

## NABO FORRAGEIRO: SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PARA PRODUÇÃO DE AGROENERGIA

MASCARENHAS, M.H.T.<sup>(1)</sup>; LARA, J.F.R.<sup>(2)</sup>; KARAM, D.<sup>(3)</sup>; ARAÚJO, S.G.A.<sup>(4)</sup>; FERREIRA, P.C.<sup>(5)</sup>; FREIRE, F.M.<sup>(6)</sup>; VIANA, M.C.V.<sup>(7)</sup>; PEDROSA; M.W.<sup>(8)</sup>

<sup>(1)</sup>EPAMIG/URCO, (31) 3773-1980, [mhtabimm@epamig.br](mailto:mhtabimm@epamig.br), Bolsista BIP FAPEMIG; <sup>(2)</sup>EPAMIG /URCO, (31) 3773-1980, [joselara@epamig.br](mailto:joselara@epamig.br); <sup>(3)</sup>Embrapa Milho e Sorgo, (31) 3027-1100, [karam@cnpms.embrapa.br](mailto:karam@cnpms.embrapa.br); <sup>(4)</sup>EPAMIG/URCO, (31) 3773-1980, [samiragabiaraujo@yahoo.com.br](mailto:samiragabiaraujo@yahoo.com.br), Bolsista BIC FAPEMIG; <sup>(5)</sup>EPAMIG/URCO, (31) 3773-1980, [pauline\\_correa@hotmail.com](mailto:pauline_correa@hotmail.com), Bolsista BIC FAPEMIG; <sup>(6)</sup>EPAMIG/URCO, (31) 3773-1980, [morel@epamig.br](mailto:morel@epamig.br); <sup>(7)</sup>EPAMIG/URCO, (31) 3773-1980, [mvcv@epamig.br](mailto:mvcv@epamig.br), Bolsista BIP FAPEMIG; <sup>(8)</sup>EPAMIG/URCO, (31) 3773-1980, [marinalva@epamig.br](mailto:marinalva@epamig.br)

### Resumo

O experimento foi instalado em Prudente de Morais, MG, em 2009, com o objetivo de avaliar a seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência na cultura do nabo forrageiro. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento em blocos ao acaso com 11 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos por dez herbicidas, sendo quatro pré-emergentes e seis pós-emergentes e uma testemunha que recebeu apenas água no dia da aplicação dos produtos. Os tratamentos, com as doses em g ha<sup>-1</sup> de i.a., foram: s-metolachlor (3.120 g), metribuzin (840 g), oxyfluorfen (1.200 g), trifluralin (2.250 g), chlorimuron-ethyl, (18,75 g), bentazon (1.350 g), clethodim (102 g), fenoxaprop-p-ethyl (131 g), fluazifop-p-butyl (210 g), sethoxydim (253 g). Os herbicidas foram aplicados utilizando-se um pulverizador pressurizado a CO<sub>2</sub>, equipado com ponta de pulverização do tipo leque Magno 110.03, pressão de 2,75 kgf cm<sup>-2</sup>, com consumo de calda de 210 L ha<sup>-1</sup>. Foram avaliados os possíveis efeitos fitotóxicos dos herbicidas para o nabo-forrageiro, considerando, altura das plantas, diâmetro do caule, número de folhas e a biomassa seca da parte aérea e raízes das plantas colhidas aos 60 dias após a aplicação dos produtos. Os herbicidas que apresentaram maior toxicidade às plantas do nabo forrageiro foram: metribuzin, oxyfluorfen, chlorimuron-ethyl e bentazon que causaram morte total das plantas e clethodim que causou redução drástica na altura de plantas, número de folhas e na biomassa seca. Os herbicidas s-metolachlor, trifluralin, fenoxaprop-p-ethyl, fluazifop-p-butyl, e sethoxydim mostraram-se seletivos e foram selecionados para estudos posteriores que contemplem a produção de sementes de nabo forrageiro. Esses produtos poderão vir a ser utilizados em um programa de manejo integrado de plantas daninhas nessa cultura, pois não existem, no Brasil, herbicidas seletivos recomendados e disponíveis para o nabo forrageiro.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus* L., fitotoxicidade, biomassa seca, biodiesel, oleaginosas.

### Abstract

The experiment was carried out in Prudente de Morais, Brazil, in 2010, with the aim of evaluating the selectivity of herbicides applied in pre and post-emergence of forage turnip plants. The work took place in greenhouse in a randomized block design with 11 treatments and three replications. The treatments consisted of ten herbicides, four pre-emergent and six post-emergent, and a control that received only water on the application of products. The treatments with the doses in g ha<sup>-1</sup> were: s-metolachlor (3,120 g), metribuzin (840 g), oxyfluorfen (1,200 g), trifluralin (2,250 g), chlorimuron-ethyl, (18.75 g), bentazon (1,350 g), clethodim (102 g), fenoxaprop-p-ethyl (131 g), fluazifop-p-butyl (210 g), sethoxydim (253 g). Herbicides were applied using a CO<sub>2</sub> pressurized sprayer equipped with nozzle Magno 110.03, pressure of 2.75 kgf cm<sup>-2</sup>, with the solution volume of 210 L ha<sup>-1</sup>. The phytotoxic effects of product, plant height, leaf number and dry biomass of shoots and roots of plants harvested 60 days after application of the products were evaluated. The herbicides more toxic to plants of forage turnip were metribuzin, oxyfluorfen, chlorimuron-ethyl and bentazon that caused plant death, and clethodim causing reduction in plant height, number of leaves and dry biomass. Herbicides s-metolachlor, trifluralin, fenoxaprop-p-ethyl, fluazifop-p-butyl and sethoxydim were selective and selected for further studies that include the production of seeds of forage turnip plants. These products could be used in a program of integrated management of weeds, because there are not in Brazil herbicides recommended and available for that crop.

**Key Words:** *Raphanus sativus* L., phytotoxicity, dry biomass, biodiesel, oil crop.

### Introdução

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) pertence à família Brassicaceae ou Cruciferae, sendo uma planta de ciclo anual, herbácea, alógama, ereta, muito ramificada podendo atingir de 1,0 m a 1,8 m de altura (Calegari, 1998). É uma oleaginosa com grande potencial para a produção de óleo por apresentar uma boa produtividade por área e baixo custo de produção, chegando a produzir de dois a 10 grãos por siliqua (Silva et al., 2008).

Uma característica importante desta planta é o seu crescimento inicial extremamente rápido, contribuindo para a menor incidência de plantas invasoras nas áreas de cultivo (Pereira, 2008 e Piraí Sementes, 2008). Aos 60 dias após a emergência promove em torno de 70% de cobertura do solo quando também inicia o florescimento que se estende por um período de 30 dias. Para o repolho, planta da mesma família do nabo forrageiro, a presença de plantas daninhas durante o outono inverno escocês não influenciou o crescimento e a produção da cultura (Lawson, 1972). No Brasil apenas uma capina após o transplante do repolho foi suficiente para garantir a produtividade e a precocidade da produção (Sonnenberg e Silva, 2005).

Segundo Lima et al. (2007), o intervalo de tempo a partir da semente até a planta atingir 50% de florescimento foi de 66 dias. Nas condições de Paty do Alferes, RJ, Gouveia e Almeida (1997), observaram o pleno florescimento dessa cultura em 91 dias, e Berchiol et al. (2006) mencionam que o florescimento ocorre aos 80 dias após o plantio, atingindo sua plenitude aos 120 dias.

O fruto, classificado como siliqua, é simples, seco, e indeiscente (Piraí Sementes, 2008 e Silva et al., 2008).

O nabo forrageiro, por apresentar em suas sementes consideráveis teores de óleo, podendo atingir até 38%, relativa facilidade de extração e simplicidade de cultivo, poderá se tornar matéria prima de interesse aos produtores rurais.

Há possibilidades de inserção dessa cultura no sistema agrícola em fase de expansão para atender a demanda de óleos para a produção de biodiesel. Por esse motivo torna-se relevante a seleção de herbicidas eficientes no controle das plantas daninhas e seletivas para o nabo forrageiro. O presente trabalho teve como objetivo estudar a seletividade de diferentes herbicidas aplicados em pré e pós-emergência nessa cultura.

## Material e Métodos

O experimento foi instalado em 5 de janeiro de 2010, em vasos de 10 dm<sup>3</sup> de solo, em casa de vegetação, na Fazenda Experimental de Santa Rita, da EPAMIG/URECO. A fazenda está localizada no município de Prudente de Morais, MG, a 19°28'00" de latitude sul e 44°15'99" de longitude oeste. O clima da região está situado entre o Mesotérmico Subtropical Úmido (Cw) e Tropical Úmido (Aw) com verão quente e chuvoso e estação seca de maio a outubro. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 11 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos por dez herbicidas, sendo quatro pré-emergentes e seis pós-emergentes e uma testemunha que recebeu apenas água no dia da aplicação dos produtos. As parcelas foram compostas por 12 vasos com uma planta por vaso. Durante o período experimental as temperaturas médias, máximas e mínimas na casa - de vegetação foram respectivamente no mês de janeiro de 41,5 °C e 21,3 °C, no mês de fevereiro de 43,0 °C e 20,8 °C, e no mês de março de 39,8 °C e 21,2 °C. Cinco sementes de nabo forrageiro CATI AL 1000 foram semeadas por e 20 dias após a emergência foi feito o desbaste deixando-se duas plantas por vaso. A amostra do solo, classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, textura argilosa, coletada na camada de 0-20 cm, apresentou as seguintes características químicas e físicas: pH em água de 5,8; 4,23 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup> de H + Al [Ca(OAc)<sub>2</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0]; 0,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Al<sup>3+</sup>; 4,74 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup> e 0,77 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup> (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); 46 mg dm<sup>-3</sup> de K e 6,4 mg dm<sup>-3</sup> de P (Mehlich-1); 13,20% de areia grossa; 11,56% de areia fina; 26,4% de silte e 49,20% de argila, análises feitas no Laboratório de Química Agrícola do Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), Belo Horizonte, MG.

A adubação de plantio foi feita utilizando-se 1.200 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio, 1.460 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triplo, 410 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio e 50 kg ha<sup>-1</sup> de FTE. Na adubação de cobertura, 30 dias após a emergência das plantas, foi utilizado o equivalente a 160 kg de uréia e 276 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, conforme as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, (1999), para a cultura do repolho, também pertencente à família das Cruciferae (Brassicaceae) como o nabo forrageiro.

Aos 10, 20, e 30 dias da emergência (aplicação em pré-emergência) ou da aplicação dos herbicidas (aplicação em pós-emergência) (DAA) foram feitas avaliações visuais dos sintomas de fitotoxicidade, em %, através da escala de notas, em porcentagem, em que 0% significa

nenhum efeito de dano às plantas e 100%, morte das plantas. Foram avaliadas as seguintes características: altura das plantas, número de folhas, biomassa seca da parte aérea e raízes das plantas colhidas aos 60 DAA (secagem a 65°C, em estufa com ventilação forçada por 72 horas). Para a interpretação dos resultados, os dados foram submetidos à análise de variância e testes de média. Para a interpretação dos resultados, os dados foram submetidos à análise de variância e testes de média.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das avaliações, em % em relação à testemunha, da altura de plantas e do número de folhas.

Tabela 1 - Altura de plantas e número de folhas do nabo forrageiro em relação à testemunha, aos 10,20 e 30 DAA<sup>(1)</sup>, nos diferentes tratamentos. Média de três repetições. Prudente de Morais, MG – 2009

Tratamentos	Porcentagem em relação à testemunha					
	Altura de plantas			Número de folhas		
	10 DAA	20 DAA	30 DAA	10 DAA	20 DAA	30 DAA
S-metolachlor	71,52	72,78	74,74	99,06	96,29	81,36
Metribuzin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oxyfluorfen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trifluralin	57,99	35,54	69,68	88,27	76,79	80,68
Chlorimuron-ethyl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bentazon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Clethodim	66,53	65,54	66,35	63,47	53,27	65,22
Fenoxaprop-p-ethyl	77,21	86,24	96,22	87,26	99,27	97,28
Fluazifop-p-butyl <sup>2</sup>	76,66	97,23	99,10	90,11	100,10	100,10
Sethoxydim	100,20	101,20	100,00	92,35	93,37	94,25
Testemunha	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

<sup>1</sup>DAA - Dias após a aplicação

<sup>2</sup>Foi utilizado o espalhante adesivo Energic (nonil-fenoxi-poli-etanol), adicionado na concentração de 0,20 v/v, ou seja, 200 mL de Energic para cada 100 litros de emulsão (calda de pulverização).

Observou-se que os herbicidas metribuzin, oxyfluorfen, chlorimuron-ethyl e bentazon causaram a morte das plantas a partir da primeira avaliação, aos 10 DAA (Tabela 1). Os herbicidas s-metolachlor, trifluralin, fenoxaprop-p-ethyl, fluazifop-p-butyl e sethoxydim mostraram-se seletivos não causando redução na altura de plantas e nem no número de folhas em todos os períodos avaliados (Tabela 1). Resultados semelhantes para o oxyfluorfen e o trifluralin foram encontrados por Costa et al. (2010) nas culturas do repolho brócolos e couve. O herbicida oxyfluorfen não mostrou seletividade para as plantas de couve cv. Geórgia, demonstrando seletividade para brócolos Piracicaba e repolho Matsukaze. O herbicida trifluralin a 2.400 g ha<sup>-1</sup> mostrou-se seletivo para as culturas de repolho, brócolos e couve (Costa et al. 2010).

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da fitotoxicidade e da biomassa seca em relação à testemunha.

Em relação à biomassa seca houve diferença significativa entre os tratamentos e os herbicidas pré-emergentes, trifluralin e s-metolachlor, e os pós-emergentes testados, à exceção do clethodim mostraram-se seletivos à cultura (Tabela 2).

Tabela 2 - Porcentuais de sintomas de fitotoxicidade atribuídos às plantas de nabo forrageiro aos 10, 20 e 30 DAA<sup>(1)</sup>, pelos diferentes herbicidas e biomassa seca do nabo forrageiro em relação à testemunha nos diferentes tratamentos. Média de três repetições\*. Prudente de Morais – MG, 2009

Tratamentos	Fitotoxicidade (%)			Biomassa seca (% em relação à testemunha)
	10 DAA	20 DAA	30 DAA	60 DAA
S-metolachlor	0,00	0,00	0,00	78,36 ab
Metribuzin	100,00	100,00	100,00	0,00 d
Oxyfluorfen	100,00	100,00	100,00	0,00 d
Trifluralin	0,00	0,00	0,00	86,94 a
Chlorimuron-ethyl	100,00	100,00	100,00	0,00 c
Bentazon	100,00	100,00	100,00	0,00 c
Clethodim	80,00	80,00	80,00	40,09 bc
Fenoxaprop-p-ethyl	0,00	0,00	0,00	91,96 a
Fluazifop-p-butyl <sup>2</sup>	0,00	0,00	0,00	101,03 a
Sethoxydim	0,00	0,00	0,00	88,79 a
Testemunha	0,00	0,00	0,00	100,00 a
F	-	-	-	28,89**
CV (%)	-	-	-	80,13

<sup>1</sup> DAA - Dias após a aplicação

\*\*Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si em nível de ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste Tukey.

<sup>2</sup> Foi utilizado o espalhante adesivo Energic (nonil-fenoxi-poli-etanol), adicionado na concentração de 0,20 v/v, ou seja, 200 mL de Energic para cada 100 litros de emulsão (calda de pulverização).

Quanto aos sintomas de fitotoxicidade, os herbicidas pré-emergentes, trifluralin e s-metolachlor, e os pós-emergentes testados, à exceção do clethodim mostraram-se seletivos para o nabo forrageiro em todos os períodos avaliados (Tabela 2). Resultado similar ao obtido para o trifluralin na cultura do repolho por Costa et al. (2010).

Em relação à biomassa seca houve diferença entre os tratamentos e os herbicidas pré-emergentes, trifluralin e s-metolachlor, e os pós-emergentes testados, à exceção do clethodim mostraram-se seletivos para essa cultura (Tabela 2).

Cuidados especiais deverão ser tomados em áreas destinadas ao plantio de nabo forrageiro quando em sistema de plantio de culturas em sucessão. Quando na cultura anterior estiver sido utilizado produto do grupo das imidazolinonas, tais como imazethapyr e imazapic, existe o problema de resíduos no solo em quantidades que causam fitointoxicação. Segundo Alister e Kogan (2005) e Kraemer et al. (2009), esses resíduos podem comprometer a utilização futura das áreas com culturas não tolerantes tais como alface, algodão, arroz, aveia, azevém, batata, beterraba açucareira, canola, ervilha, girassol, linho, melão, milho, pimenta, pimentão, repolho, trigo e tomate.

Os herbicidas que apresentaram maior toxicidade às plantas do nabo forrageiro foram: metribuzin, oxyfluorfen, chlorimuron-ethyl e bentazon que causaram morte total das plantas e clethodim que causou redução drástica na altura de plantas, número de folhas e na biomassa seca.

Os herbicidas s-metolachlor, trifluralin, fenoxaprop-p-ethyl, fluazifop-p-butyl, e sethoxydim mostraram-se seletivos e foram selecionados para estudos posteriores que contemplem a produção de sementes de nabo forrageiro.

Esses produtos poderão vir a ser utilizados em um programa de manejo integrado de plantas daninhas em nabo forrageiro, pois não existem, no Brasil, herbicidas seletivos recomendados e disponíveis para esta cultura.

#### **Literatura Citada:**

ALISTER, C.; KOGAN, M. Efficacy of imidazolinone herbicides applied to imidazolinone-resistant maize and their carryover effect on rotational crops. **Crop Protection**, v.24, n.4, p. 375-379, 2005.

BERCHIOL, A. R. S.; BENETOLI, T. R.; SILVA, M. L. L.; VIANNA, J. F.; MARTINEZ, M. M.; VIANA, L. H.; SILVA JUNIOR, R. F. Comportamento de cultivares de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) em função da variação do espaçamento entre linhas. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 1, 2006, Brasília. [Resumos expandidos]... Brasília, 2006. CD-ROM.

CALEGARI, A. **Espécies para cobertura do solo**. In: DAROLT, M. R. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPAR, 1998. p. 65-94. (Circular 101).

COSTA, E.A.D.; ROZANSKI, A.; CARVALHO, J. C. Eficiência e seletividade da nova formulação do herbicida oxyfluorfen em culturas brássicas. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/olfg4149C.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2010.

GOUVEIA, R. F. & ALMEIDA, D. L. Avaliação das características agronômicas de sete adubos verdes no município de Paty do Alferes (RJ). CNPAB/Embrapa, Seropédica, 7 p., 1997. (**Comunicado Técnico 20**).

KRAEMER, A.F.; MARCHESAN, E.; AVILA, L.A.; MACHADO, S.L.O.; GROHS, M.; MASSONI, P.F.S.; SARTORI, G.M.S. Persistência dos herbicidas imazethapyr e imazapic em solos de várzea sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, n.3, p. 581-588, 2009.

LAWSON, H.M. Weed competition in transplanted spring cabbage. **Weed Research**, v.12, n.3, p. 254-267, 1972.

PEREIRA, J. O. F. Nabo forrageiro AL 1000 adubação verde para inverno. **CATI Responde**, janeiro de 1998, n. 25. Disponível em <http://www.cati.sp.gov.br/novacati>. Acesso em: 9 jul. 2008.

PIRAÍ SEMENTES. Disponível em: <http://www.pirai.com.br/>. Acesso em: 10 jul. 2008.

SILVA, A. R. B.; BENETOLO, T. R.; SILVA, M. F. L. L.; VIANNA, J. F.; MARTINEZ, M. M.; VIANA, L. H.; SILVA JR., R. F. Comportamento de cultivares de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) em função do espaçamento entre linhas. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congressso2006/agricultura/ComportamentoCultivaresNabo.pdf>. Acesso em 8 jul. 2008.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS – SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: 1995. 42p.

SONNENBERG, P. E.; SILVA, N.S. Interferência de plantas daninhas na cultura do repolho transplantado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.1, p. 9-11, 2005.

#### **Agradecimento**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelo financiamento da pesquisa e concessão das bolsas PIBIC e BIPDT.