente do quinclorac (Figura 4).

Berghaus & Wuerzer (1987), estudando absorção e translocação do ^{14}C -quinclorac em *Echinochloa crusgalli*, verificaram que o composto é absorvido via foliar e translocado acrópeta e basipetamente. A absorção radicular do quinclorac

que apresenta boa translocação acropetal é maior e mais rápida sobretudo para as regiões de crescimento.

Observou-se, também, que a absorção do quinclorac pelo coleóptilo ou pelo sistema radicular do capim-arroz foi suficiente para inibir o alongamento de raízes em mais de 50%, não havendo diferença significativa entre os valores de crescimento relativo, de 41 e 39%, quando o herbicida penetrou pelo coleóptilo ou pelas radículas respectivamente. Isso sugere que, apesar de o quinclorac ter sido absorvido, translocado e metabolizado diferencialmente, por ambas as estruturas, deve existir uma quantidade mínima do herbicida, translocada ou absorvida pelo sistema radicular, que atinja o sítio de ação e provoque esse efeito. Sendo assim, parece evidente que apenas a quantificação da absorção, metabolização e translocação do quinclorac ao seu sítio de ação possa elucidar as causas dessas diferenças (Figura 4).

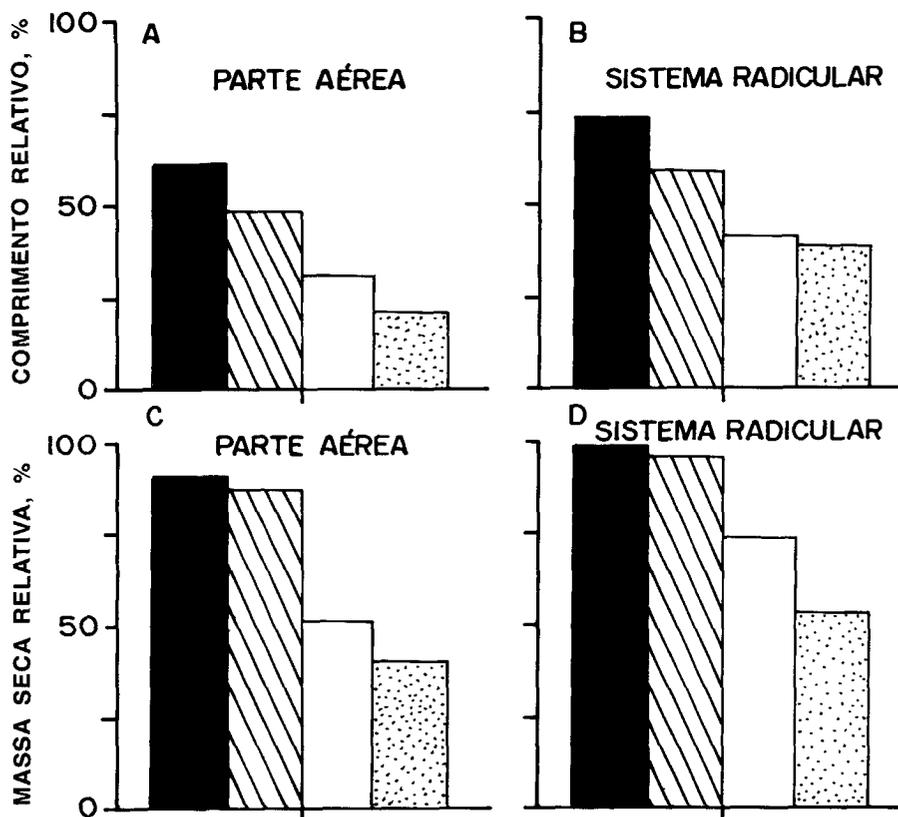


Figura 4. Comprimento e massa seca relativos da parte aérea e do sistema radicular, em relação ao sítio de penetração: ■ hipocótilo, ▨ radícula de pepino; □ coleóptilo e ▩ radícula de capim-arroz.

As inibições produzidas pelo quinclorac no alongamento da parte aérea e do sistema radicular foram acompanhadas por reduções na massa seca de ambas as estruturas para o capim-arroz. Tal ocorrência pode estar associada a diferenças de translocação de assimilados ou a processos metabólicos, como maior respiração, diminuindo a massa seca do órgão. A redução do alongamento e da matéria seca da parte aérea ou do sistema radicular das plântulas de pepino foi bem menos acentuada que para as do capim-arroz, mostrando maior tolerância desta espécie ao quinclorac (Figura 4 e Quadro 2).

O pequeno efeito do quinclorac sobre a redução da massa seca do hipocótilo ou do sistema radicular, acompanhado da diminuição expressiva no alongamento dessas estruturas, sugere que os efeitos do quinclorac sobre o pepino se expressaram mais ao nível morfogênico do que sobre a partição de assimilados. Essa hipótese é reforçada por alguns sintomas morfológicos desenvolvidos nas plântulas de pepino, similares aos induzidos por herbicidas hormonais (Ashton & Crafts, 1981). Modificações morfológicas no sistema radicular, como leve engrossamento e encurtamento das raízes principal e secundárias, foram induzidas pelo quinclorac

Quadro 2. Comprimento e matéria seca de estruturas de plântulas de capim-arroz e pepino com cinco dias de idade, crescidas em areia irrigada com solução 10^{-4} mmol/m³ de quinclorac (¹)

Sítio de penetração	Dose	Capim-arroz			
		Comprimento (mm)		Massa seca (mg/plântula)	
		Sistema radicular	Parte aérea	Sistema radicular	Parte aérea
	mmol/m ³				
Coleóptilo	0	16,52 ± 1,93A	44,22 ± 6,46A	0,154 ± 0,022A	0,57 ± 0,082A
	10 ⁻⁴	6,80 ± 0,32B	13,72 ± 1,18B	0,1135 ± 0,020A	0,292 ± 0,083B
Hipocótilo	0	-	-	-	-
	10 ⁻⁴	-	-	-	-
Radícula	0	16,19 ± 2,94A	48,58 ± 6,64A	0,135 ± 0,013A	0,692 ± 0,064A
	10 ⁻⁴	6,25 ± 0,92B	10,11 ± 1,18B	0,072 ± 0,0071B	0,277 ± 0,016B
Sítio de penetração	Dose	Pepino			
		Comprimento (mm)		Massa seca (mg/plântula)	
		Sistema radicular	Parte aérea	Sistema radicular	Parte aérea
	mmol/m ³				
Coleóptilo	0	-	-	-	-
	10 ⁻⁴	-	-	-	-
Hipocótilo	0	76,77 ± 13,13A	82,72 ± 1,23A	4,97 ± 0,56A	14,17 ± 0,39A
	10 ⁻⁴	56,21 ± 1,07B	50,64 ± 1,20B	4,89 ± 0,10A	12,90 ± 0,45A
Radícula	0	78,54 ± 3,73A	108,36 ± 1,76A	4,30 ± 0,51A	16,07 ± 0,58A
	10 ⁻⁴	46,02 ± 3,18B	52,35 ± 3,64B	4,11 ± 0,41A	14,05 ± 1,09A

(¹) Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 1%.

absorvido pelo hipocótilo, ocorrendo o desenvolvimento de primórdios radiculares a partir da inserção das radículas até cerca de metade do hipocótilo. Quando o quinclorac foi absorvido pelas radículas, acentuaram-se os sintomas. Nesse caso, as raízes secundárias tornaram-se ausentes na maioria das observações, aparecendo fendas ao longo do eixo da raiz principal. Da mesma forma, na parte aérea, os sintomas mostraram-se intensificados, ocorrendo formação de primórdios radiculares em maior número, quando comparados com o quinclorac absorvido pelo hipocótilo. Em vários pontos, esses primórdios evoluíram em raízes adventícias.

Kay (1992), estudando o efeito do quinclorac sobre dois biótipos de *Alternanthera philoxeroides*, verificou que os sintomas morfológicos se desenvolveram mais rapidamente, quando o herbicida foi absorvido via sistema radicular do que via foliar, o que suporta os resultados.

Quando o quinclorac penetrou pelo coleótilo ou pelas radículas de capim-arroz, além de promover redução do alongamento dessas estruturas, ocorreu despigmentação da folha primária como sintoma característico, diferentemente do observado nas plântulas de pepino, o que parece estar associado a um modo de ação diferencial do quinclorac sobre gramíneas e dicotiledôneas.

Essas observações parecem estar de acordo com os resultados de Berghaus & Wuerzer (1987). Esses autores relatam que o quinclorac causa descoloração das folhas mais jovens, seguindo-se murchamento e morte das plantas de *Echinochloa*. Em contraste, as invasoras dicotiledôneas mostram-se definhadas, com folhas enroladas e reduzidas em tamanho, o que se assemelha a mudanças morfológicas induzidas por herbicidas do tipo hormonal.

4. CONCLUSÕES

1. O quinclorac foi eficientemente absorvido pela semente, pela radícula, pelo coleótilo ou pelo hipocótilo de plântulas de capim-arroz e de pepino. A radícula mostrou ser o sítio preferencial de penetração do herbicida em estruturas jovens em ambas as espécies.

2. O quinclorac mostrou agir de modo diferencial sobre mono- e dicotiledôneas. No capim-arroz, promoveu o desenvolvimento de clorose, ocorrendo despigmentação da folha primária. Em plântulas de pepino, induziu modificações morfológicas, como má-formação de folhas e raízes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J.V.C. *Seletividade e sítios de absorção de sethoxydim em gramíneas e sua atividade no solo*. Viçosa, 1986. 61p. Dissertação (Mestrado). UFV, 1986.
- ASHTON, F.M. & CRAFTS, A.S. *Mode of action of herbicides*. 2.ed. New York, John Wiley and Sons, 1981. 525p.
- BERGHAUS, R. & WUERZER, B. The mode of action of the new experimental herbicide quinclorac (BAS 514 H). In: ASIAN PACIFIC WEED SCIENCE SOCIETY CONFERENCE, 11., Taipei, 1987. *Proceedings*. Taipei, Weed Science Society, 1987. v.1, p.81-87.
- BERGHAUS, R. & WUERZER, B. Uptake, translocation and metabolism of quinclorac (BAS 514 H) in rice and barnyardgrass. In: ASIAN PACIFIC WEED SCIENCE SOCIETY CONFERENCE, 12., Taipei, 1989. *Proceedings*. Taipei, Weed Science Society, 1989. v.1, p.133-139.
- BRUCE, J.A. & KELLS, J.J. Horseweed (*Conyza canadensis*) control in no-tillage soybeans (*Glycine max*) with preplant and pre-emergence herbicides. *Weed Technology*, Champaign, 3:642-647, 1950.
- BUKOVAC, M.J. Herbicide entry into plants. In: AUDUS, L.J., ed. *Herbicide, physiology, biochemistry, ecology*. New York, Academic Press, 1976. v.1., p.335-364.
- CRAWFORD, S.H. & COLLINS, R.K. Facet: a flexible, effective new rice herbicide. *Louisiana Agriculture*, Baton Rouge, 32:22-23, 1989.
- ENACHE, A.J. & ILNICKI, R.D. BAS 514 and dithiopyr for weed control in cool-season turfgrasses. *Weed Technology*, Champaign, 5:616-621, 1991.
- ESHEL, Y. & PRENDEVILLE, G.N. A technique for studying root vs. shoot uptake of soil-applied herbicides. *Weed Research*, Oxford 7:242-245, 1967.
- FRANS, R.W. Measuring plant response. In: WILKINSON, R.E., ed.. *Research methods in weed science*. Puerto Rico, Weed Science Society, 1972. p.28-41.

- GRAY, R.A. & WEIERICH, A.J. Importance of root, shoot and seed exposure on the herbicidal activity of EPTC. *Weed Science*, Urbana, **17**:223-229, 1969.
- HESS, F.D. Herbicide absorption and translocation and their relationship to plant tolerance and susceptibility. In: DUKE, S.O., ed.. *Weed physiology, herbicide physiology*. Boca Raton, CRC, 1985. v.2, p.191-214.
- HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. *The water culture method for growing plants without soil*. s.l., University California Agricultural Experimental Station, 1950. 39p. (Circular, 347)
- KASHIBUCHI, S.; ROSEBOCK, H. & BECK, J. Behavior of quinclorac in soils, results of bioassays. In: ASIAN PACIFIC WEED SCIENCE SOCIETY CONFERENCE, 11., Taipei, 1987. *Proceedings*. Taipei, Weed Science Society, 1987. v.1, p.173-178.
- KAY, S.H. Response of two alligatorweed biotypes to quinclorac. *Journal of Aquatic Plant Management*, Raleigh, **30**:35-40, 1992.
- KISSLING, U. & PFENNING, M. Quinclorac - a new *Echinochloa* herbicide for rice and an excellent partner for broad spectrum herbicides. In: ASIAN PACIFIC WEED SCIENCE SOCIETY CONFERENCE, 11., Taipei, 1987. *Proceedings*. Taipei, Weed Science Society, 1987. v.1, p.89-97.
- PARKER, C. The importance of shoot entry in the action of herbicides applied to the soil. *Weeds*, Urbana, **14**:117-121, 1966.
- PRENDEVILLE, G.N.; ESHEL, Y.; SCHREIBER, M.M. & WARREN, G.F. Site of uptake of soil applied herbicides. *Weed Research*, Oxford, **7**:316-322, 1967.
- REEVES, J.D.; THOMPSON, J.T.; DANIEL, J.W.; GODLEY, J.L. & SCHROEDER, M. BAS 514 H: a new herbicide for weed control in rice. SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY ANNUAL MEETING, 39., 1986. *Proceedings*. Parsippany, BASF, 1986. In: WEED ABSTRACTS, 38:2006, 1989.
- SCHMIDT, M. & HADEN, E. Comparação de quinclorac com outros herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura do arroz inundado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 18, Brasília. *Resumos*. 1991. Brasília, EMBRAPA/SBHED, 1991. p.75-76.
- SMITH JR., R.J. & NASTASI, P. Quinclorac in weed control programs for rice. *Weed Science Society American Abstracts*, Champaign, **29**:9, 1989.