

EFEITOS DO HERBICIDA LACTOFEN SOBRE TRÊS CULTIVARES DE SOJA

I. ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS EXTERNAS E INTERNAS DE FOLHAS

C.F. DAMIÃO FILHO¹, G.M. CORSO² e V.M. de M. ANDRADE³

RESUMO

O lactofen, herbicida do grupo dos difenil éteres, é indicado para uso na cultura da soja, em pós-emergência, devido sua eficácia no controle de plantas daninhas latifoliadas. No presente trabalho, conduzido em casa-de-vegetação, foram utilizadas as cultivares de soja Foscarin-31, IAC-8 e IAC-9, tratadas com lactofen nas doses 0, 0,18 e 0,36 kg de lactofen i.a./ha, aplicadas quando as plantas apresentavam a segunda folha composta totalmente expandida. Aos quatro e doze dias após as aplicações, foram analisados e

descritos os sinais macroscópicos e microscópicos de intoxicação nos folíolos das folhas. Os resultados indicaram que o lactofen ocasionou expressivas alterações morfológicas externas e internas das folhas, nos locais onde foi depositado, e que a dose maior acentua os efeitos do produto sobre as plantas, sendo que as cultivares de soja apresentaram diferentes graus de sensibilidade ao produto.

Palavras-chave: lactofen, doses, soja, alterações morfológicas e histológicas.

SUMMARY

Lactofen, a diphenil ether herbicide, is indicated for use in soybean crop, at post-emergence, due to its efficacy on broad-leaf weed control. In the present assay, under greenhouse conditions, soybean cultivars as Foscarin-31, IAC-8 and IAC 9 were used. The herbicide was applied at the 2nd whole expanded composed leaf stage at 0, 0.18 and 0.36 kg of lactofen a.i./ha. At four and twelve days after application,

external and internal morphological aspects on the attained leaves were evaluated. Results showed that the lactofen generally raised injurious effects in the loci where it was deposited. Sensitivity of the three tested soybean cultivars to the herbicide was different.

Key-words: lactofen, rates, soybean, morphological and histological alterations.

INTRODUÇÃO

Em quaisquer cultivos, os aumentos de produtividade são devidos a um conjunto de fatores, entre eles os genéticos, climáticos, edáficos e os relacionados com o manejo adequado das culturas, tanto sob aspectos nutricionais e de irrigação, quanto aos que se referem ao controle de pragas, moléstias e de plantas daninhas. Estas últimas são fortes competidoras com a cultura da soja (18), podendo, ainda,

servir de hospedeiras para pragas e doenças, e dificultar a colheita mecânica, contribuindo, assim, para a ocorrência de perdas e influenciando na qualidade do produto colhido. Apesar da presença de plantas daninhas ser limitante à cultura, as plantas de soja requerem de 3 a 6 semanas de crescimento inicial livres destas, para que não ocorram perdas significativas na produção (16). Em alguns países da América do Sul, o aumento da área plantada e do rendimento da cultura de soja tem sido possível devido à adoção de herbicidas seletivos à cultura (8).

Com relação ao controle de latifoliadas em soja, os primeiros produtos usados eram de pré-semeadura incorporados ou de pré-emergência, com um espectro de controle de plantas daninhas de folha larga muito limitado. No final da década de 70, iniciou-se o uso de herbicidas de pós-emergência, constituindo um avanço tecnológico e expressivo para pro-

1 Professor Assistente-Doutor da FCAV-UNESP, campus de Jaboticabal. 14870-000 Jaboticabal, SP.

2 Professora Assistente-Doutora do IB-UNESP, campus de Rio Claro. 13506-900 Rio Claro, SP.

3 Professora Assistente-Doutora da FCAV-UNESP, campus de Jaboticabal. 14870-000 Jaboticabal, SP.

gramas de manejo das invasoras na cultura (12). O tratamento com herbicidas de pós-emergência é um método que pode substituir ou complementar o uso de herbicidas de pré-semeadura/emergência devido ao fato de que aqueles herbicidas têm apresentado melhorias na sua eficiência, residualidade e toxicidade, nos últimos anos, com diversificação dos seus espectros de ação (17).

O herbicida lactofen, recomendado para a cultura da soja (5), situa-se entre os herbicidas de recente lançamento (8). É um produto pertencente ao grupo dos difenil éteres, juntamente com o acifluorfen, fluoroglycofen e fomesafen, também recomendados para esta cultura. Todos inibem o processo fotossintético das plantas daninhas e causam, nas plantas de soja, clorose e necrose dos tecidos atingidos. O lactofen pode ocasionar, também, enrugamento dos folíolos que se encontram em desenvolvimento na época da aplicação, e redução na altura das plantas (20, 14).

A preocupação com os possíveis efeitos tóxicos dos herbicidas sobre as plantas cultivadas tem levado os pesquisadores a investigar as anormalidades resultantes desta prática, principalmente das folhas (21). No caso específico dos efeitos do lactofen, a maior parte dos trabalhos encontrados na literatura referem-se à metabolização do produto (9); ao controle de várias culturas (20, 6, 14). O objetivo do presente trabalho foi reproduzir, em condições de casa-de-vegetação, os efeitos da aplicação de duas doses de lactofen (0,18 e 0,36 kg i.a./ha) sobre folhas de três cultivares de soja, visando a descrição das alterações morfológicas externas e internas, ocasionadas pelo produto.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado e mantido sob condições de casa-de-vegetação. Utilizou-se, como substrato, solo extraído de mata natural, da classe textural argila pesada, com 3,9% de matéria orgânica, pH 5,5 e 73% de saturação de bases. O solo foi passado em peneira com malhas de 5 mm de abertura e colocado em vasos de barro cerâmico, com capacidade de 21, possuindo orifício de dreno na parte inferior.

Foram utilizadas três cultivares de soja, Foscarin-31, IAC-8 e IAC-9, de ciclos vegetativos precoce, médio e semitardio, respectivamente. Para cada cultivar foram colocadas 6 sementes por recipiente, à profundidade de 20 mm, previamente selecionadas quanto ao tamanho, integridade e coloração do tegumento, com 30 repetições para cada cultivar, perfazendo, o ensaio, o total de 90 vasos. Quando as plântulas apresentaram a folha do 1º nó totalmente expandida, foram feitos desbastes, deixando-se uma planta por recipiente. A intervalos de um por dia, foram feitas irrigações, mantendo-se a umidade dos substratos próxima à capacidade de campo.

Os tratamentos consistiram em aplicações do herbicida lactofen⁽¹⁾, nas doses de 0, 0,18 e 0,36 kg i.a./ha. Utilizou-se pulverizador costal à pressão constante de CO₂, combico tipo leque, marca Teejet 80.02, a uma pressão de trabalho de 35 lb/pol², sendo de 280 l/ha, aproximadamente, o volume de calda aplicada. As aplicações das diferentes doses foram efetuadas no estádio 32 de crescimento das plantas de soja

⁽¹⁾ Cobra (240 g de Lactofea/litro)

(27), alcançado aos 22 dias após a semeadura. Doze horas antes das aplicações, as plantas eram retiradas da casa-de-vegetação e colocadas à céu aberto, retornando-as às condições originais após os tratamentos.

Quatro dias após as aplicações, selecionou-se uma planta, de cada tratamento, representativa dos efeitos das diferentes doses do herbicida, como modelo para descrição comparativa dos sinais macroscópicos de intoxicação pelo produto, nos folíolos das folhas do 3º e 4º nós. Outras cinco plantas, de cada condição, foram aleatoriamente colhidas e, destas, foram retiradas amostras de tecido foliar do folíolo central das folhas do 3º e 4º nós, sendo o material obtido fixado em solução de Bouin Hollande (2,5 g de acetato de cobre; 4,0 g de ácido pícrico; 10,0 ml de formol; 1,5 ml de ácido acético glacial, diluídos em 100 ml de água destilada) e, decorridos quinze dias, as amostras foram submetidas ao processo de preparação de lâminas histológicas permanentes (10), sendo coradas com safranina aquosa.

Após doze dias das aplicações do produto, colheram-se as quatro plantas restantes de cada tratamento. Dessas, foram separados os folíolos da folha do 5º nó, para descrição dos sinais macroscópicos de intoxicação e de seus efeitos sobre os tecidos foliares. Visando análise deste último aspecto, foram retiradas amostras do limbo foliar do folíolo central, em regiões com alterações tissulares. Tais amostras foram fixadas em solução de Bouin Hollande e, decorridos quinze dias, as amostras foram submetidas ao processo de preparação de lâminas histológicas permanentes (10), sendo coradas com safranina aquosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1) Morfologia externa.

Os sinais externos de intoxicação das plantas de soja tratadas evidenciaram-se 72 horas após a aplicação do lactofen. Independentemente das doses utilizadas, as plantas apresentaram sinais de intoxicação mais intensos nos folíolos da folha do 3º nó que, por ocasião das aplicações, ocupavam posição superior e possuíam maior área, interceptando, assim, maior quantidade do produto pulverizado.

Os sinais de intoxicação pelo lactofen podem ser vistos na Figura 1. Os limbos, na face adaxial dos folíolos da folha do 3º nó, apresentaram manchas descoloridas circulares, muitas vezes coalescentes, com distribuição aproximadamente uniforme sobre a superfície. As nervuras principais e suas ramificações de maior diâmetro mostraram faixas descoloridas, que acompanhavam mais de dois terços de toda a sua extensão, em ambos os flancos. As margens das lâminas apresentaram, às vezes contínua e, outras, descontinuamente, uma faixa descolorida, com pouco menos de 1 mm de largura. Observou-se, também, que os sinais de intoxicação foram mais intensos na dose mais elevada, resultado similar ao observado por Gazziero & Neumaier (5) com relação a sinais de intoxicação devido à sobreposição de faixas de aplicação de herbicidas. Os folíolos da folha do 4º nó apresentaram sinais de intoxicação semelhantes aos da folha do 3º nó, acrescentando-se a esses, pequenas manchas necróticas e discreta distorção.

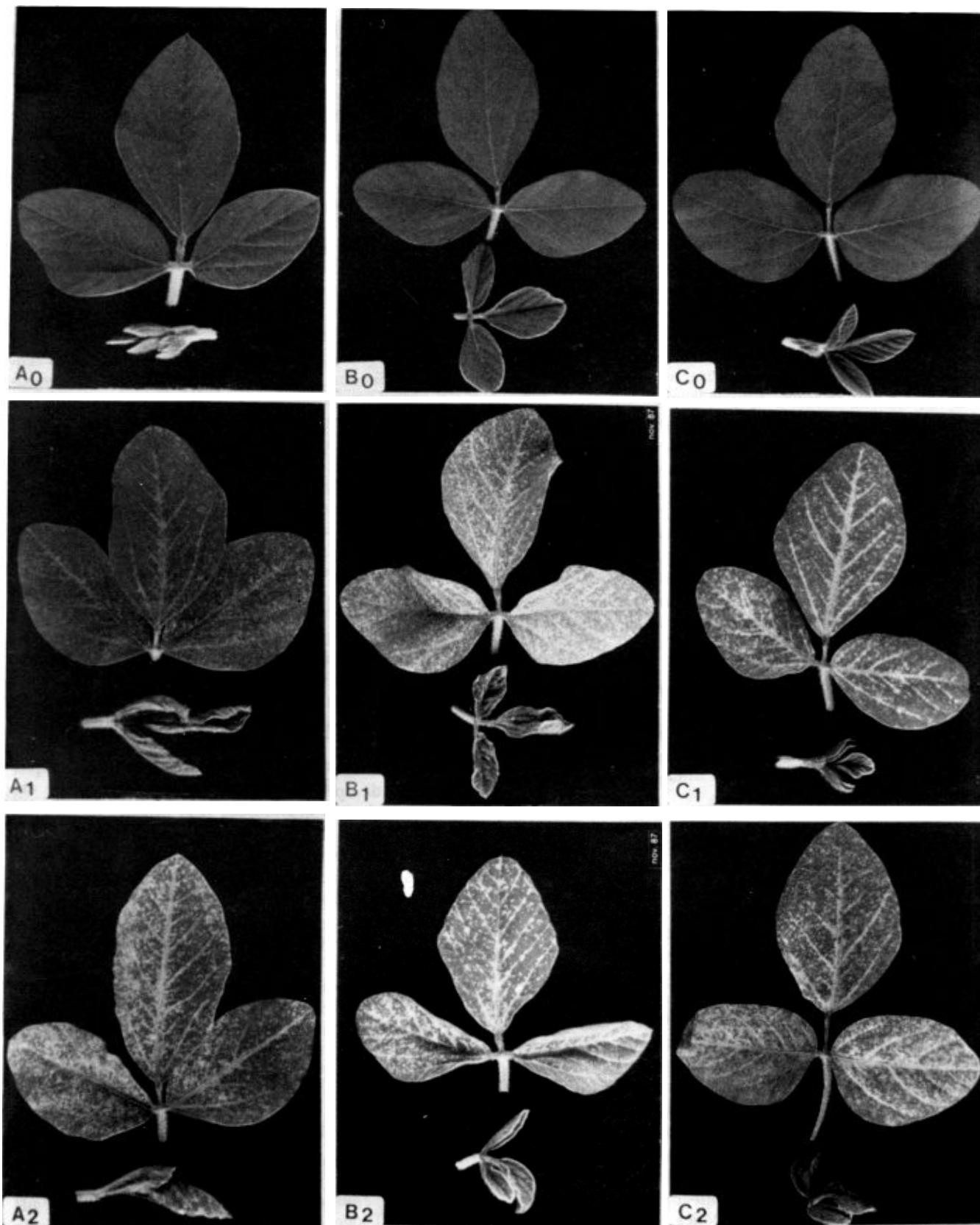


FIGURA 1 - Sinais externos de intoxicação ocasionados pelo herbicida lactofen em soja, quatro dias após as aplicações, em folhas do 3º e 4º nós. A: Foscarin-31; B: IAC-8 e C: IAC-9. Índices 0, 1 e 2: doses 0, 0,18 e 0,36 kg i.a./ha de lactofen.

Segundo Andel *et al.* (1), os sinais de intoxicação, além dos fatores resultantes das diferenças na susceptibilidade dos vários órgãos e tecidos, podem ser devidos a uma retenção localizada do herbicida nas nervuras ou no mesófilo. Assim, as faixas descoloidas que acompanham as nervuras dos folíolos podem ser resultado de uma maior retenção do lactofen por elas. Ainda, de acordo com Muller (15), a soja apresenta células isentas de cloroplastos, relativamente grandes e pouco alongadas, que acompanham as nervuras em forma similar a de uma bainha, denominadas de mesófilo paravenal por Franceschi & Giaquinta (4). O mesófilo paravenal da soja é constituído por uma única camada de células especializadas, que envolve os feixes vasculares ao nível do floema. Tal posição faz com todos os fotossintatos passem através desta camada para ter acesso ao floema e, além de atuar na transferência de assimilados, o mesófilo paravenal acumula glicoproteínas e reservas nitrogenadas. Desta maneira, os sinais de intoxicação do lactofen, nas nervuras de maior calibre, podem ser resultado não apenas de uma maior retenção do produto sobre as nervuras mas, também, à maior sensibilidade do mesófilo paravenal, devido as suas peculiaridades.

A cultivar IAC-8, em comparação com as demais, além dos sinais anteriormente descritos, apresentou pronunciada clorose sob as suas doses do herbicida, sendo a clorose mais intensa sob a dose mais elevada. O fato indica haver, de acordo com Hertwig *et al.* (7), maior capacidade de absorção e translocação e/ou menor conversão metabólica do lactofen em substâncias inativas pela cultivar IAC-8, considerando-se que esses são os principais fatores que controlam a seletividade dos herbicidas. Pode ter ocorrido, também, que a cultivar IAC-8 não sintetize produtos desintoxicantes (agliconas e glucosídeos de isoflavona e pterocarpenos) em quantidades similares às das outras cultivares testadas, apresentando, assim, uma resposta diferenciada ao produto aplicado.

Com relação às folhas do 5º nó, os sinais de intoxicação podem ser vistos na Figura 2. Verifica-se que, nessas folhas, de todas as cultivares submetidas as duas doses do herbicida, ocorreu encurvamento dos folíolos, com os ápices das lâminas voltados para a superfície abaxial, sendo tal encurvamento observado a partir do terço médio das lâminas foliares. Entre as nervuras de segunda ordem, observou-se enrugamento da lâmina, conferindo um aspecto ondulado à superfície foliar. Os limbos dos folíolos tornaram-se assimétricos, havendo menor crescimento da lâmina em um dos lados da nervura principal. Tais lâminas de intoxicação, nas folhas do 5º nó, são atribuídos ao crescimento diferencial das nervuras, em relação às demais regiões do limbo.

As diferentes partes de uma folha qualquer, apresentam crescimento anisotrópico (3), sendo tal crescimento regulado não apenas por fatores genéticos mas, também, por fatores externos e internos do órgão. Por ocasião dos tratamentos, como as folhas do 5º nó encontravam-se em fases iniciais de crescimento, com alta atividade mitótica, o produto possivelmente provocou uma descontinuidade do crescimento do limbo foliar como um todo, afetando de forma mais eficaz a região mais sensível das nervuras e ocasionando o enrugamento das lâminas foliares.

Constataram-se pequenas áreas necróticas na região mediana das folhas do 5º nó, submetidas ao lactofen. Não observou-se clorose acentuada, porque nesta fase de crescimento, os possíveis cloroplastos afetados seriam mascarados pela diferenciação posterior dos demais, e pela síntese de pigmentos nas regiões ou tecidos que se diferenciaram mais tardiamente.

2) Morfologia interna.

As análises microscópicas efetuadas nos limbos foliares das folhas do 3º nó evidenciaram que as lesões ocasionadas pelo produto foram semelhantes nas três cultivares, tendo sido mais acentuadas nas plantas que receberam a dose mais elevada do herbicida.

A Figura 3 mostra fotomicrografias dos folíolos centrais das folhas dos 3ºs nós da cultivar Foscarin-31, submetidas às três doses do herbicida. Todas as demais cultivares apresentaram lesões tissulares semelhantes às desta cultivar; também, as características anatômicas e histológicas das cultivares IAC-8 e IAC-9, observadas sob a dose 0 são semelhantes (Figura 3 A, D). Pela observação da Figura 3, verifica-se que ocorreu destruição da epiderme adaxial das lâminas foliares, com desorganização dos parênquimas paliádico e lacunoso, nas regiões correspondente às manchas descoloridas observadas externamente (Figura 3 B, C - a). Nas regiões das lâminas, adjacentes à nervura central, observou-se uma depressão acentuada, com colapso da epiderme adaxial e necrose do parênquima paliádico, parênquima fundamental e parte do floema dos feixes abaxiais (Figura 3 E, F - c,d). Na dose maior, observam-se lesões mais acentuadas, sendo notável a necrose da epiderme superior, dos parênquimas, do colênquima e a malformação dos feixes vasculares adaxiais (Figura 3 F).

Nos folíolos centrais das folhas dos quartos nós que, por ocasião da aplicação do produto, encontravam-se em expansão, as lesões ocasionadas pelo produto foram mais extremas do que as ocorridas nas folhas dos terceiros nós. Na região da nervura central, as lâminas foliares apresentaram-se necróticas e colapsadas e mostraram rompimento dos tecidos da lâmina foliar (Figura 4).

De maneira geral, as lesões ocasionadas pelo lactofen, expressam-se pelo colapso de células da epiderme adaxial e marcante distorção do parênquima paliádico subjacente. Tais injúrias ocorrem, principalmente, ao longo e nas adjacências das nervuras, bem como nas áreas marginais dos folíolos (onde ocorrem depressões da superfície foliar) e em áreas esparsas da lâmina, que tiveram contato com o produto pulverizado. Evans & Curry (2) descrevem sinais muito semelhantes aos anteriormente descritos, quando plantas de soja foram submetidas à chuva ácida simulada (pH 2,5). Para o lactofen, entretanto, seus efeitos sobre plantas de soja não podem ser relacionados com a acidez da calda pulverizada. Em determinações efetuadas, verificou-se que a calda do produto, em ambas as doses utilizadas, apresentou pH próximo a 8,0, logo após a mistura do produto com o veículo (água, com pH de 8,13); após a pulverização, o pH situou-se em torno de 6,4.

Os folíolos do quinto nó, na época da aplicação do herbicida, eram pouco desenvolvidos, encontrando-se, ainda,

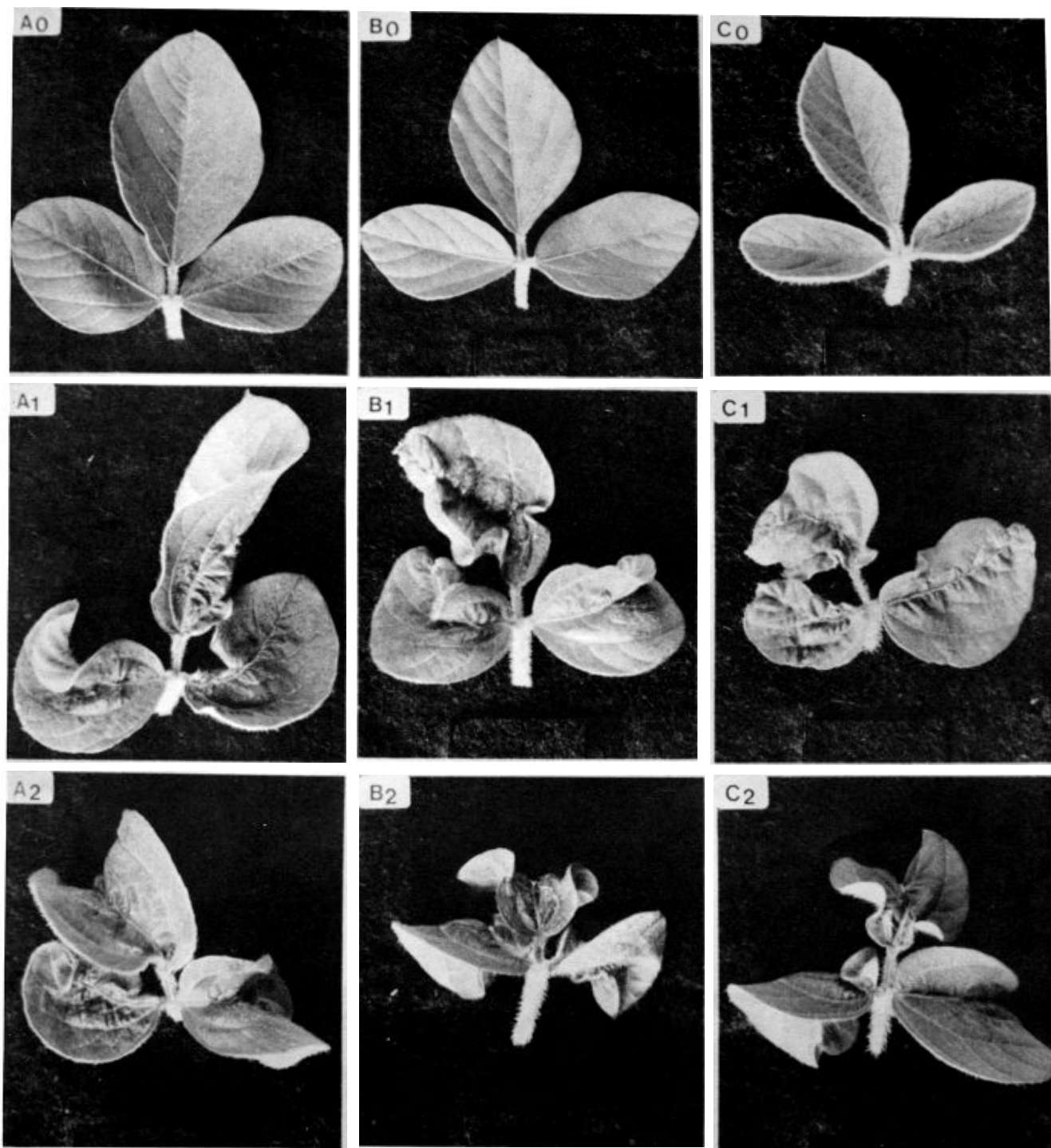


FIGURA 2 - Sinais externos de intoxicação ocasionados pelo herbicida lactofen em soja, em folhas do 5º nó, aos doze dias após as aplicações. A: Foscarin-31; B: IAC-8 e C: IAC-9. Índices 0, 1 e 2: doses 0, 0,18 e 0,36 kg i.a./ha de lactofen.

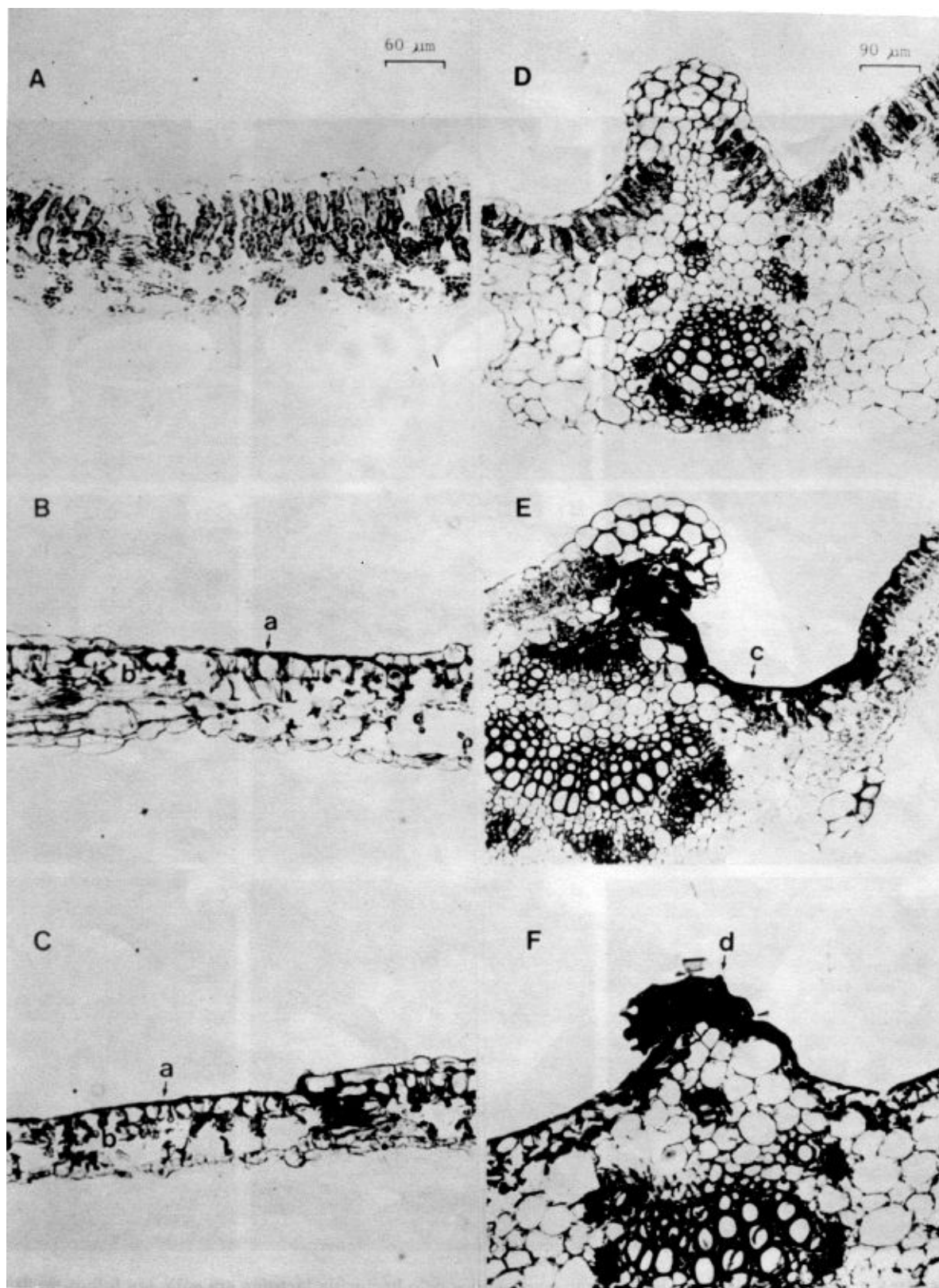


FIGURA 3 - Secções transversais do folíolo central de folhas do 3º nó da cultivar Foscarin-31 submetidas a diferentes doses de lactofen. A-C: ápice do limbo foliar; D-F: região mediana da nervura central. A,D: dose 0; B,E: dose de 0,18 kg i.a./ha de lactofen; C,F: dose de 0,36 kg i.a./ha de lactofen. a: epiderme adaxial destruída; b: parênquima paliçádico alterado; c: depressão causada pela deposição do herbicida; d: destruição da epiderme e tecidos subjacentes.

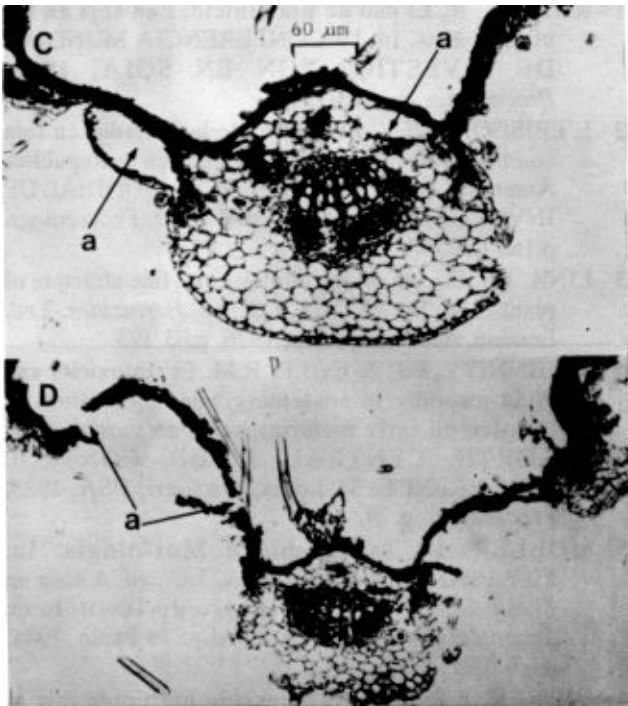


FIGURA 4 - Secções transversais de folhas da cultivar Foscarin-31 submetidas a diferentes doses de lactofen. C-D: nervura principal do folíolo central do 4º nó, doses 0,18 e 0,36 kg i.a./ha. a: rompimento de tecidos.

com a face abaxial exposta. Ao contrário do observado nas lâminas das folhas dos terceiros e quartos nós, foram manifestas, as alterações anatômicas, na superfície inferior dos folíolos. Estas consistiram em necrose da epiderme abaxial e dos tecidos subjacente, nas nervuras principais dos folíolos centrais. Logo acima das lesões, observou-se proliferação anormal das células, como pode ser visto na Figura 5 A, B - b. Além das lesões na nervura principal, foram constatadas necrose e colapsamento das lâminas foliares próximas às nervuras centrais (Figura 5 B - c). Na região de saída das nervuras secundárias, observa-se necrose, rompimento de tecido e hiperplasia, resultando em células hipotrofiadas (Figura 5 C, D - b). A nervura secundária apresenta células malformadas e destruição do feixe vascular.

Tais sinais de intoxicação pelo produto, nas folhas do 5º nó, manifestaram-se em ambas as doses, com intensidades semelhantes, nas três cultivares em estudo. Esses cultivares, estudadas comparativamente, não apresentaram características anatômicas, que as diferenciasssem, quando submetidas ao tratamento com lactofen.

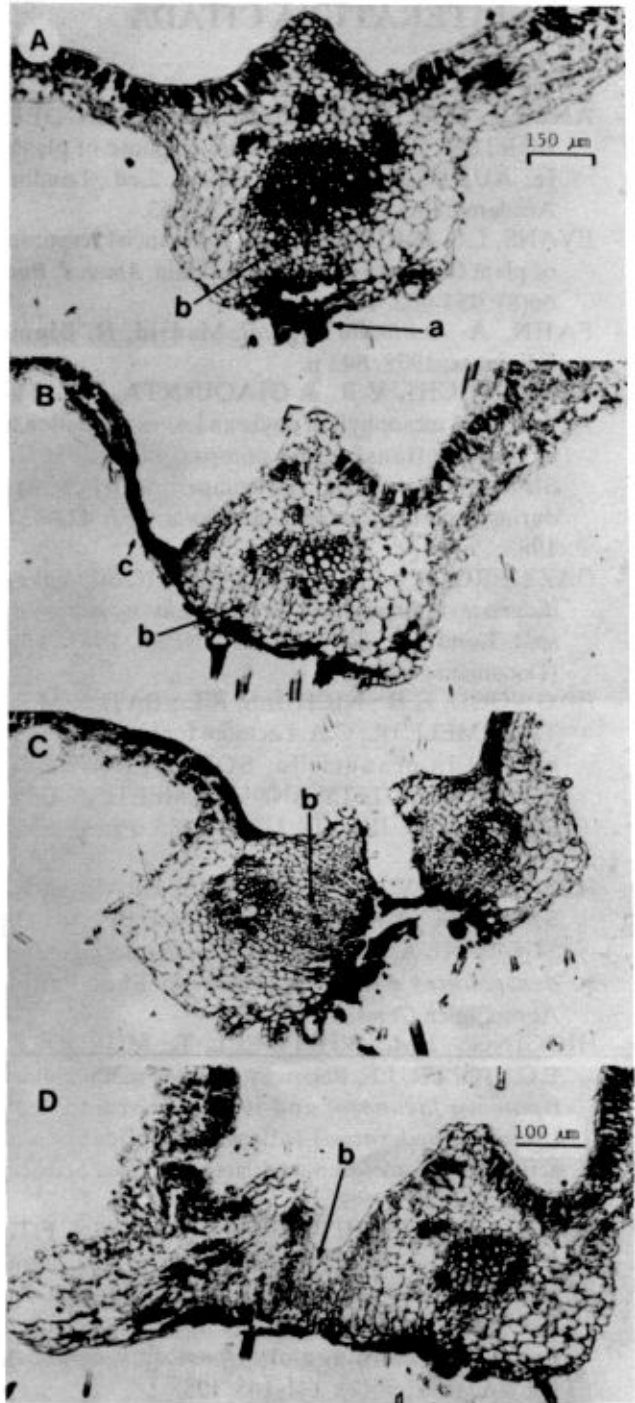


FIGURA 5 - Secções transversais da nervura principal de folíolos centrais, região mediana do limbo, da folha do 5º nó da cultivar Foscarin-31, submetida a dose de 0,36 kg i.a./ha de lactofen (A-D). a: local de depósito de gota pulverizada, mostrando destruição da epiderme e tecidos subjacentes; b: hiperplasia e células hipotrofiadas; c: porção do limbo foliar com necrose e colapsamento da lâmina. C,D: região de saída de nervura secundária.

LITERATURA CITADA

- 1- ANDEL, O.M. VAN; ZWEEP, W. VAN -DER; BORTER, C.J. Morphogenetic response of plants. In: AUDUS, L.J., ed. *Herbicidas*, 2.ed., London, Academic Press, 1976. v.2, p.127-163.
- 2 - EVANS, L.S. & CURRY, T.M. Differential responses of plant foliage to simulated acid rain. *Amer. J. Bot.*, 66(8): 953-962, 1979.
- 3 - FAHN, A. *Anatomia Vegetal*. Madrid, H. Blume Ediciones, 1978.643 p.
- 4- FRANCE SCHI, V.R. & GIAQUINTA, R.T. The paravenal mesophyll of soybean leaves in relation to assimilate transfer and compartmentation. II - Structural, metabolic and compartmental changes during reproductive growth. *Planta*, 157: 423-431, 1983.
- 5 - GAIHERO, D.L.P. & NEUMAIER, N. *Sintomas e diagnose de fitotoxicidade de herbicidas na cultura da soja*. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1985. 56p. (Documentos, 13).
- 6 - HAGWOOD, H.B.; NICHOLS, R.L.; BATES, M.R.; TRAMMELL JR., C.A. Lactofen for broadleaf weed control in peanuts. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY ANNUAL MEETING, 33th, Champaign, Illinois, USA, 1985. *Proceedings*. p32.
- 7- HERTWIG, K.V.; RIBEIRO, L.V.; BRASCH, E.; SANTOS, J.M.F. dos; NOGUEIRA, C.; SUGISAKI, A. *Manual de herbicidas, desfolhantes, dessecantes a fitorreguladores*. São Paulo, Agrônômica Ceres, 1977.480p.
- 8 - HIGGINGS, J.M.; WHITWELL, T.; MURDOCK, E.C.; TOLER, J.E. Recovery of pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa*) and ivyleaf morningglory (*Ipomoea hederacea*) following applications of acifluorfen, fomesafen, and lactofen. *Weed Science*, 36(3): 345-353, 1988.
- 9 - HIGGINS, J.M.; WHITWELL, T.; CORBIN, F.T.; CARTER JR., G.E.; HILL JR., H.S. Absorption, translocation, and metabolism of acifluorfen and lactofen in pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa*) and ivyleaf morningglory (*Ipomoea hederacea*). *Weed Science*, 36(2): 141-145, 1988.
- 10 - JOHANSEN, D.A. *Plant microtechnique*. New York, McGraw-Hill Book, 1940. 523p.
- 11 - KIHARA, R. El uso de graminicidas en soja an los ultimos anos. In: IV CONFERENCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION EN SOJA, 1989. *Proceedings*. p.1613-1619.
- 12 - L'EPISCOPO, E.V. El control de latifoliadas en soja con herbicidas de post-emergencia en la Republica Argentina. In: IV CONFERENCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION EN SOJA, 1989. *Proceedings*. p.1650-1654.
- 13 - LINK, A.J. Effects on the citology and fine structure of plant cells. In: ALDUS, L.J., ed. *Herbicidas*. 2.ed. London, Academic Press, 1976. p.83-125.
- 14 - MCGINNITY, P.J. & COLE, R.M. Phytotoxicity and yield response to postemergence applications of lactofen on early maturing soybean varieties. In: NORTH CENTRAL WEED CONTROL CONFERENCE, St. Louis, Missouri, USA, 1985. *Proceedings*. p.79.
- 15 - MULLER, L. Taxonomia e Morfologia. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J.C., ed. *A soja no Brasil*. Seção de Divulgação do Instituto de Tecnologia de Alimentos, ITAL, São Paulo, 1981. p.65-108.
- 16 - OLIVER, L.R. Factors affecting herbicide rate in soybeans: strategies for reduced herbicide rates. In: IV CONFERENCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION EN SOJA, 1989. *Proceedings*. p.1613-1619.
- 17 - REGNAULT, Y. The destruction of weed-dicotyledons in soybean with postemergence treatments. In: IV CONFERENCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION EN SOJA, 1989. *Proceedings*. p.1677-1682.
- 18 - SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.P. *A cultura da soja. II parte*. Viçosa, MG, Imprensa Universitária da UFV, 1985.75p.
- 19 - SCHOTT, P.E.; HANF, M.; O'NEAL, D.; SCHELBERGER, K.; SCHOROEDER, M.; WARE, T.; JOHN, T. A decimal code for the development stages of a soybean plant - a prerequisite for progressive bioregulator research and use. In: PGRSA ANNUAL MEETING, Honolulu, Hawaii, USA, 1987. *Proceedings*. p.2-6.
- 20 - SHEPERD, H.E.; MCGINNITY, P.J.; BATES, M.R.; KAMICKER, T.A. Yield response of soybeans to postemergence applications of lactofen. In: NORTH CENTRAL WEED CONTROL CONFERENCE, Winnipeg, Manitoba, Canada, 1984. *Proceedings*. p.36.
- 21 - WHITE, O.E. Fasciation. *The Botanical Review*, 24(6): 319-358, 1948.