

RESÍDUOS DE PARAQUAT EM GRÃO DE SOJA QUANDO USADO COM DESSECANTE DA CULTURA

Almeida, F.S. de 1
Pineda-Aguilar, A. 2
Rodrigues, B.N. 3

1 Eng^o Agr^o, Fundação Inst. Agrônômico do Paraná - IAPAR. Caixa Postal 1331 Londrina-PR.
2 Bacharel em Matemática, M.Sc., IAPAR
3 Eng^o Agr^o, M.Sc., IAPAR.

RESUMO

O uso de paraquat na dessecação da soja deixa resíduos no grão cujo teor está relacionado com a fase de maturação da cultura quando da aplicação do produto e o intervalo de tempo entre esta operação e a colheita. A lei brasileira estipula como limite de resíduo no grão, $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ e o prazo de carência de sete dias entre a aplicação e a colheita. Para que esse teor médio de $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$, com oscilações de $0,03$ a $0,32 \text{ mg kg}^{-1}$, seja atingido, a necessário, não só que a aplicação do paraquat se faça com essa antecedência à colheita como, também, que não ultrapasse a fase de maturação da soja correspondente a 80% de vagens marrons.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, maturação, colheita, paraquat.

SUMMARY

PARAQUAT RESIDUES IN SOYBEAN GRAIN WHEN USED ON THE CROP DISSECTATION

The use of paraquat in the soy bean dissection leaves residue in the grain with content is related

with the crop maturity at the time of application of the product and the time interval between this operation and the crop harvest. The Brazilian law stipulates a content lower than $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ and an interval of seven days, between time of application and harvest. In order to get a medium content of $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$, with oscillations of $0,03$ to $0,32 \text{ mg kg}^{-1}$, it is necessary to do the paraquat application with that interval of time to harvest but, also, that the crop maturation be lower than the correspondent to 80% of brown pods.

KEYWORDS: *Glycine max*, maturation, harvest, paraquat.

INTRODUÇÃO

Os agricultores procedem à dessecação da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), como operação de pré-colheita, quando as lavouras se encontram infestadas, com a finalidade de matar as plantas daninhas e provocarem a desfolha da cultura. A operação facilita o trabalho das colheitadeiras e permite a antecipação da colheita, reduzindo, desta forma, os prejuízos provocados

por fungos e insetos que incidem sobre a soja no final do ciclo. Utilizam para tal, entre outros, o paraquat, um produto altamente tóxico, com DL_{50} oral aguda de 150 mg kg^{-1} . Por isto, esta prática cultural tem sido criticada pois, como a operação se realiza próximo à colheita, existe a possibilidade de do produto ser absorvido e concentrar-se no grão, constituindo perigo para o consumidor.

Esta hipótese tem sido contestada devido à baixa mobilidade do produto dentro da planta. Apesar de ser rapidamente absorvido pelos tecidos vivos a translocação é diminuta, uma vez que, na célula, a molécula é reduzida, pela ação fotossintética, a radical livre e, tão logo formado, novamente oxidado pelo oxigênio molecular, formando-se no processo o peróxido de hidrogênio. Este, concentrando-se na célula, mata-a, bloqueando, desta forma, a sua via de translocação dentro da planta. Além disso, na época em que se realiza a dessecação da soja, as plantas encontram-se no final do ciclo, com grande parte das folhas e outros órgãos secos, ou próximo de tal ponto. Por isso, a absorção é muito limitada. Também, o vigor vegetativo das plantas é baixo e, portanto, a circulação da seiva no xilema é reduzida. Como o paraquat se transloca por via apoplástica a movimentação é comprometida (8). Finalmente, o produto é fortemente adsorvido pelos colóides e, quando aplicado sobre tecidos mortos, fica retido na superfície. É neste estado que é sensível à foto de composição (2) degradando-se por fotólise.

Com base nestes conceitos o fabricante (Imperial Chemical Industries, ICI) defende a teoria de que

a contaminação do grão de soja pelo paraquat se dá, não por translocação do produto dentro da planta, mas sim por contato com os tecidos mortos, tanto da soja como das plantas daninhas, durante o processo de colheita e debulha. Por isso recomenda um intervalo de sete dias entre a operação de dessecação e a colheita para dar tempo a que o produto se degrade por fotólise. O Ministério da Agricultura do Brasil estipula este mesmo intervalo de segurança de sete dias e estabelece como limite máximo de resíduo no grão $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$. Este é também o limite admitido pela WHO/FAO (6).

Vários pesquisadores (1, 4, 5), têm-se dedicado ao estudo da residualidade do paraquat na semente de soja, quando usado como dessecante da cultura, relacionando-a, não só com esse intervalo, como também com a fase de maturação em que se encontram as plantas quando da realização da operação. Os resultados são, porém, pouco consistentes e, por vezes, contraditórios.

MATERIAL E MÉTODOS

Procedeu-se à dessecação da soja em 24 lavouras, de sete municípios do Norte e Centro do Paraná (Rolândia-8; Ponta Grossa-4; Faxinal-3; Londrina-3; Cambé-3; Araondas-2; Primeiro de Maio-1). Em todas as lavouras, a densidade de infestação da cultura era alta. Usou-se a dose de $0,4 \text{ ha}^{-1}$ de paraquat e, como adjuvante, o Agral, 0,1% v/v, exceto em cinco locais onde foi de $0,30$ a $0,32 \text{ kg ha}^{-1}$.

Na aplicação utilizou-se sempre o equipamento do agricultor em áreas de alguns hectares, exceto

em quatro onde se usou pulverização de precisão, tendo-se reduzido a área para 0,1 hectare. O volume de calda aplicado variou em conformidade com o equipamento, de 25 l ha⁻¹, em um caso de aplicação aérea, a 125-350 l ha⁻¹, na maioria das aplicações terrestres.

A soja encontrava-se em diferentes fases de maturação, desde 20% a 100% de vagens marrons, tendo-se determinado esta percentagem em 10 plantas escolhidas ao acaso, na área tratada.

O intervalo entre a dessecação e a colheita variou entre 2 a 21 dias, respeitando a conveniência do agricultor. Na colheita utilizou-se a colheitadeira do proprietário, recolhendo-se duas amostras na boca de saída da máquina, quando se encontrava no terço médio e final da área tratada. Depois de misturadas, foram retiradas cinco amostras das quais, novamente homogeneizadas, tomaram-se duas de 2 kg, sendo uma enviada ao laboratório da ICI, em Jealott's Hill, Inglaterra, para análise de resíduo de paraquat no grão e outra conservada no TAPAR. Nos quatro casos de aplicação em área de 0,1 ha, a colheita assim como a debulha foram manuais.

Na análise de resíduo de paraquat no grão de soja o laboratório usou o "Método Analítico de Resíduos da Plant Protection nº 1A" (7) modificado pela inclusão de uma operação de limpeza e remoção de óleo. O limite de detecção do método é de 0,02 mg kg⁻¹.

Uma vez obtidos os resultados das análises, agruparam-se os dados em conformidade com o teor de paraquat no grão em: <0,05; 0,06 g a 0,10; 0,11 a 0,20; 0,21 a 0,30; >0,31 mg kg⁻¹. Dentro de cada grupo sorteou-se uma amostra, retira-

da da reserva armazenada no TAPAR, que se enviou ao laboratório "Morse Laboratories", em Sacramento, Califórnia, E.U.A., para confirmação dos dados do laboratório da ICI.

Na análise dos dados usou-se o método de regressão descrito por Drapper & Smith (3).

RESULTADOS

No Quadro 1 compararam-se os resultados das análises realizadas no laboratório da ICI com os do Morse Laboratories. Se bem que não coincidentes, as diferenças são pouco acentuadas, a não ser na amostra 5, em que o teor de paraquat determinado pelo laboratório da ICI é bem superior ao do Morse Laboratories. Por essa razão e, também, porque o dado é discordante em relação aos restantes obtidos por aquele mesmo laboratório, como se pode observar no Quadro 2, resolveu-se descartá-lo. Pela observação desta tabela nota-se que existe tendência para aumento do teor de resíduo à medida que a dessecação se realizou com a soja numa fase de maturação mais adiantada, medida pela percentagem de grãos marrons, e também quando se reduziu o intervalo entre essa operação e a colheita.

Estatisticamente o comportamento do teor de resíduo de paraquat no grão (R) em relação ao intervalo da dessecação à colheita (IDC), e descrito pela função de regressão:

$$R = 0,6966 \times IDC^{-1,2314}$$

$$(r = -0,77^{**})$$

e, em relação à percentagem de vagens marrons (PVM) pela função:

$$R = 0,13849 \times 1,024922^{PVM} \quad (r=0,67^*)$$

Quadro 1. Resíduos de paraquat (mg kg^{-1}) de terminado no grão de soja pe =lo laboratório da ICI e da Morse Laboratories.

Nº da amostra	ICI	Morse Laboratories	Diferença
18	0,03	0,06	+ 0,03
23	0,08	0,11	+ 0,03
6	0,14	0,12	- 0,02
13	0,21	0,14	- 0,07
5	0,43	0,24	- 0,19

Para possibilitar os cálculos, atribuiu-se o valor de 0,01 a todos os teores de resíduos $<0,02 \text{ mg kg}^{-1}$.

Complementando o estudo procedeu-se à determinação da região de previsão para os valores experimentais dos teores de resíduos, à pro habilidade de 80%. Fizaram-se os ajustes utilizando a média dos teores, quando havia mais do que um, para o mesmo intervalo â colheita ou fase de maturação.

Nas Figuras 1 e 2 têm-se a representação gráfica dessas equações.

De duz-se deles que, procedendo à dessecação com a soja na fase de maturação máxima de 80% de vagens marrons, pode esperar-se que o resíduo na semente seja de $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$, com oscilações que, à probabilidade de 80%, poderão ir de 0,03 a $0,32 \text{ mg kg}^{-1}$. Estes resultados confirmam os obtidos por BASTIDAS et al. (1), Durigan (4) e Durigan & Cattaneo (5), já mencionados. Respeitando um intervalo mínimo de 5 dias entre a data de dessecação e a colheita, o teor de resíduo também de $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$, com os limites de previsão de 0,03 a $0,28 \text{ mg kg}^{-1}$, a mesma probabilidade de

80%, o que se integra no intervalo de segurança de sete dias estipulado pelo Ministério da Agricultura.

O processo pode ser explicado pela característica do produto só ser absorvido e translocado pelos tecidos vivos e em plantas em plena atividade vegetativa, ficando, nos órgãos mortos, adsorvido a eles, estado em que e sensível à foto-decomposição. Procedendo ides secação com a soja em estado avançado de maturação não é absorvido, ficando retido na sua superfície e, quando da colheita, contamina, por contato, a semente. Encontrando-se a soja menos madura, com tecidos ainda vivos, é absorvido mas sendo a translocação reduzida, não atinge o grão. O produto adsorvido fica exposto à luz solar e é degradado por fotólise, o que explica que após o intervalo de cinco dias entre a dessecação e a colheita, grande parte se encontre degradado por fotólise e a contaminação do grão seja menor, em média, do que $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ exigido por lei.

Na prática os dois processos acumulam-se uma vez quanto mais ma dura se encontra a soja quando da dessecação, mais rapidamente o agri-

Quadro 2. Teores de paraquat (mg kg^{-1}) no grão, agrupados pela fase de maturação da soja quando da dessecação (% de vagens marrons) e intervalo até a colheita, determinados pelo laboratório da ICI

Fase de maturação		Intervalo à colheita	
Vagens marrons %	Resíduo mg kg^{-1}	N ^o de dias	Resíduo mg kg^{-1}
100	0,43*	2	<0,02
100	0,28	3	0,43*
100	0,16	3	0,18
100	0,16	3	0,16
100	0,14	3	0,08
100	0,08	4	0,21
92	0,18	5	0,28
90	0,28	5	0,28
80	0,21	5	0,16
80	<0,02	5	0,14
75	0,08	5	<0,02
70	0,06	6	0,08
70	0,03	6	0,03
70	0,03	8	0,06
70	0,02	8	0,03
70	<0,02	9	0,03
70	<0,02	9	<0,02
70	<0,02	11	0,02
60	0,03	11	0,02
60	0,02	11	0,02
60	<0,02	16	0,06
30	0,02	17	0,07
20	0,07	20	<0,02
		21	<0,02

* Dado descartado. Para efeitos de análise dos dados atribuiu-se o valor de 0,01 aos teores de resíduo $<0,02 \text{ mg kg}^{-1}$.

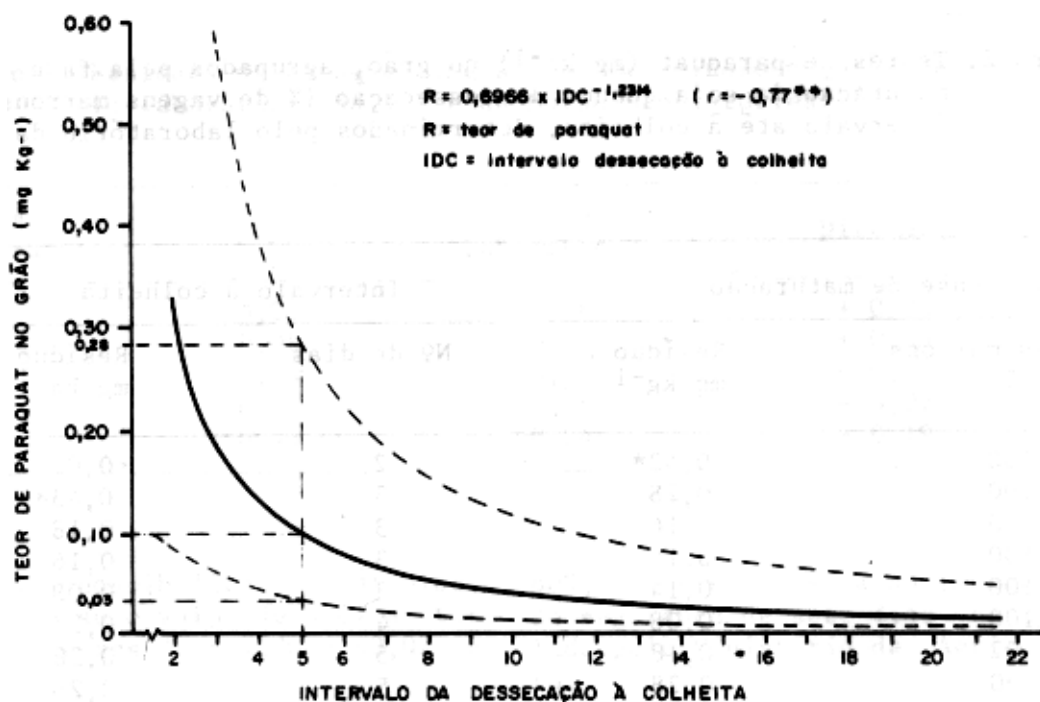


FIG 1 - REGRESSÃO E LIMITES DE PREVISÃO DA VARIAÇÃO DO TEOR DE RESÍDUO DE PARAQUAT NO GRÃO DE SOJA (R) EM FUNÇÃO DO INTERVALO ENTRE A DATA DA DESSECAÇÃO E A DA COLHEITA (IDC)

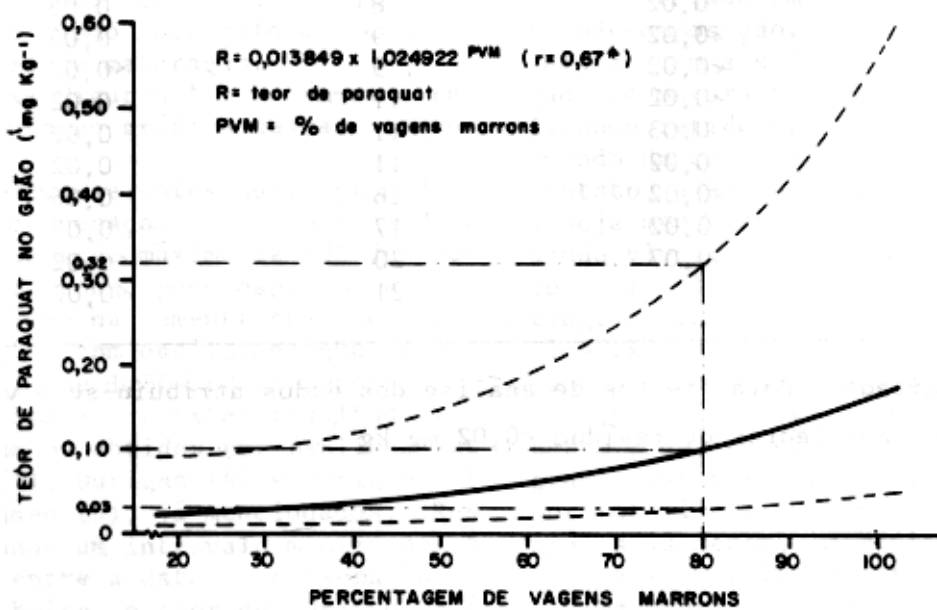


FIG 2 - REGRESSÃO E LIMITES DE PREVISÃO DA VARIAÇÃO DO TEOR DE RESÍDUO DE PARAQUAT NO GRÃO DE SOJA (R) EM FUNÇÃO DA PERCENTAGEM DE VAGENS MARRONS (PVM) NAS PLANTAS, QUANDO DA DESSECAÇÃO

cultor procede a colheita, a fim de evitar perda de qualidade e quantidade do grão.

Esta teoria esta devidamente comprovada e requer que seja mais profundamente estudada.

No processo de dessecação da soja com paraquat o teor de produto que fica retido na semente correlaciona-se com a fase de maturação em que se encontra a soja quanto da realização da dessecação e, também, com o intervalo de tempo entre a operação e a colheita.

Procedendo a dessecação com um intervalo mínimo de cinco dias a colheita pode prever-se teores de resíduos de paraquat no grão que, à probabilidade de 80%, oscilem entre 0,03 e 0,28 mg kg⁻¹, com média muito próxima a 0,1 mg kg⁻¹.

Fazendo a dessecação com a soja na fase de maturação corresponde a 80% de vagens marrons, espera-se que o teor de paraquat, a mesma probabilidade, oscile entre 0,03 e 0,32 mg kg⁻¹, com média muito próxima de 0,1 mg kg⁻¹.

O uso do produto deve restringir-se não só ao intervalo de segurança, já estipulado por lei, de 7 dias entre a aplicação e a colheita, como também, ao estágio máximo de maturação da soja correspondente a 80% de vagens marrons.

LITERATURA CITADA

1. Bastidas, G.; Franco, H.; Cruz, R. de la. Defoliantes en

soya (*Glycine max* (L.) Merrill). *Acta Agronômica*, 21 (2): 51-8, 1971.

2. Calderbank, A. The bipyridyl herbicides. *Advances in pest control research*, 8: 127-235, 1968.
3. Drapper, N.R. & Smith, H. *Applied regression analysis*. New York, John Willes & Sons, 1981. 709p.
4. Durigan, J.C. Efeitos da aplicação em pré-colheita de dessecantes em duas cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Jaboticabal, SP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1979. (Tese MSc.).
5. Durigan, J.C. & Cattaneo, S.F. Efeitos da aplicação, em pré-colheita de dessecante em soja (*Glycine max* (L.) Merrill) da cultivar UFV-1. Jaboticabal, SP. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1982.
6. FAO, Roma, Itália. *Pesticides residues in food: Report of 1972 joint meeting of the FAO working party of experts on pesticides residues and of the WHO expert committee on pesticide residue*. Roma, 1973 (FAO, Agricultural Studies, 90).
7. Imperial Chemical Industries. *Plant protection residue analytical method nº 1A*. Bracknell, Inglaterra, Jealott's Hill Res. Station s.d.
8. Summer, L.A. *The bipyridyl herbicides*. New York, Academic Press, 1980.