

AÇÃO HERBICÍDICA DO ISOURON NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A. Rozanski**, H. García Blanco***, L. O. Honma****

RESUMO

Dois experimentos de campo foram conduzidos no período de novembro de 1982 a maio de 1984, nos municípios de Capivari e Rafard, Estado de São Paulo, para avaliar na cultura de cana-de-açúcar o comportamento do isouron, N'-[5-(1,1-dimetiletil)-3-isoxazolil]-N,N-dimetiluréia, novo herbicida de ação sistêmica. O isouron nas doses de 0,250, 0,375, 0,500, 0,750 e 1,00 kg/ha⁻¹, aplicado em pré-emergência das ervas e da cultura, mostrou-se seletivo para as variedades Na 5679 e SP 71-1406, não provocando fitotoxicidade nas plantas nem reduzindo a sua produtividade agrícola, e foi eficiente durante dois meses no controle de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch, *Digitaria Sanguinalis* (L.) Scop., *Amaranthus viridis* L., *Sonchus oleraceus* L., *Cyperus eragrostis* Lam. e *Richardia brasiliensis* Gomez. Os resultados de controle, de modo geral, foram melhores quando empregadas doses maiores dentro da amplitude testada.

PALAVRAS-CHAVE - Defensivos agrícolas; ervas daninhas; *Saccharum* spp.

SUMMARY

Herbicidal effects of isouron on sugarcane crop.

Two field trials were conducted from 1982 to 1984 on São Paulo State, Brazil, to determine the effects of N'-[5-(1,1-dimethylethyl)-3-isoxazolyl]-N,N-dimethylurea (isouron), on weeds and sugarcane tolerance. Isouron provided an excellent control for a period of two months of *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch, *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Amaranthus viridis* L., *Sonchus oleraceus* L., *Cyperus eragrostis* Lam. e *Richardia brasiliensis* Gomes at the rates of 0.75 to 1.0 kg/ha⁻¹, in pre-emergence applications. The growth and the productions of NA 5679 and SP 71-1406 cultivar were not affected by isouron.

KEY-WORDS - Pesticides; weeds *Saccharum* spp.

INTRODUÇÃO - Isouron é o nome comum proposto pela ANSI (American National Standards Institute) para o herbicida N'-[5-(1,1-dimetiletil)-3-isoxazolil]-N,N-dimetiluréia, do grupo dos derivados da uréia (7).

Descoberto e posteriormente desenvolvido sob o código experimental SSH 43 pela Shionogi & Co. Ltda., sediada em Osaka, Japão, teve suas propriedades herbicidas relatadas primeiramente por YUKINAGA *et alii* (11) e suas características físicas, químicas e toxicológicas, por YUKINAGA & KATAGIRI (10). Segundo esses autores isouron é absorvido rapidamente pelas raízes, apresentando translocação apoplástica e age interferindo no processo de fotossíntese das plantas.

Isouron apresenta-se sob a forma de pó mo-lhável, formulado na concentração de 50%, com solubilidade de 0,79 mg/ml em água a 25°C, e pressão de vapor de $8,2 \times 10^{-7}$ mmHg, sendo praticamente não volátil. Para YUKINAGA *et alii*

(8) o isouron apresenta boa atividade para espécies de ervas *Poaceae* (gramíneas) e dicotiledôneas; Segundo ITO *et alii* (4), este produto tem sido usado para controle da vegetação total em áreas não agrícolas. Na Ásia foi testado em culturas de amoreira, abacaxi e cana-de-açúcar (1, 8, 10).

Para verificar a ação do isouron em cana-de-açúcar para as condições do Estado de São Paulo, foram conduzidos dois experimentos de campo em Rafard e Capivari.

MATERIAL E MÉTODOS - Os experimentos foram instalados em 06 de novembro de 1982 e 05 de março de 1983, respectivamente, na usina Santa Cruz, Rafard, SP, e na usina São Francisco, Capivari, SP., em solos cujas características físicas e químicas são apresentadas na Tabela 1.

As variedades de cana utilizadas foram a NA 56-79 em Rafard e SP 71-1406, em Capivari.

* Trabalho apresentado no XV Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas & VII Congreso de La Asociación Latinoamericana de Malezas, Belo Horizonte, MG, Brasil, 1984.

** Eng. Agr., Pesq. Científico, Seção de Herbicidas, Instituto Biológico.

*** Eng. Agr., Pesq., Científico, Dr., S. de Herbicidas, IB, Bolsista do CNPq.

**** Eng. Agr., Shokucho do Brasil

TABELA 1 — Características físicas e químicas dos solos onde foram conduzidos os experimentos.

Local	Análise granulométrica (%)				Classificação textural						
	argila	silte	areia-fina	areia-grossa							
Rafard	32,8	3,5	45,5	18,2	franco-argilo-arenoso						
Capivari	39,9	5,7	43,8	10,6	argila-arenosa						
Análise química											
	P	M.O.	pH	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺	Al ⁺³	S	T	V
	ppm	%	CaCl ₂	meq/100 ml TFSA							%
Rafard	2,0	2,55	3,8	0,10	0,6	0,2	1,6	1,5	0,9	4,0	22,0
Capivari	2,0	3,91	4,9	0,25	2,9	0,8	4,3	0,2	4,0	8,5	47,1

* Determinadas pelo Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo Ltda.

TABELA 2 — Composição, frequência de ocorrência (%) e densidade populacional (número/m²) da flora infestante nos experimentos de 1982 (Rafard, SP) e 1983 (Capivari, SP). Dados médios de 4 repetições.

Espécie botânica	Grupo taxonômico	Frequência de ocorrência %	Densidade populacional n°/m ²	Composição percentual %	Nome vulgar
Experimento de Rafard					
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitch.	Gramineae	100	43	40,9	capim-marmelada
<i>Cyperus eragrostis</i> Lam.	Cyperaceae	100	34	32,4	tiriricão
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Gramineae	100	21	20,0	capim-colchão
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomez	Rubiaceae	100	7	6,7	poaia-branca
Total			105	100,0	
Experimento de Capivari					
<i>Amaranthus viridis</i> L.	Amaranthaceae	100	8	22,2	caruru-comum
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Gramineae	100	20	55,6	capim-colchão
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Compositae	100	8	22,2	serralha
Total			36	100,0	

Ambos experimentos foram conduzidos sob um delineamento de blocos ao acaso, com onze tratamentos e quatro repetições. Cada parcela experimental foi formada de quatro linhas de cultura de 5m de comprimento, espaçadas de 1,25m.

Os tratamentos consistiram de aplicações de isouron* nas doses de 0,250, 0,375, 0,500, 0,750 e 1,00kg/ha⁻¹, em comparação com aplicações de tebuthiuron** (1,00kg/ha⁻¹), ametryne

ne*** (2,40kg/ha⁻¹), diuron**** (2,40 kg/ha⁻¹), e a formulação pronta da mistura de hexazinone + diuron***** (0,330 + 1,170kg/ha⁻¹), utilizados como produtos-padrão para a cultura, e mais dois tratamentos-testemunha, um com controle do mato por meio de enxada e outro sem controle, para verificar o efeito da concorrência do mato no rendimento da cana-de-açúcar.

As aplicações dos herbicidas foram realiza-

* Sem nome comercial, formulado como pó molhável contendo 50% de isouron.

** Perflan 80 BR, contendo 80% de tebuthiuron.

*** Gesapax 80, contendo 80% de ametryne.

**** Karmex, contendo 80% de diuron.

***** Velpar K, contendo 132g/kg de hexazinona + 468g/kg de diuron.

TABELA 3 — Índices populacionais das ervas daninhas, 30 e 60 dias após os tratamentos (DAT), em aplicação de pré-emergência (09/11/1982), e produção de cana-de-açúcar, var. Na 5679, no município de Rafard, SP., cortada em 23/11/1983. Os dados são médias de quatro repetições.

Tratamentos	Doses em i.a. (kg/ha ⁻¹)	População ($\sqrt{x+0,5}$) aos 30 e 60 DAT								Grau de co- bertura de mato % 60 DAT	Produção de cana:	
		<i>Digitaria</i>		<i>Brachiaria</i>		<i>Cyperus</i>		<i>Richardia</i>			colmos	
		<i>sanguinalis</i>		<i>plantaginea</i>		<i>eragrostis</i>		<i>brasiliensis</i>			número ($\sqrt{x}$)	peso (kg/parcela)
		30	60	30	60	30	60	30	60			
Isouron	0,250	3,01ab	2,47ab	4,22ab	3,18ab	3,22b	7,06a	1,05b	1,65b	20	7,99a	65,15a
Isouron	0,375	3,08ab	2,47ab	3,30bc	2,19bc	3,38b	5,74ab	1,40ab	1,27b	10	8,17a	70,70a
Isouron	0,500	2,15b	1,55ab	2,27bc	0,92c	2,03bc	4,96abc	1,49ab	0,83b	5	7,65a	60,15a
Isouron	0,750	1,55b	1,05b	1,65bc	0,92c	2,08bc	4,06bcd	0,83b	1,05b	5	7,77a	65,05a
Isouron	1,000	1,96b	1,40b	1,19c	1,34bc	1,27c	2,80cd	0,83b	0,70b	5	7,87a	62,75a
Tebuthiuron	1,000	1,38b	1,36b	2,05bc	1,59bc	1,44c	2,51cd	0,83b	0,83b	5	8,01a	66,55a
Ametryne	2,400	2,27b	1,96ab	2,72bc	2,02bc	1,94bc	1,96d	1,12ab	1,41b	10	7,93a	63,65a
Diuron	2,400	2,59b	2,32ab	2,27bc	2,17bc	0,96c	2,18d	0,83b	0,83b	5	7,65a	59,30a
Hexazinone + diuron	1,500	1,18b	1,34b	2,15bc	1,61bc	1,21c	2,74cd	0,70b	0,83b	5	8,06a	66,17a
Testemunha sem capina	—	5,43a	3,34a	6,46a	6,70a	5,79a	6,08ab	2,41a	2,88a	90	6,17b	28,12b
Testemunha capinada	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,24a	64,25a
Análise da variância												
F		5,31**	3,44**	8,17**	16,31**	16,96**	10,80**	3,73**	10,29**		5,15*	5,61*
C.V. (%)		43,11	39,83	37,85	37,04	30,31	27,88	46,06	33,22		6,41	15,69
dms		2,58	1,87	2,60	2,04	1,72	2,72	1,29	0,99		1,23	23,58

Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada coluna, são semelhantes entre si ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 4 — Índices populacionais das ervas daninhas 30 e 60 dias após os tratamentos (DAT), em aplicação de pré-emergência (05/03/1983) e produção de cana-de-açúcar, var. SP 71-1406, no município de Capivari, SP., cortada em 29/05/1984. Os dados são médias de quatro repetições.

Tratamentos	Doses em i.a. (kg/ha ⁻¹)	População ($\sqrt{x + 0,5}$) aos 30 e 60 DAT						Grau de cobertura de mato % 60 DAT	Produção de cana:	
		<i>Digitaria</i>		<i>Amaranthus</i>		<i>Sonchus</i>			número ($\sqrt{x}$)	peso (kg/parcela)
		<i>sanguinalis</i>		<i>viridis</i>		<i>Oleraceus</i>				
		30	60	30	60	30	60			
Isouron	0,250	2,13b	1,89b	1,53b	0,83b	1,37ab	1,16ab	10	8,94	147,50
Isouron	0,375	1,69b	2,02ab	0,96b	0,83b	0,83b	0,99ab	10	8,50	139,50
Isouron	0,500	1,05b	1,12b	0,83b	0,70b	0,70b	0,70b	5	8,93	142,70
Isouron	0,750	0,83b	0,83b	0,83b	0,92b	0,70b	0,83b	5	8,35	128,30
Isouron	1,000	0,99b	0,92b	0,99b	0,70b	0,70b	0,70b	5	9,13	145,35
Tebuthiuron	1,000	0,11b	0,83b	1,40b	1,56b	0,70b	0,70b	5	8,54	137,50
Ametryne	2,400	1,40b	1,58b	1,64b	1,40b	0,70b	0,70b	10	9,20	161,17
Diuron	2,400	2,45b	2,49ab	1,47b	1,56b	1,93ab	1,51ab	30	8,85	143,90
Hexazinone + diuron	1,500	0,96b	1,37b	0,70b	0,70b	0,70b	0,70b	5	8,39	137,40
Testemunha sem capina	—	4,76a	3,74a	2,94a	2,93a	2,32a	2,32a	100	7,90	110,37
Testemunha capinada	—	—	—	—	—	—	—	—	8,76	134,45
Análise da variância:										
F		8,52**	6,31**	8,23**	18,76**	4,03**	3,30**		2,10n.s.	1,65n.s.
C.V. (%)		46,75	43,08	34,35	26,45	55,92	56,19		6,12	14,15
dms		1,98	1,76	1,11	0,87	1,45	1,41			

das em pré-emergência das plantas daninhas e da cultura, utilizando-se um pulverizador manual, costal, equipado com bico 80.03, no experimento de Rafard, gastando-se o equivalente a 425 l/ha⁻¹ de calda, e bico 80.04, no experimento de Capivari, com um gasto de 320 l/ha⁻¹.

Para a avaliação de eficiência de controle, foi

realizado o levantamento da flora infestante, por espécie, aos 30 e 60 dias após os tratamentos, utilizando-se duas amostragens casualizadas por parcelas (quadro de 1,0 x 0,5m), e aplicando-se a análise de variância para os dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$, ao nível de 5% de probabilidade.

O corte da cana foi realizado em 23 de no-

vembro de 1983 (Rafard) e 29 de maio de 1984 (Capivari), sendo mensurados o número e o peso dos colmos. Os dados de produtividade foram submetidos ao teste F de variância (5% de probabilidade), utilizando a transformação para raiz quadrada do número de colmos. Os contrastes das médias foram realizados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS – Os índices populacionais levantados aos 30 e 60 dias após os tratamentos demonstraram que tanto em Rafard como em Capivari, os herbicidas, de um modo geral, tive-

ram efeitos significativos no controle das ervas daninhas (Tabelas 3 e 4). Houve resposta diferencial para espécie em função da dose do herbicida isouron, nas doses de $0,250\text{kg/ha}^{-1}$ e $0,375\text{kg/ha}^{-1}$; as doses maiores ($0,750\text{kg/ha}^{-1}$ e $1,00\text{kg/ha}^{-1}$), no entanto, foram efetivas para todas as espécies.

Por esses resultados, isouron apresentou alta atividade herbicídica sobre as espécies de ervas presentes nas áreas experimentais, e, com exceção para *Cyperus eragrostis*, demonstrou uma ação residual de dois meses. No levantamento de cobertura da vegetação das parcelas 60 dias após

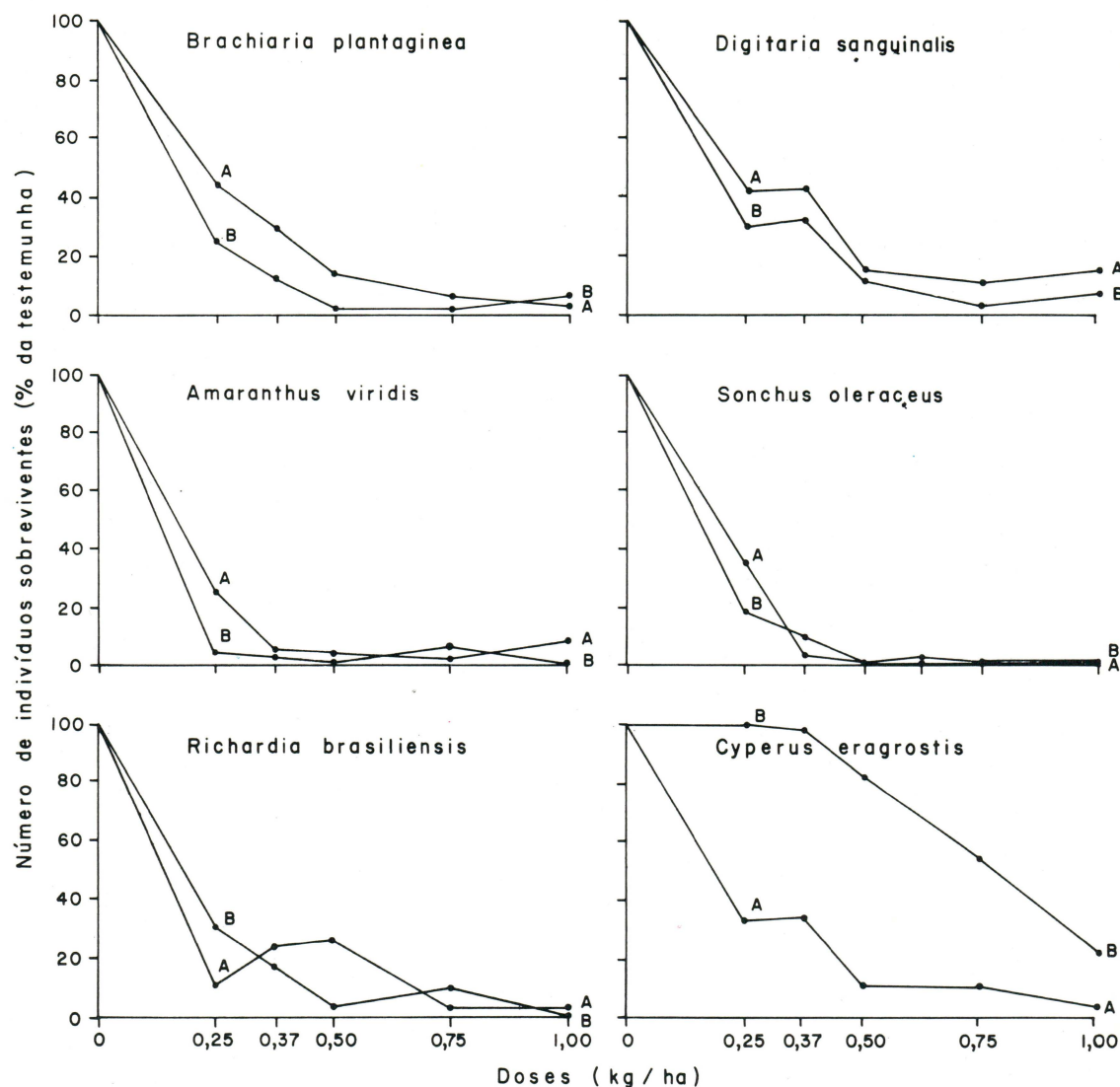


FIGURA 1 – Efeito herbicídico de aplicação de isouron, em pré-emergência, sobre 6 espécies de ervas. A – Avaliação aos 30 dias e B – 60 dias após a aplicação. Os dados para *Digitaria sanguinalis* são médias dos dois experimentos.

os tratamentos, isto é demonstrado, pois as que receberam isouron nas doses mais altas apresentaram baixos índices de cobertura de mato (5%).

No que se refere aos produtos empregados como padrões comparativos, a mistura formulada de hexazinone + diuron e o tebuthiuron se comportaram de maneira semelhante ao isouron nas doses mais altas de 0,750 a 1,00kg/ha⁻¹. Os efeitos produzidos por ametryne foram inferiores para *D. sanguinalis*. Da mesma forma, o diuron se comportou de modo inferior para essa espécie e para *S. oleraceus* e *R. brasiliensis*.

Os resultados podem, também, serem vistos através da figura 1, onde os efeitos do isouron sobre a população das seis espécies é apresentado em porcentagem do número de indivíduos sobreviventes em relação a população da testemunha.

O nível de infestação da flora presente no experimento de Rafard, 105 indivíduos/m² (Tabela 2), prejudicou a cana-de-açúcar tanto em número quanto em peso dos caules, pois a produção obtida da testemunha sem capina foi, significativamente, menor do que a testemunha capinada (Tabela 3). Por outro lado, a infestação por 36 indivíduos/m² (Capivari), não foi suficiente para causar concorrência à cana cultivada (Tabela 4).

Todos os tratamentos com herbicidas se mostraram seletivos para a cultura (Tabelas 3 e 4) não interferindo no seu desenvolvimento e produção.

DISCUSSÃO – Experimentos desenvolvidos por YUKINAGA e KATAGIRI (10) demonstram que o isouron é prontamente lixiviado para as camadas mais profundas em solos em que a fração areia é maior. Esse fato ligado as características de germinação da espécie *C. eragrostis*, que ocorre nas camadas mais superficiais do solo, provavelmente, explique a eclosão da sementeira depois de 30 dias da aplicação, diminuindo o período residual do produto para essa espécie. O período de dois meses de ação residual encontrada para as demais espécies concorda com o relatado por YUKINAGA *et alii* (9).

YUKINAGA *et alii* (8) relatam que o isouron foi efetivo no controle de *A. viridis* e espécies de *Digitaria*.

Nas doses testadas, isouron e os herbicidas utilizados como padrão, não causaram qualquer sintoma de fitotoxicidade nas variedades Na

5679 e SP 71-1406. YUKINAGA *et alii* (9), no entanto, encontraram resposta varietal diferenciada de susceptibilidade quando usou isouron, em pré-emergência, nas doses de 1,0 e 1,5 kg/ha⁻¹: para certas variedades houve diminuição de altura de 70 a 60% nas avaliações de 30 DAA, recuperando-se as plantas dois meses após a aplicação. Em doses de 3,0 kg/ha⁻¹, em aplicação de pós-emergência, isouron causou injúrias como clorose, atraso na emergência das folhas e diminuições na altura e no número de colmos de cana (9).

Estudando a metabolização do isouron por plantas de feijoeiro, ISHIZUKA *et alii* (3) verificaram que ocorre primeiramente uma N-demetilação passando a molécula a monometiluréia, seguida de uma hidroxilação do grupo N-metil, inativando o produto dentro da planta o que explica a seletividade. O metabolismo do isouron seria, assim, similar ao modelo encontrado por GOREN (2) e SWANSON & SWANSON (6) para os herbicidas do grupo das feniluréias.

Estes resultados concordam com os relatos por LORENZI (5) quanto à ação de diuron e ametryne e diferem quanto a susceptibilidade de *B. plantaginea* ao tebuthiuron.

CONCLUSÕES – 1. O herbicida isouron, aplicado em pré-emergência das ervas daninhas e da cultura da cana-de-açúcar, foi efetivo no controle de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch, *Digitaria sanguinalis* L. (Scop.), *Amaranthus viridis* L., *Sonchus oleraceus* L., *Richardia brasiliensis* e *Cyperus eragrostis* Lam., nas doses de 0,750 a 1,00kg/ha⁻¹. Esse comportamento foi semelhante ao obtido com a mistura formulada de hexazinone + diuron e tebuthiuron, e superior ao conseguido com ametryne e diuron.

2. O herbicida isouron se mostrou seletivo para as variedades NA 5679 e SP 71-1406, mesmo quando usado na dose mais alta (1,00kg ha⁻¹), não produzindo qualquer sintoma de fitotoxicidade, nem provocando qualquer alteração na produtividade da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CHEN, Y. L.; WU, T. C.; YEN, H. J.; WANG, Y. S. Uptake and translocation of isouron in sugar cane planta. *J. Pesticide Sci.* 8:607:611, 1983.
2. GOREN, R. The effect of fluometuron on the beha-

- viour of citrus leaves. *Weed Res.*, 9:121-135, 1969.
3. ISHIZUKA, M.; KONDO, Y.; TAKEUCHI, Y. Metabolism of a herbicide isouron 3-(5-tert-butyl-3-isoxazolyl)-1,1-dimethylurea, in bean seedlings. *J. Agric. Food. Chem.*, 30:882-8, 1982.
 4. ITO, K.; HORIO, S.; YUKINAGA, H.; IDE, K.; ITO, M.; UEKI, K. Chemical control of *Solidago altissima* in non-cropland. In. Asian Pacific Weed Science Society, 7th conference, 1979. *Proceedings*. p. 171-76.
 5. LORENZI, H. *Manual de identificação e controle de plantas daninhas*. Harri Lorenzi, 2 ed., 1986. 220.p.
 6. SWANSON, C. R. & SWANSON, H. R. Metabolic fate of monuron and diuron in isolated leaf discs. *Weed Sci.*, 16:137-43, 1968.
 7. WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA – *Herbicide Handbook*. Weed Sci. Soc. Am., 5 ed., Illinois, 1983. p. 280-3.
 8. YUKINAGA, H.; ITO, K.; IDE, K.; LEU, L. S.; HORNG, L. C. Selectivity of new herbicide isouron in weeds and crops. In. Asian-Pacific Weed Science Society, 7th conference, 1979. *Proceedings*. p. 37-40.
 9. YUKINAGA, H.; ITO, K.; IMOSE, J. KATAGIRI, K.; NAKAZONO, A.; UCHIMURA, C. New herbicide, isouron; weed control in sugarcane. In. Asian-Pacific Weed Science Society, 7th Conference, 1979. *Proceedings*. pg. 33-6.
 10. YUKINAGA, H. & KATAGIRI, K. Isouron, a new herbicide for weed control in sugarcane and non-croplands. *Japan Pesticide Information*, 37: 1-6, 1980.
 11. YUKINAGA, H.; UEYAMA, Y.; IDE, K.; ISHIZUKA, I.; SUMINOTO, S. Herbicidal properties of new urea herbicide, isouron. In. Asian-Pacific Weed Science. Society. 7th Conference, 1979. *Proceedings*. p. 29-31.

Recebido para publicação em 18/08/88.