

EFEITO DE SUBDOSES DE HERBICIDAS EM PLANTAS DE RÚCULA (*Eruca sativus Mill*)

Tiago José Leme de Lima¹

Guilherme José Ceccherini²

Fernando Cesar Sala³

RESUMO

O cultivo de hortaliças na região de Araras-SP, em sua maioria é adjacente a grandes lavouras, podendo sofrer ações ocasionadas pelos manejos aplicados nestas, especificamente a aplicação de herbicidas que ocasionam derivas. É recorrente em plantas de rúcula (*Eruca sativus Mill*) o aparecimento de manchas cloróticas, que segundo a literatura podem ser fitotoxidade gerada pela ação de determinados herbicidas. O objetivo deste trabalho foi verificar a resposta de plantas de rúcula variedade Rococó quando submetidas a subdoses dos herbicidas clomazone e isoxaflutole. Foram realizados dois experimentos (tratamento com clomazone e tratamento com isoxaflutole) com delineamento inteiramente casualizado, contendo cinco tratamentos (subdoses) com quatro repetições cada tratamento contidas de quatro vasos com duas plantas cada vaso. Os tratamentos para o experimento com o clomazone compreenderam a 0% (0 mL ha⁻¹), 0,001% (0,03mL ha⁻¹), 0,005% (0,15mL ha⁻¹), 0,01% (0,3mL ha⁻¹), 0,03% (0,9mL ha⁻¹), e para o isoxaflutole foram calculadas as mesmas porcentagens, que corresponderam a, 0% (0g ha⁻¹), 0,001% (0,0025 g ha⁻¹), 0,005% (0,0125 g ha⁻¹), 0,01% (0,025 g ha⁻¹), 0,03% (0,075 g ha⁻¹). Doses comerciais foram utilizadas como parâmetro para o cálculo das subdoses, onde para o clomazone foi de 3 L ha⁻¹ e para o isoxaflutole foi bde 250 g ha⁻¹. A aplicação foi feita com 15 dias após o transplante. As variáveis analisadas foram fitotoxidade em folhas jovens e adultas. De maneira geral, através dos dados obtidos observou-se que o aumento gradual nas subdoses dos dois herbicidas, provocou também o constate aumento da severidade causada nas plantas de rúcula Rococó.

Palavras-chave: fitotoxidade; hortaliças; injúrias

¹ Mestre em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados (UFSCar). Técnico agropecuário (UFSCar)

² Engenheiro Agrônomo, mestrando em Produção Vegetal e bioprocessos Associados (UFSCar). Consultor de horticultura

³ Engenheiro Agrônomo (ESALQ-USP). Docente de horticultura (UFSCar)

Recebido em: 21/06/2022 - Aceito para publicação em: 26/11/2022

ABSTRACT

The cultivation of vegetables in the region of Araras-SP, in their majority is adjacent to large crops, and may suffer actions caused by the management applied to them, specifically the application of herbicides that cause drift. It is common in arugula plants (*Eruca sativus* Mill) the appearance of chlorotic spots, which according to the literature can be phytotoxicity generated by the action of certain herbicides. The objective of this work was to verify the response of Rocoó rocket plants when subjected to underdoses of the herbicides clomazone and isoxaflutole. Two experiments were carried out (treatment with clomazone and treatment with isoxaflutole) with a completely randomized design, containing six treatments (underdoses) with four repetitions contained from four pots with plants. The treatments for the clomazone experiment comprised 0% (0 mL ha⁻¹), 0.001% (0.03mL ha⁻¹), 0.005% (0.15mL ha⁻¹), 0.01% (0.3mL ha⁻¹), 0.03% (0.9mL ha⁻¹), and for isoxaflutole the same percentages were calculated, which corresponded to, 0% (0g ha⁻¹), 0.001% (0.0025 g ha⁻¹), 0.005% (0.0125 g ha⁻¹), 0.01% (0.025 g ha⁻¹), 0.03% (0.075 g ha⁻¹). Commercial doses were used as a parameter for the calculation of underdoses, where for clomazone it was 3 L ha⁻¹ and for isoxaflutole it was 250 g ha⁻¹. The application was made 15 days after the transplant. The variables analyzed were phytotoxicity in young and adult leaves. In general, through the obtained data it was observed that the gradual increase in the underdoses of the two herbicides, also provoked the constant increase in the severity caused in the Rocoó rocket plants.

Keywords: phytotoxicity; vegetables; injuries

1. INTRODUÇÃO

O estado de São Paulo é caracterizado como um dos grandes ícones do agronegócio nacional. No estado há uma vasta gama de culturas sendo produzidas, possivelmente em função de empresas locais fornecedoras de insumos e grande população aliada ao poder de consumo. A cidade de Araras é reconhecida como um grande pólo de produção de produtos e subprodutos derivados da cana de açúcar. Paralelamente, a cidade destaca-se a sua importância como grande produtora de alimentos em escala comercial para a alimentação humana (hortaliças). Dentre as hortaliças comumente cultivadas pelos produtores no município, está a rúcula, pertencente à família das Brassicáceas. As áreas de produção de hortaliças em sua maioria estão localizadas nas proximidades de lavouras de cana de açúcar, onde elas tornam-se propícias aos manejos aplicados na monocultura, especificamente aplicação de herbicidas que geram deriva.

A deriva caracteriza-se pelo agrupamento de alguns fatores, tais como, o arraste da calda pulverizada através do vento, a volatilização do produto (dependendo das

características do produto), tipo de equipamento (pulverizações com uso de aviões podem favorecer a deriva), sua calibração e tipo de pontas de pulverização, técnicas de aplicação, condições climáticas e habilidade do operador (CUNHA et al., 2003; COSTA et al., 2007; VIANA et al., 2007).

Para manter a eficácia em cultivos de grandes lavouras, faz-se necessário uma série de tratos culturais, estas operações podem ser otimizadas com a aplicação de alguns herbicidas com princípios ativos durante o ciclo de produção das culturas, tais como, o isoxaflutole e o clomazone. Segundo Rodrigues e Almeida apud AZANIA, 2004, p.9) o herbicida isoxaflutole, é comercializado na forma de grânulos auto-dispersíveis em água (750 g kg^{-1}), cujo seu objetivo principal no cultivo é o controle de algumas plantas inasoras de folhas largas e gramíneas anuais e perenes, propagadas por sementes, em condição de pós ou pré-emergência. Em períodos de estiagem segundo Azania (2004), recomenda-se a aplicação de 188, 225 e 263 g ha^{-1} i.a de isoxaflutole e para soqueira em período de maior umidade 75, 94 e 112 g ha^{-1} i.a. Nas plantas daninhas o isoxaflutole é absorvido pelas raízes onde sua translocação ocorre via xilema até as folhas, impedindo a biossíntese dos pigmentos carotenoides e a degradação da clorofila pela luz solar apresentando sintomas de branqueamento foliar, partindo para necrose e morte em plantas susceptíveis (PALLETET et al., 1998).

O herbicida clomazone é absorvido pelo meristema apical das plantulas, pelas raízes e pelo colo das plantas, sendo translocado pelo xilema até as folhas, causando danos nos cloroplastos que resultam na inibição da formação de pigmentos fotossintéticos e reduzindo a síntese de caroteno (DEVINE et al., 1993). Sua comercialização é feita da forma de EC (concentrado emulsionável a 500 e $800 \text{ g i.a. L}^{-1}$) e CS (suspensão de encapsulado a $360 \text{ g i.a. L}^{-1}$), e segundo a Adapar (2015) recomenda-se 1,08 a 1,26 Kg ha^{-1} i.a ou de 3,0 a $3,5 \text{ l ha}^{-1}$ i.a, sendo que seu período de aplicação e controle de ervas daninhas a campo assemelha-se ao isoxaflutole, proporcionando sintomas característicos da ação desse herbicida, plantas com folhas albinas (VIDAL., 1997).

A produção qualitativa e quantitativa das culturas hortícolas adjacentes aos grandes cultivos pode ser alterada quando sob efeito das derivas. Injúrias da deriva de clomazone foram encontrados em plantas de tomateiro e laranjeira (FIGUEIREDO., 2006; TIMOSSI e ALVES., 2001). Schroeder et al. (1983) verificaram que doses reduzidas dos herbicidas dicamba, 2,4-D e picloram, provocaram intoxicação em plantas de beterraba, o que resultou em menor produtividade e qualidade dos produtos colhidos. Gilreath et al. (2000) observaram interação significativa entre doses de glyphosate e estádios de desenvolvimento das plantas de pimentão. Conforme registrado por Alves et al., 2000; Ellis e Griffin (2002), danos através do uso de subdoses do glyphosate também foram encontrados na cultura do milho, soja, sorgo, algodão, tomate e eucalipto, com consequente intoxicação e redução de produtividade.

A ocorrência de deriva de diferentes herbicidas pode causar danos a diferentes tipos de culturas, sejam elas perenes, anuais ou de ciclo curto, como é o caso das hortaliças. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a resposta de plantas de rúcula da variedade Rococó quando submetidas a subdoses dos herbicidas clomazone e isoxaflutole.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Em casa de vegetação, no mês de Junho de 2019, foram realizados dois experimentos envolvendo herbicidas e plantas de rúcula da variedade Rococó. O primeiro experimento foi realizado para averiguar o efeito das subdoses do herbicida clomazone em plantas de rúcula e o segundo para avaliar o efeito das subdoses do herbicida isoxaflutole nesta mesma cultura.

As unidades experimentais constituíram-se de recipientes de plástico, preenchidos com um litro de substrato comercial (fibra de coco) misturados com 7 g de adubo orgânico. Para cada recipiente foram transplantadas duas mudas de rúcula oriundas de viveiro comercial de bandejas de 200 células.

A adubação foi realizada conforme as recomendações para a cultura, e a irrigação, aplicada diariamente, de acordo conforme a necessidade das plantas.

Como parâmetro para o cálculo das subdoses dos herbicidas foram utilizadas as doses comerciais, onde para o clomazone foi de 3L ha⁻¹ (recomendado para a cultura da cana-de-açúcar no controle de Capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) e para o isoxaflutole de 250g ha⁻¹ (recomendado para a cultura da Cana-de-açúcar/Soqueira Seca no controle de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*)).

O delineamento dos dois experimentos foi inteiramente casualizado, contendo cinco tratamentos (subdoses) com quatro repetições.

Os tratamentos para o experimento com clomazone corresponderam a 0% (0 mL ha⁻¹ i.a), 0,001% (0,03 mL ha⁻¹ i.a), 0,005% (0,15 mL ha⁻¹ i.a), 0,01% (0,3 mL ha⁻¹ i.a), 0,03% (0,9 mL ha⁻¹ i.a) e para o isoxaflutole, 0% (0 g ha⁻¹ i.a), 0,001% (0,0025 g ha⁻¹ i.a), 0,005% (0,0125 g ha⁻¹ i.a), 0,01% (0,025 g ha⁻¹ i.a), 0,03% (0,075 g ha⁻¹ i.a).

A aplicação de cada subdose dos herbicidas foi efetuada com auxílio de um pulverizador costal, com capacidade para 20 L, contendo um bico do tipo leque (BICO JD 12), pressão de 517,107 kPa e calibrado para um volume de calda de 200 L ha⁻¹.

As plantas receberam as aplicações com 15 DAT.

No momento da aplicação, as repetições de cada tratamento foram separadas em local protegido e a uma distância de 15 m das outras repetições, para que os demais tratamentos não recebessem influência da atual aplicação. A aplicação foi feita com apenas uma passada da névoa da solução da calda a um metro de altura das plantas.

As variáveis analisadas foram fitotoxicidade em folhas jovens e adultas. A fitotoxicidade das plantas foi realizada visualmente em folhas jovens e adultas (figuras 1 e 2) aos 10 dias após a aplicação das subdoses dos respectivos herbicidas, e atribuídas notas utilizando a escala de notas de zero (0) a cem (100), em que zero representava ausência de sintomas e 100, a morte da planta.

A análise dos dados foi realizada através de gráficos de regressão para cada tipo de herbicida em relação à fototoxicidade causada pelos mesmos nas folhas jovens e adultas (figuras 3 e 4).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dois experimentos estudados, independentemente da sub-dose aplicada, observou-se danos nas plantas de rúcula tanto para o herbicida clomazone quanto para isoxaflutole. O aumento da severidade dos danos foi aumentado quando do aumento da sub-dose. Vale lembrar que, referente a comercialização da cultura da rúcula, a agregação de valor comercial na venda das maçarias é aumentada quando estas apresentam boa aparência, sem danos. Assim sendo, o impacto sobre a cultura, pode prejudicar a comercialização dessas plantas mesmo apresentado poucos danos sobre as folhas, corroborando com o estudo de (HEMPHILL, JR.; MONTGOMERY, 1981) onde concluiu o efeito negativo na comercialização de diversas hortaliças quando submetidas ao uso do herbicida 2,-D.

No experimento utilizando o herbicida clomazone os tratamentos apresentam o crescimento constante de injúrias nas folhas jovens a partir da primeira e menor dose aplicada em relação ao tratamento sem aplicação (figura 1). As notas de fitotoxicidade para as folhas jovens nas doses 0 L ha⁻¹, 0,03 L ha⁻¹, 0,15 L ha⁻¹, 0,3 L ha⁻¹, 0,9 L ha⁻¹, corresponderam a 0, 13,75, 15, 18,75 e 30, respectivamente. Já na utilização do clomazone para as folhas adultas, também verificou-se o mesmo comportamento comparado às folhas novas. As notas de fitotoxicidade para as folhas adultas nas doses de 0 L ha⁻¹, 0,03 L ha⁻¹, 0,15 L ha⁻¹, 0,3 L ha⁻¹, 0,9 L ha⁻¹, apresentaram, 0, 4, 4,75, 5,75 e 7,75, respectivamente. Vidal e Fleck (1992) encontraram efeitos negativos em plantas de girassol com a utilização do clomazone. Contudo, na utilização de sub-doses de clomazone em plantas de beterraba não foram observados danos, tanto aos 4, 14 e 21 DAT (ROGOLI et al., 2008). O clomazone é absorvido pelas raízes e translocado para as folhas inibindo a produção de carotenóides, responsáveis pela produção de clorofila, desta forma, causando manchas cloróticas nas folhas e sua conseqüente morte (BAUMANN et al., 2007).

Para o experimento com a utilização do herbicida isoxaflutole nas folhas novas, observou-se certa igualdade das notas de fitotoxicidade nas folhas (figura 2), com variação de apenas 1,25 na pontuação das notas representativas dos efeitos em relação da menor para maior dose, porém com a constatação de grande severidade nas folhas novas comparado ao tratamento de 0 g ha⁻¹. As notas de fitotoxicidade do isoxaflutole para as folhas novas nas doses 0 g ha⁻¹, 0,0025 g ha⁻¹, 0,0125 g ha⁻¹, 0,025 g ha⁻¹, 0,075 g ha⁻¹, representaram 0, 20, 18,75, 18,75, 22, respectivamente. Já para as folhas adultas, os níveis de fitotoxicidade na primeira dose de 0,0025 g ha⁻¹ apresentou 1,25 mais fitotoxicidade que a segunda e terceira dose de 0,0125 g ha⁻¹, 0,025 g ha⁻¹, respectivamente, no entanto, a dose mais alta (0,075 g ha⁻¹) apresentou dois pontos mais fitotoxicidade em relação a primeira dose (0,0025 g ha⁻¹), este comportamento inconstante da fitotoxicidade em relação ao aumento das doses pode ter sido influenciado por questões de ambientais no momento da aplicação. Na cultura do café, o uso do isoxaflutole no controle de plantas invasoras ocasionou a redução do número de nós em 24,3 e 27% (NASCIMENTO, 2018). Danos também foram

encontrados aos 7 e 14 dias DAT em plantas de tomateiro submetidas a deriva de 2,4-D através da aplicação em dois diferentes tipos de bicos com e sem utilização de adjuvantes (JÚNIOR et al., 2018).

4. CONCLUSÕES

De maneira geral, através dos dados obtidos observou-se o aumento constante das subdoses do clomazone e isoxaflutole, proporcionou também o constate aumento da severidade causada nas plantas de rúcula.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, L. W. R.; SILVA, J. B; SOUZA, I. F. Efeito da aplicação de subdoses dos herbicidas glyphosate e oxyfluorfen, simulando deriva sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.). **Ciência e Agrotecnologia**., v. 24, n. 4, p. 889-897, 2000.

AZANIA, C. A. M. **Comparação de métodos para determinar a seletividade de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar**. 2004. 113 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia (produção Vegetal), Unesp, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2004. Cap. 1.

BAUMANN, P. A.; DOTRAY, P. A.; PROSTKO, E. P. Herbicides how they work and symptoms they cause. Disponível em: <<http://stephenville.tamu.edu/~butler/foragesoftexas/weedcontrol/hermode.pdf>>. Acesso em: 31 de agosto de 2019.

COSTA, A.G.F.; VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E.; CARBONARI, C.A.; ROSSI, C.V.S.; CORRÊA, M.R.; SILVA, F.M.L. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 203-210, 2007.

CUNHA, J.P.A.R.; TEIXEIRA, M.M.; COURY, J.R.; FERREIRA, L.R. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 325-332, 2003.

DEVINE, M. D.; DUKE, S. O.; FEDTKE, C. **Safeners for Herbicides**. In: Devine, M. D.; Duke, S. O.; Fedtke, C (ed.), *Physiology of Herbicide Action*. Englewood Cliffs, NJ. Prentice Hall, 1993. p. 376-387.

ELLIS, J. M.; GRIFFIN, J. L. Soybean (*Glycine max*) and cotton (*Gossypium hirsutum*) response to simulated drift of glyphosate and glufosinate. **Weed Technology**., v. 16, n. 3, p. 580-586, 2002.

FIGUEIREDO, S. S. **Efeitos de doses reduzidas dos herbicidas glyphosate e clomazone sobre a cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*)**. 2006. 60 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

GILREATH, J. P.; CHASE, C. A.; LOCASCIO, S. J. Phytotoxic effects of glyphosate on pepper (*Capsicum annuum*). **Weed Technology**, v. 14, n. 3, p. 488-494, 2000.

HEMPHILL Jr., D. D.; MONTGOMERY, M. L. Response of vegetable crops to sublethal application of 2,4-D. **Weed Science**, v. 29, n. 6, p. 632-635, 1981.

NASCIMENTO, J. L. M. **Efeito do Fertiactyl na proteção de plantas de café atingidas por herbicidas e no controle de plantas daninhas**. 2018. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

JÚNIOR, J. D. G.; RUAS, R. A. A.; REIS, M. R.; FILHO, A. C.; FARIA, V. R. Reduction in the spray drift of 2,4-D in tomato using hydraulic nozzles with air induction and LI-700 adjuvant. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 48, n. 2, p.134-139, abr. 2018.

PARANÁ. ADAPAR. PROVENCE 750 WG. Disponível em: <<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Herbicidas/PROVENCE750WG.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2029.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5. Ed. Londrina: IAPAR, 2005, 592 p.

TIMOSSI, P. C.; ALVES, P. L. C. A. Efeitos da simulação de deriva de clomazone em plantas de laranja 'hamlin'. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 23, n. 2, p. 310-314, 2001.

PALLETT, K. E; LITTLE, J. P; SHEEKEY, M; VEERASEKARAN, P. The mode of action of isoxaflutole – I. Physiological Effects, Metabolism and Selectivity. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, **San Diego**, v.62, p.113-124, 1998.

ROGOLI, R. P.; FONTANA, L. C.; FIGUEREDO, S. S; NOLDIN, J.A.. Resposta de plantas de beterraba (*Beta vulgaris*) e de cenoura (*Daucus carota*) à deriva simulada de glyphosate e clomazone. **Planta Daninha**, Viçosa-mg, v. 26, n. 2, p.451-456, jun. 2008.

SCHROEDER, G. L.; COLE, D. F.; DEXTER, A. G. Sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) response to simulated herbicide spray drift. **Weed Science**, v. 31, p. 831-836, 1983.

VIANA, R.G.; FERREIRA, L.R.; TEIXEIRA, M.M.; CECON, P.R.; FREITAS, F.C.L.; QUIRINO, A.L.S.; SANTOS, M.V. Características técnicas de pontas de pulverização LA-1JC e SR-1. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 211-218, 2007.

VIDAL, R. A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: Palotti, 1997, 165 p.

VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Controle de girassol espontâneo com herbicidas pós-emergentes seletivos da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.4, p.549-560, 1992.



Figura 1. Observação visual do efeito do clomazone e isoxaflutole em folhas novas de cultivar de rúcula.



Figura 2. Observação visual do efeito do clomazone e isoxaflutole em folhas adultas de cultivar de rúcula.

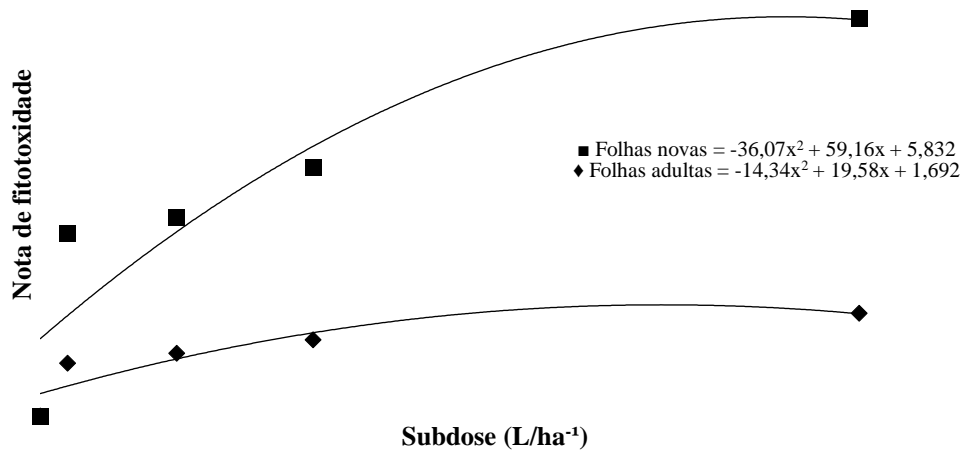


Figura 3. Notas de fitotoxidade em folhas novas e adultas de cultivar de rúcula tratada com Clomazone.

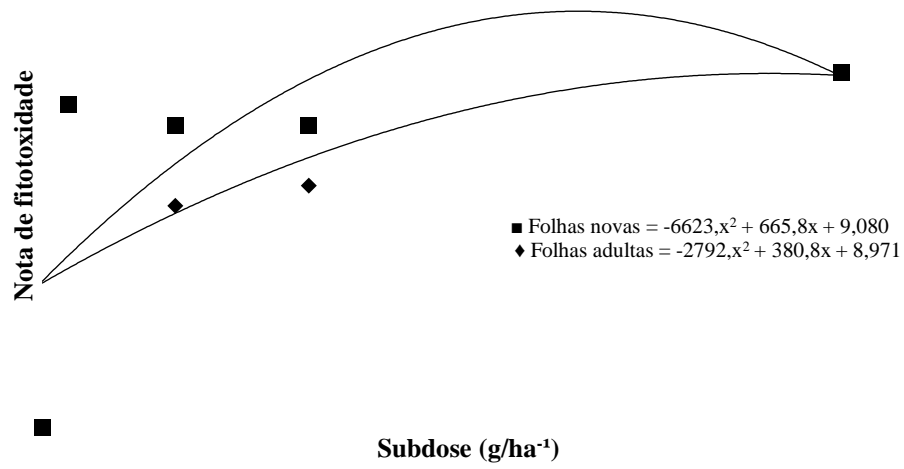


Figura 4. Notas de fitotoxidade em folhas novas e adultas de cultivar de rúcula tratada com Isoxaflutole.