

FELIPE OLIVEIRA XAVIER

**METRIBUZIN NA CULTURA DA CENOURA: SELETIVIDADE, CONTROLE
DE PLANTAS DANINHAS E RESIDUAL NO SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

RIO PARANAÍBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2018

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca da Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Rio Paranaíba

T

X3m
2018
Xavier, Felipe Oliveira, 1992-
Metribuzin na cultura da cenoura : seletividade, controle de plantas daninhas e residual no solo / Felipe Oliveira Xavier. – Rio Paranaíba, MG, 2018.
vii, 45f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Marcelo Rodrigues dos Reis.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Pré-emergência. 2. *Carryover*. 3. *Daucus carota*.
I. Universidade Federal de Viçosa. Campus UFV - Rio Paranaíba. Mestrado em Agronomia-Produção Vegetal (campus CRP). II. Título.

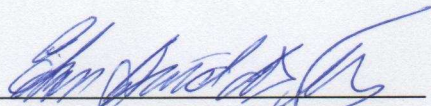
635.43

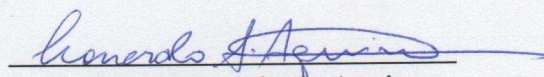
FELIPE OLIVEIRA XAVIER

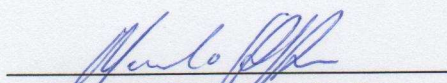
**METRIBUZIN NA CULTURA DA CENOURA: SELETIVIDADE, CONTROLE
DE PLANTAS DANINHAS E RESIDUAL NO SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 26 de fevereiro de 2018.


Edson Aparecido dos Santos


Leonardo Angelo de Aquino
(Coorientador)


Marcelo Rodrigues dos Reis
(Orientador)

Aos meus pais,
Erivaldo Oliveira Xavier
e Eri de Fátima Gonçalves Xavier
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Sobretudo, agradeço a Deus, pelos seus cuidados e infinitas bênçãos, pelo dom da vida, pela sabedoria, pelos aprendizados pessoais e profissionais a mim concedidos e pelas amizades que ele me proporcionou e que cultivei durante este tempo.

Aos meus pais e a todos familiares pelo apoio, incentivo, e exemplos de perseverança e honestidade.

À minha namorada Caroline pelo incentivo, carinho, amor, confiança, companheirismo e inúmeros diálogos durante todo este tempo.

À Universidade Federal de Viçosa, *Campus* Rio Paranaíba e ao programa de Pós Graduação em Agronomia, em especial à Sinara e à Laís, pela paciência e carinho com que sempre atenderam às solicitações e dúvidas.

A todos os professores pelos ensinamentos transmitidos e contribuição à minha vida profissional.

Ao professor e orientador Marcelo Rodrigues dos Reis, pelos ensinamentos, confiança, oportunidades, companheirismo, exemplo de profissionalismo e paciência.

Aos professores Leonardo Ângelo de Aquino e Christiane Augusta Diniz Melo pela coorientação, amizade e contribuições para a realização deste trabalho.

Ao professor da UFU Edson Aparecido dos Santos, pelas contribuições e disponibilidade em participar da banca de defesa.

A todo corpo técnico prático (Bruno, Danilo e Paulo) pela amizade e auxílio prestado quando solicitado.

À toda a equipe e profissionais do Instituto de Pesquisa Agrícola do Cerrado (IPACER), Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba (COOPADAP) e grupo OKUYAMA, pela disponibilização das áreas experimentais necessárias a realização das pesquisas de campo, pelo auxílio e total disponibilidade de ajuda em tudo o que foi necessário. Em especial ao Luciel, André e Roney.

Aos colegas do grupo de pesquisa NEHPSOL (Núcleo de Estudo de Herbicida na Planta e no Solo), em especial a Ana Assis, Laís, Valesca, Luciano, Ana Vaz, Deivide, Daniel, pelas inúmeras ajudas no desenvolvimento e execução dos experimentos.

Aos amigos e colegas de mestrado, em especial a Felipe Augusto, Lucas Camargos e Diarly Reis, por toda ajuda e momentos de descontração e amizade.

Aos irmãos de república, José Carlos, Alisson, Lucas e Didi pela amizade, ideias, ajudas no campo e por todo aprendizado durante este tempo.

À Pastoral Universitária pelos momentos de união, oração, amizade e companheirismo. Obrigado a todos. Em especial, a Flávia, Josiane, Kairo e Marcos, também pela ajuda de campo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro à pesquisa, através da concessão da bolsa de estudo durante o curso.

A todos, que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigado!

ÍNDICE

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
Introdução geral	1
Referências	3
CAPÍTULO I – APLICAÇÃO DE METRIBUZIN EM PRÉ-EMERGÊNCIA NA CULTURA DA CENOURA.....	5
Resumo.....	5
Abstract	5
Introdução	6
Material e Métodos	7
Resultados e Discussão	10
Conclusão.....	21
Referências.....	21
CAPÍTULO II – INTERAÇÃO DE METRIBUZIN E NITROGÊNIO NA CULTURA DA CENOURA.....	24
Resumo.....	24
Abstract	24
Introdução	25
Material e Métodos	26
Resultados e Discussão	29
Conclusão.....	34
Referências.....	35
CAPÍTULO III – <i>CARRYOVER</i> DE METRIBUZIN EM CULTIVO DE FEIJÃO	37
Resumo.....	37
Abstract	37
Introdução	38
Material e Métodos	39
Resultados e Discussão	41
Conclusão.....	43
Referências.....	43
CONCLUSÕES GERAIS	45

RESUMO

XAVIER, Felipe Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa *Campus* Rio Paranaíba, fevereiro de 2018. **Metribuzin na cultura da cenoura: seletividade, controle de plantas daninhas, e residual no solo.** Orientador: Marcelo Rodrigues dos Reis. Coorientadores: Leonardo Ângelo de Aquino e Cristiane Augusta Diniz Melo.

Há poucos herbicidas registrados para a cultura da cenoura no Brasil. O metribuzin, embora não seja registrado, tem sido estudado como uma alternativa para o controle de plantas daninhas. No entanto, pouco se sabe sobre a dinâmica do metribuzin na cultura da cenoura, sua seletividade, doses e épocas de aplicação, sua interação com fertilizantes e a atividade residual para cultivos em sucessão. Com o intuito de melhor compreender as potencialidades e limitações do metribuzin na cenoura, este trabalho foi conduzido em três capítulos com os seguintes objetivos: avaliar os efeitos da aplicação de metribuzin em pré e pós-emergência da cultura e sua interação com o nitrogênio, sobre os componentes de produção e produtividade de raízes da cenoura. Ainda, avaliar o efeito residual de metribuzin no solo sobre caracteres de crescimento e produtividade da cultura do feijão, cultivado em sucessão. Para o primeiro capítulo, foram conduzidos quatro experimentos de campo. Os tratamentos consistiram de seis doses de metribuzin 0, 108, 216, 324, 432 e 540 g ha⁻¹, além de um adicional também com a dose 0 de metribuzin, porém este, com capina manual. Verificou-se que a aplicação do metribuzin, em pré-emergência, reduziu a população de plantas de cenoura, a massa da matéria seca da raiz (MSR) e da parte aérea (MSPA) e a produtividade da cenoura, embora este efeito dependa do solo ou época de cultivo. Para o segundo capítulo, três experimentos foram conduzidos, onde foram testadas duas doses de metribuzin (0 e 432 g ha⁻¹) e três doses de N (0, 30 e 90 kg ha⁻¹). Não houve influência do metribuzin e do N sobre a MSPA e o comprimento das raízes, entretanto, o herbicida reduziu o diâmetro e a MSR. A produtividade não foi influenciada pelo herbicida. Concluiu-se que o metribuzin associado à fertilização de N não influencia no crescimento e produtividade da cenoura. Por fim, para o terceiro capítulo, foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação. Os tratamentos foram constituídos por três residuais de metribuzin no solo, 0, 240 e 432 g ha⁻¹, coletado em cultivo de cenoura, cultivada previamente à implantação destes. Não houve influência dos residuais de metribuzin no solo sobre as variáveis analisadas. Concluiu-se que o metribuzin aplicado na cenoura não apresenta potencial *carryover* à cultura do feijão.

ABSTRACT

XAVIER, Felipe Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa *Campus* Rio Paranaíba, February, 2018. **Metribuzin in carrot culture: selectivity, weed control, and residual soil.** Adviser: Marcelo Rodrigues dos Reis. Co-advisers: Leonardo Ângelo de Aquino and Cristiane Augusta Diniz Melo.

There are few herbicides registered for the cultivation of carrots in Brazil. Metribuzin, although not registered, has been studied as an alternative to weed control. However, little is known about the dynamics of metribuzin in carrot culture, its selectivity, doses and application times, its interaction with fertilizers and the residual activity for crops in succession. In order to better understand the potentialities and limitations of metribuzin in carrot, this work was conducted in three chapters with the following objectives: to evaluate the effects of the application of metribuzin in pre and post emergence of the culture and its interaction with nitrogen, on the components of production and yield of carrot roots. Moreover, to evaluate the residual effect of metribuzin in the soil on growth traits and productivity of the bean crop, grown in succession. For the first chapter, four field experiments were conducted. Treatments consisted of six doses of metribuzin 0, 108, 216, 324, 432 and 540 g ha⁻¹, in addition to an additional dose of metribuzin, but this with manual weeding. It was verified that the application of metribuzin, in pre-emergence, reduced the population of carrot plants, root dry matter mass (MSR) and aerial part (MSPA) and carrot productivity, although this effect depends on the soil or growing season. For the second chapter, three experiments were conducted, where two doses of metribuzin (0 and 432 g ha⁻¹) and three doses of N (0, 30 and 90 kg ha⁻¹) were tested. There was no influence of metribuzin and N on MSPA and root length, however, the herbicide reduced the diameter and the MSR. Productivity was not influenced by the herbicide. It was concluded that the metribuzin associated with N fertilization does not influence carrot growth and productivity. Finally, for the third chapter, two experiments were conducted under greenhouse conditions. The treatments consisted of three residuals of metribuzin in the soil, 0, 240 and 432 g ha⁻¹, collected in carrot cultivation, cultivated before their implantation. There was no influence of the residuals of metribuzin in the soil on the analyzed variables. It was concluded that the metribuzin applied in the carrot does not present potential *carryover* to the bean culture.

Introdução geral

A cenoura (*Daucus carota* L.) está entre as cinco olerícolas mais consumidas no Brasil (Pereira et al., 2015). A área plantada com esta cultura em 2014 foi de aproximadamente 24 mil hectares no país (Santos, 2015). O Alto Paranaíba – MG destaca-se como uma das principais regiões produtoras, com cerca de 37% da área cultivada. Esta, possui sistemas de manejo altamente tecnificados, além de clima e solo favoráveis ao cultivo, o que possibilita o alcance de altas produtividades (Vilela & Borges, 2008), com potencial produtivo de 100 a 120 t ha⁻¹ (Aquino et al., 2015). Entretanto, a produtividade média nacional é em torno de 31 t ha⁻¹ (Santos, 2015), o que indica um potencial de resposta positivo a implantações de inovações no sistema produtivo, a serem descobertas.

Dentre as áreas de conhecimento com maior déficit de informação no sistema de produção da cenoura, encontra-se o manejo de plantas daninhas. Assim como a maioria das olerícolas, o crescimento inicial da cenoura é lento, o que a torna uma competidora ruim comparada às plantas daninhas. Sobretudo, isto se deve ao ambiente propício ao rápido crescimento e estabelecimento das plantas daninhas, como áreas bem irrigadas, de intenso revolvimento do solo, altamente fertilizadas e confecções de canteiros com solos descobertos (Melo et al., 2016). Desta forma, para alcance de altas produtividades, é indispensável um bom controle das plantas daninhas, principalmente nos estádios iniciais de estabelecimento da cultura. O uso de capina manual é uma estratégia que tem sido utilizada, principalmente no manejo de plantas de difícil controle, porém, é uma prática de alto custo financeiro e baixo rendimento operacional. Assim, a forma mais eficiente de controle é por meio do uso de herbicidas, que além da rapidez, proporciona menor custo. No entanto, poucos são os estudos a respeito do uso do controle químico de plantas daninhas em cenoura, sua seletividade, doses e épocas de aplicação e interação com fertilizantes.

Há poucos herbicidas registrados para a cultura da cenoura no Brasil (Agrofit, 2018) e, dentre estes, o linuron é o mais utilizado (Correia & Carvalho, 2017). Entretanto, o controle das plantas daninhas com uso exclusivo deste herbicida não é satisfatório, sendo necessário aliar outras práticas para reduzir a interferência destas plantas. Neste cenário, o metribuzin em pós-emergência, juntamente com o linuron, tem sido uma alternativa para o controle de plantas daninhas, embora não seja registrado para a cultura no Brasil.

O metribuzin é um herbicida inibidor do fotossistema II, de amplo espectro de ação, com bom controle de espécies eudicotiledôneas. É registrado para as olerícolas tomate e batata. Na cultura da cenoura, em trabalhos de pesquisa, tem sido utilizado nos estádios iniciais, quando a planta se encontra com até cinco folhas verdadeiras expandidas. Neste estágio, as plantas apresentam certa tolerância, podendo ser visíveis sintomas de intoxicação e também de redução na taxa de crescimento na parte aérea (Pessoa et al., 2017). Por esse motivo, alguns produtores utilizam-se de doses baixas do herbicida, sendo necessário às vezes, repetir a aplicação.

Entretanto, segundo relatos de produtores, tem sido observado um maior comprimento das raízes da cenoura com a aplicação do metribuzin (comunicação pessoal). Este aumento poderia estar atribuído a um estímulo no crescimento das raízes da cenoura em detrimento da parte aérea, propiciado pelo herbicida e oriundo de um estresse causado na planta submetida à aplicação, fenômeno este não relatado pela pesquisa. Ainda, aliado a esta hipótese, o menor crescimento da parte aérea da cenoura, propiciado pela aplicação do metribuzin, poderia possibilitar um aumento das doses de nitrogênio na cultura, o que, em plantas não submetidas ao estresse imposto pelo herbicida seria dificultado, em grande parte, pelo grande direcionamento deste nutriente ao crescimento das folhas em relação às raízes. Isto porque, doses elevadas de N na cenoura proporcionam um grande crescimento da parte aérea da cultura, por ser este nutriente, o principal responsável pelo crescimento vegetativo (Murthy et al., 2016).

Ademais, os trabalhos de pesquisa no Brasil com o metribuzin na cultura da cenoura são realizados exclusivamente com aplicações em pós-emergência. Sua aplicação em pré-emergência, embora realizado em países da Europa, não é estudada no país. Assim, não se sabe a tolerância dos cultivares utilizados no Brasil a este herbicida, com esta modalidade de aplicação, nas condições de cultivo em ambiente tropical. No entanto, experimentos realizados no exterior evidenciam que esta estratégia pode ser utilizada, visto que não há sintomas de intoxicação à cultura da cenoura (Pakanoski et al., 2014).

Por fim, concomitante à busca de soluções técnicas relacionadas ao controle de plantas daninhas e o bom uso dos herbicidas na cultura da cenoura, observando-se suas consequências no crescimento e produtividade, deve-se também estudar o efeito dos herbicidas nas culturas subsequentes, isto é, sua dinâmica no solo e os efeitos sobre as culturas em sucessão. Isto porque o solo é um dos principais destinos dos herbicidas usados na agricultura, e vários desses produtos apresentam longa atividade residual no solo (Dan et al., 2011). Desta forma, o uso de herbicidas persistentes no ambiente pode acarretar em impactos ambientais negativos, como a contaminação de corpos hídricos

superficiais e subterrâneos (Melo et al., 2010; Pignati et al., 2014). Ainda, há o risco de intoxicação de culturas sensíveis cultivadas em sucessão, causada pela atividade residual dos herbicidas no solo, fenômeno este denominado *carryover* (Blanco et al., 2010; Mancuso et al., 2011; Melo et al., 2016). Por isso, torna-se necessário o estudo dos efeitos do metribuzin na cultura da cenoura, em diferentes formas de aplicação, e também sobre as culturas cultivadas em sucessão em solos submetidos a aplicação deste herbicida.

Referências

AGROFIT, 2018. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acessado em 06/02/2018.

AQUINO, R.F.B.A.; ASSUNÇÃO, N.S.; AQUINO, L.A.; AQUINO, P.M.; OLIVEIRA, G.A. CARVALHO, A.M.X. Nutrient demand by the carrot crop is influenced by the cultivar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 39, n. 02, p.541-552, 2015.

BLANCO, F. M. G., VELINI, E. D.; FILHO, A. B. Persistência do herbicida sulfentrazone em solo cultivado com cana-de-açúcar. **Bragantia**, vol. 69, n.01, p.71-75, 2010.

CORREIA, N.M.; CARVALHO, A.D.F.C. Seletividade do herbicida linuron pulverizado em pré-emergência e pós-inicial para cenoura. **Semina: Ciências Agrárias**, vol.38, n.3, p.1201-1208, 2017.

DAN, H.A.; BARROSO, A.L.L.; DAN, L.G.M.; PROCÓPIO, S.O.; OLIVEIRA JR., R.S.; SIMON, G.A.; MUNHOZ, D.M. Atividade residual de herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura da soja sobre o milho cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, vol.29, n. 03, p. 663-671, 2011.

MANCUSO, M.A.C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo (“Carryover”). **Revista Brasileira de Herbicidas**, vol. 10, n. 02, p. 151-164, 2011.

MELO, C.A.D.; MEDEIROS, W.N.; TUFFI SANTOS, L.D.; FERREIRA, F.A.; TIBURCIO, R.A.S.; FERREIRA, L.R. Leaching of sulfentrazone, isoxaflutole, and oxyfluorfen in three soil profiles. **Planta Daninha**, vol. 28, n.02, p. 385-392, 2010.

MELO, C.A.D.; DIAS, R.C.; MENDES, K.F.; ASSIS, A.C.L.P.; REIS, M.R. Herbicides carryover in systems cultivated with vegetable crops. **Revista Brasileira de Herbicidas**, vol. 15, n.01, p. 67-78, 2016.

MURTHY, G.N.; UMAJYOTHI, K.; RAM PRAKASH, T.; DORAJI RAO, A.V.D.; BHAGAVAN, B.V.K. Influence of different levels of nitrogen and phosphorous on growth and yield of carrot in high altitude and tribal zone of Andhra Pradesh. **The Journal of Research Angrau**, vol. 44, n.1&2, p. 67-73, 2016.

PACANOSKI, Z.; TYR, S.; VERES, T. Effects of herbicides and their combinations in carrots production regions in the republico of Macedonia. **Herbologia**, vol.14, n.2, p.47-60, 2014.

PEREIRA, R.B.; CARVALHO, A.D.F.; PINHEIRO, J.B.; SILVA, G.O.; VIEIRA, J.V. Avaliação de híbridos experimentais de cenoura no distrito federal. **Horticultura Brasileira**, vol.33, n. 01, p.34-39, 2015.

PESSOA, G.D.O.; SILVA, G.S.; BARBOSA, A.R.; SILVA, D.V.; REIS, M.R. Selectivity of metribuzin in postemergence of culture of carrot. **Planta Daninha**, vol. 35, e.017163715, 2017.

PIGNATI, W.; OLIVEIRA, N.P.; SILVA, A.M.C. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. **Ciência & Saúde Coletiva**, vol. 12, n. 19, p. 4669-4678, 2014.

SANTOS, C.E. Anuário Brasileiro de hortaliças. Brazilian Vegetable Yearbook. Santa Cruz do Sul: Gazeta. 2015. 68p.

VILELA, N.J.; BORGES, I.O. Retrospectiva e situação atual da cenoura no Brasil. **Circular técnica** (Embrapa Hortaliças), n.59, 2008.10 p.

CAPÍTULO I

APLICAÇÃO DE METRIBUZIN EM PRÉ-EMERGÊNCIA NA CULTURA DA CENOURA

Resumo

O uso de herbicidas em pré-emergência das culturas agrícolas tem por finalidade aliar o controle satisfatório de plantas daninhas, pelo seu efeito residual, à seletividade do herbicida a cultura. No entanto, pouco se sabe sobre a seletividade do metribuzin à cultura da cenoura quando aplicado em pré-emergência em cultivos no Brasil. Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de metribuzin em pré-emergência sobre caracteres agronômicos da cenoura e sobre a população e biodiversidade de plantas daninhas. Quatro experimentos foram conduzidos em campo, em distintos locais, com delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de seis doses de metribuzin: 0, 108, 216, 324, 432 e 540 g ha⁻¹, pulverizado um dia após a semeadura. Um tratamento adicional foi incluído também com a dose 0 de metribuzin, porém este, com capina manual. Foram avaliadas a população de plantas de cenoura, a quantificação de plantas daninhas e sua biodiversidade, a massa da matéria seca da cenoura e das plantas daninhas e a produtividade de raízes de cenoura. Em todos os experimentos, as plantas daninhas foram encontradas apenas nas doses 0 e 108 g ha⁻¹ de metribuzin. A aplicação do metribuzin reduziu a população de plantas de cenoura, a massa da matéria seca da raiz e parte aérea, a produtividade comercial e total da cenoura. No entanto, o local de cultivo e as características físicas do solo influenciaram no grau de intensidade da toxicidade do metribuzin a cultura. O metribuzin em pré-emergência na cultura da cenoura é eficiente no controle de plantas daninhas. No entanto, pode reduzir a produtividade comercial da cenoura em determinados solos ou época de cultivo.

Palavras-chave: *Daucus carota*, seletividade, plantas daninhas

Abstract

APPLICATION OF METRIBUZIN IN PRE-EMERGENCY IN CULTURE OF CARROT

The use of herbicides in pre-emergence of agricultural crops has the purpose of allying the satisfactory control of weeds, due to its residual effect, to the selectivity of the herbicide to the crop. However, little is known about the selectivity of metribuzin to carrot culture when applied in pre-emergence in crops in Brazil. The objective of this study was

to evaluate the effect of pre-emergence metribuzin on carrot agronomic traits and on weed population and biodiversity. Four experiments were conducted in the field, in different locations, with a randomized complete block design, with four replications. The treatments consisted of six doses of metribuzin: 0, 108, 216, 324, 432 and 540 g ha⁻¹, sprayed one day after sowing. An additional treatment was also included with dose 0 of metribuzin, but this, with manual weeding. The population of carrot plants, the weed quantification and their biodiversity, the dry matter mass of the carrot and the weeds, and the yield of carrot roots were evaluated. In all experiments, weeds were found only at doses 0 and 108 g ha⁻¹ of metribuzin. The application of metribuzin reduced the population of carrot plants, root dry matter mass and aerial part, commercial and total carrot yield. However, the site of cultivation and soil physical characteristics influenced the degree of toxicity intensity of the metribuzin crop. The pre-emergence metribuzin in carrot culture is efficient in controlling weeds. However, it may reduce the commercial yield of the carrot in certain soils or growing season.

Keywords: *Daucus carota*, selectivity, weeds

Introdução

O uso de herbicidas em pré-emergência das culturas agrícolas tem por finalidade aliar o controle satisfatório de plantas daninhas, pelo seu efeito residual, à seletividade do herbicida à cultura. Neste contexto, o metribuzin destaca-se como um herbicida eficiente no controle de plantas daninhas, principalmente, sobre espécies eudicotiledôneas. Pacanoski et al. (2014) verificaram controle de plantas daninhas igual a 92% com a aplicação deste herbicida em pré-emergência na cultura da cenoura.

O efeito residual, determinado pelas condições climáticas e pelas características físico-químicas do herbicida e do solo, é satisfatório quando perdura por todo o período crítico de prevenção à interferência da cultura. Para a cultura da cenoura, este período pode ser de até 42 dias após a emergência (Freitas et al., 2009). O metribuzin é altamente solúvel em água, possui coeficiente de sorção igual a 31,7 mg g⁻¹ e tempo de meia-vida de 5 a 50 dias (Ben et al., 2015). Desta forma, estas características possibilitam ao metribuzin permanecer ativo na solução do solo por tempo moderado e, assim, controlar as plantas daninhas durante o ciclo da cultura.

No entanto, pouco se sabe sobre a seletividade do metribuzin à cultura da cenoura quando aplicado em pré-emergência em cultivos no Brasil. Em experimentos realizados sob clima ameno, Jensen et al. (2004) avaliaram a aplicação de metribuzin até a dose de

560 g ha⁻¹ em pré e pós-emergência da cultura da cenoura, em experimento em casa de vegetação, com solo arenoso, e observaram uma menor intoxicação da parte aérea e maior produtividade de raízes com a aplicação em pré-emergência, em relação à aplicação em pós-emergência e do tratamento controle, apenas com capina manual. Pacanoski et al. (2014), não verificaram sintomas de intoxicação na cenoura com a aplicação de 350 g ha⁻¹ de metribuzin em pré-emergência da cultura.

A seletividade de um herbicida à cultura é determinada quando este não influencia negativamente na produtividade ou na qualidade final do órgão a ser comercializado, mesmo quando detectados sintomas de intoxicação. A aplicação em pré-emergência da cultura pode ser uma boa estratégia de controle de plantas daninhas. No entanto, no Brasil, há condições peculiares de cultivo, como solos tropicais e altas temperaturas, que podem modificar a atividade do herbicida e sua dinâmica com a planta. Jensen et al. (2004) relacionaram o aumento da temperatura do ar e do pH do solo, a um aumento na fitotoxicidade do metribuzin à cultura da cenoura. Tais informações são indispensáveis na adoção de uma nova alternativa de controle. Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação de metribuzin em pré-emergência sobre caracteres agronômicos da cenoura e sobre a população e biodiversidade de plantas daninhas.

Material e Métodos

Quatro experimentos foram conduzidos em campo. Dois destes, realizados no Instituto de Pesquisa Agrícola do Cerrado (IPACER) - local A (19°12'5" S, 46°9'18" O), no período de inverno, entre os meses de junho e setembro de 2017. Em cada experimento foi semeada uma cultivar. O primeiro, conduzido com a cultivar Natuna, e o segundo, com a cultivar Bermuda. Ambos foram semeados visando uma população final de 650.000 plantas por hectare, após desbaste. Cada unidade experimental foi constituída por cinco metros de comprimento e quatro fileiras duplas de cenoura, sendo consideradas como área útil, as duas fileiras centrais, desconsiderando meio metro de cada extremidade. Os dados climáticos no local dos experimentos estão descritos na figura 01.

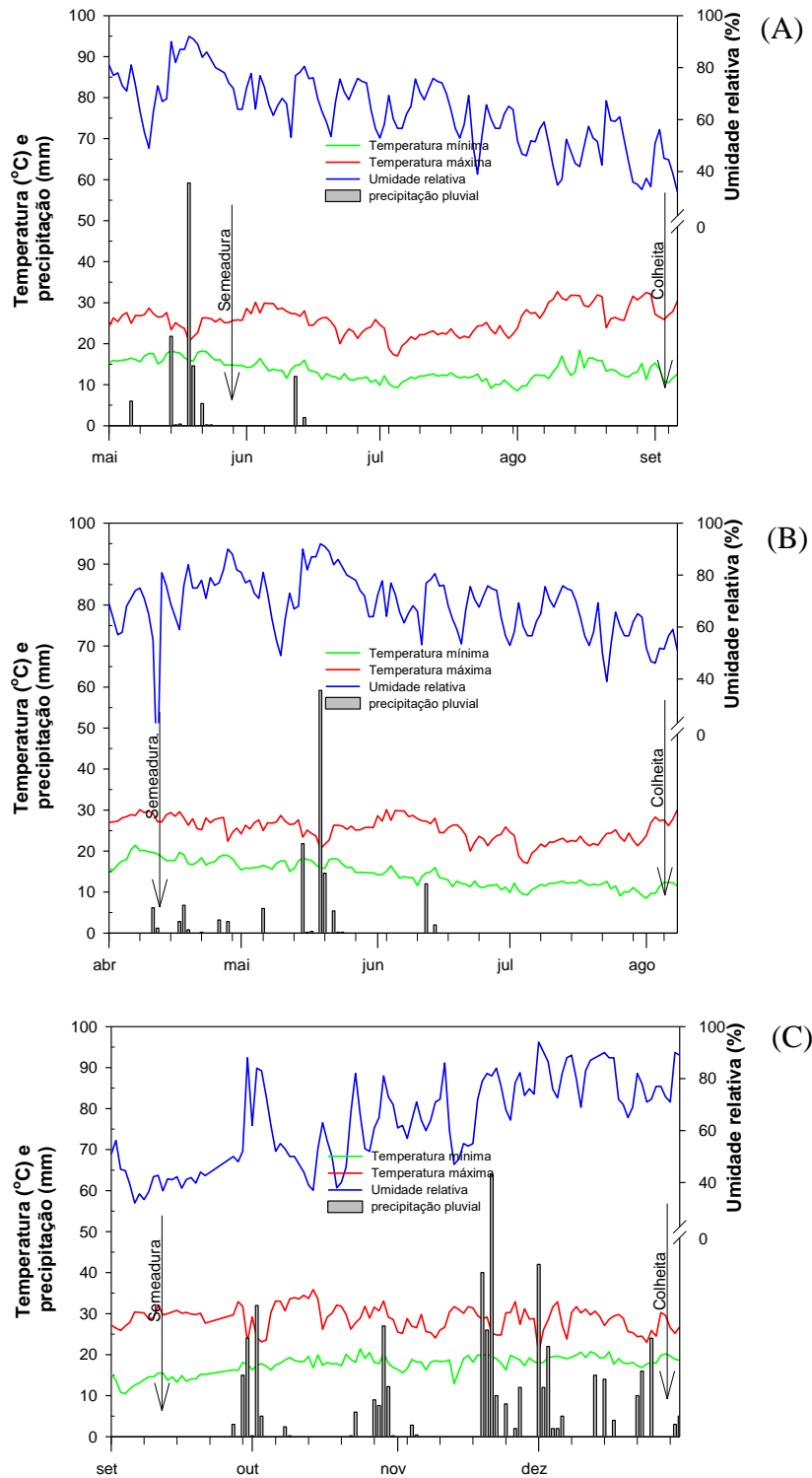


Figura 01. Temperatura mínima e máxima (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluvial (mm) no local A (A) e local B, em cultivo de inverno (B) e de verão (C).

Os outros dois experimentos foram conduzidos na Cooperativa agropecuária do Alto Paranaíba (COOPADAP) - local B (19°15'50" S, 46°14'48" O), sendo um no período de inverno, entre os meses de abril e agosto, e outro no verão, entre setembro e dezembro, ambos em 2017. No experimento conduzido no inverno, foi semeada a cultivar

Natuna, enquanto no verão, utilizou-se a cultivar SV1099DT. Ambos foram semeados com densidade de 720.000 sementes, sem operação de desbaste. Cada unidade experimental foi constituída por cinco metros de comprimento e três linhas triplas de cenoura, sendo considerado como bordadura, meio metro das extremidades. A população final de plantas foi estimada nos quatro experimentos para determinação da produtividade. O solo dos dois locais de cultivo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), e a caracterização de ambos está descrita na tabela 01.

Tabela 01. Caracterização física e química do solo das áreas experimentais, de 0-20 cm.

	pH (H ₂ O)	M.O.	C.O.	Areia total g dm ⁻³	Silte	Argila
Local A	5,9	24,0	13,9	270	345	385
Local B	5,8	22,0	12,8	203	419	378

M.O. = Matéria orgânica do solo; C.O. = Carbono orgânico do solo.

O delineamento experimental de todos os experimentos foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de seis doses de metribuzin 0, 108, 216, 324, 432 e 540 g ha⁻¹. Um tratamento adicional foi incluído também com a dose 0 de metribuzin, porém, com capina manual, sendo este tratamento mantido sempre no limpo, sem interferência de plantas daninhas, totalizando sete tratamentos. O metribuzin (Sencor 480®) foi aplicado um dia após a semeadura da cenoura com a utilização de um pulverizador costal pressurizado equipado com pontas tipo leque 110.02 e volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. As áreas receberam adubações de base e cobertura normalmente realizadas na cultura, conforme exigência nutricional e características químicas dos solos das áreas. O manejo fitossanitário de pragas e doenças das áreas experimentais foram os comumente utilizados pelas instituições de pesquisa, no qual as tomadas de decisão para o controle foram baseadas nos dados de monitoramento destas. Não foi realizada nenhuma aplicação de herbicida, além dos tratamentos já citados.

Aos 30, 45 e 60 dias após aplicação do metribuzin (DAA) foram avaliadas a população de plantas de cenoura, a quantificação de plantas daninhas e sua biodiversidade. Para avaliação da população de cenoura, foi contado o número de plantas por metro linear, amostrando-se para isto, seis metros lineares por unidade experimental. Para a quantificação de plantas daninhas foram amostrados e contados o número de plantas daninhas, por espécie, por metro quadrado, utilizando-se um quadrado de 25 cm

de lado e amostrando 6 pontos por parcela. Aos 60 DAA também foi quantificada a massa da matéria seca da cenoura e das plantas daninhas, separadas por espécie. Para isto, foram coletadas 20 plantas de cenoura por parcela, bem como todas as plantas daninhas existentes no interior dos 6 pontos amostrados com o quadrado. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada de ar, a 70 °C, até atingir massa constante.

Aos 120 DAA, foram coletadas, dentro da área útil da unidade experimental, todas as raízes para determinação da produtividade comercial, entre 10 e 26 cm de comprimento, e não comercial, com raízes inferiores a 10 e superiores a 26 cm de comprimento e com presença de defeitos (Ceagesp, 2015).

Os dados foram submetidos a testes de homogeneidade das variâncias e normalidade dos resíduos. Em seguida os dados foram submetidos à análise de variância e ajustadas curvas de regressão com os valores das médias e erros padrão. O software estatístico utilizado foi o Speed 1.0 (CARVALHO & MENDES, 2017).

Resultados e Discussão

O número de plantas daninhas existentes, a massa da matéria seca destas e sua biodiversidade foram, em geral, considerados baixos nos quatro experimentos. As plantas daninhas com maior incidência na área experimental do local B foram *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha), *Digitaria horizontalis* (capim-colchão), *Urochloa decumbens* (braquiária), *Achyrocline satureioides* (macela), *Galinsoga parviflora* (botão-de-ouro), *Amaranthus viridis* (caruru-de-mancha), *Portulaca oleracea* (beldroega) e *Sonchus oleraceus* (serralha). O local A apresentou menor biodiversidade e população de plantas daninhas, destacando-se apenas *Sida cordifolia* (malva-branca). A baixa população de plantas daninhas em todos os experimentos pode ser explicada pelo manejo de plantas daninhas empregado ao longo dos anos nas áreas, visto que estas são áreas comerciais de intenso cultivo. Assim, apesar do intenso revolvimento do solo e ambiente propício ao crescimento de plantas daninhas, o uso contínuo de herbicidas com distintos mecanismos de ação propiciou uma redução no banco de sementes do solo.

De forma geral, em todos os experimentos, as plantas daninhas foram encontradas apenas nas parcelas onde foram aplicados 0 e 108 g ha⁻¹ de metribuzin. Em doses superiores, evidenciou-se 100% de controle para a maioria das plantas daninhas. Jensen et al. (2004) também verificaram controle de 70 a 100% de diversas espécies de plantas daninhas com a aplicação de 280 g ha⁻¹ de metribuzin em pré-emergência da cenoura. No entanto, apenas para a malva-branca (*Sida cordifolia*) no local A, cultivar Natuna, e para

o botão de ouro (*Galinsoga parviflora*) no local B foi encontrado diferença entre os tratamentos quanto ao número de plantas daninhas por metro quadrado (Tabela 02).

Tabela 02. Número de Plantas daninhas por metro quadrado, aos 60 DAA, no local A, cultivar Natuna (*) e Bermuda (**), e local B, no inverno e verão.

Nº de Plantas daninhas m ⁻² (60 DAA)				
Local A				
Dose metribuzin (g ha ⁻¹)	<i>Urochloa decumbens</i>	<i>Sida cordifolia</i> *	<i>Sida cordifolia</i> **	
0	1,3	22	2,0	
108	3,3	8,7	1,3	
216	0	0	6,7	
324	0	0	0	
432	0	0	0	
540	0	0	0	
F _{calc}	1,97 ^{ns}	5,76 ^{**}	0,56 ^{ns}	
C.V (%)	49,5	40,2	54,2	
Local B – Inverno				
	<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Conyza bonariensis</i>	<i>Amaranthus viridis</i>
0	3,3	26,6	2,0	4,7
108	0,7	9,3	0,7	0,7
216	0	5,3	0,0	0
324	0	2,00	0,2	0
432	0	2,00	2,0	0
540	0	0,7	1,3	0
F _{calc}	0,41 ^{ns}	18,92 ^{**}	0,08 ^{ns}	0,33 ^{ns}
C.V (%)	64,6	40,3	192,9	65,6
Local B - Verão				
	<i>Digitaria horizontalis</i>	<i>Achyrocline satureioides</i>	<i>Eleusine indica</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
0	3,3	0,0	4,7	2,0
108	8	2,7	3,3	1,3
216	0,5	6,7	1,3	0
324	1,3	2,7	0,7	0
432	1,3	0,00	2,0	0
540	0,7	0,7	2,7	0
F _{calc}	2,81 ^{ns}	1,23 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,03 ^{ns}
C.V (%)	133,9	183,2	93,0	58,4

^{ns} não significativo (p ≥ 0.05). ^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0.01)

Ademais, para a massa da matéria seca das plantas daninhas, também somente foi encontrada diferença significativa para o botão-de-ouro no local B (Tabela 03). Ainda assim, mesmo constatando-se diferença estatística pelo teste F, nenhum modelo foi ajustado, por não se obter um modelo estatisticamente adequado (Figura 2 A, B, C e D). Planta daninha mais presente nos experimentos realizados no local B, o botão-de-ouro foi

satisfatoriamente controlado pelo metribuzin, mesmo em baixas doses, o que evidencia o ótimo controle do herbicida em espécies eudicotiledôneas (Figura 2 A, B, D e E). Tuti & Das (2011) também verificaram redução na população total de plantas daninhas, com a aplicação de 500 g ha⁻¹ de metribuzin em pré-emergência, na cultura da soja. A avaliação realizada aos 60 dias após a aplicação do metribuzin neste experimento também demonstra o bom efeito residual do herbicida no solo, que impede a germinação de plantas daninhas até o fechamento das linhas de semeadura pela parte aérea da cenoura. Herbicidas inibidores de fotossistema II como o metribuzin podem permanecer ativos no solo por determinado tempo e ao estarem na solução do solo, serem absorvidos pelo xilema das plantas e conduzidos às folhas, pelo fluxo coeso transpiratório, pelo qual irá chegar ao seu lugar de atuação (Silva et al., 2013). Desta forma, as plantas daninhas sensíveis podem ser controladas por longo período durante o ciclo da cultura.

Tabela 03. Massa da matéria seca de plantas daninhas m⁻², aos 60 DAA, no local B em cultivo de inverno e verão.

Massa da matéria seca de plantas daninhas m ⁻² (60 DAA)				
Local B - Inverno				
Dose metribuzin (g ha ⁻¹)	<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Digitaria horizontalis</i>	<i>Amaranthus viridis</i>
0	16,7	165,4	0	81,4
108	0,7	10,2	6,6	10,9
216	0	0	0,1	0
324	0	0	0,7	0
432	0	0	0	0
540	0	0	0	0
F _{calc}	0,41 ^{ns}	5,64*	1,44 ^{ns}	0,34 ^{ns}
C.V (%)	64,8	39,0	55,7	65,4
Local B - Verão				
	<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Digitaria horizontalis</i>	<i>Eleusine indica</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
0	538,1	88,4	5,4	50,4
108	0,7	182,9	51,7	31,3
216	0,8	116,5	27,5	0
324	1,1	5,1	3,9	0
432	1,0	0,3	2,9	0
540	0,8	5,7	1,8	0
F _{calc}	2,99*	0,95 ^{ns}	0,53 ^{ns}	1,01 ^{ns}
C.V (%)	47,8	122,2	113,3	59,3

^{ns} não significativo (p ≥ 0.05). * significativo ao nível de 5% de probabilidade (0.01 ≤ p < 0.05).

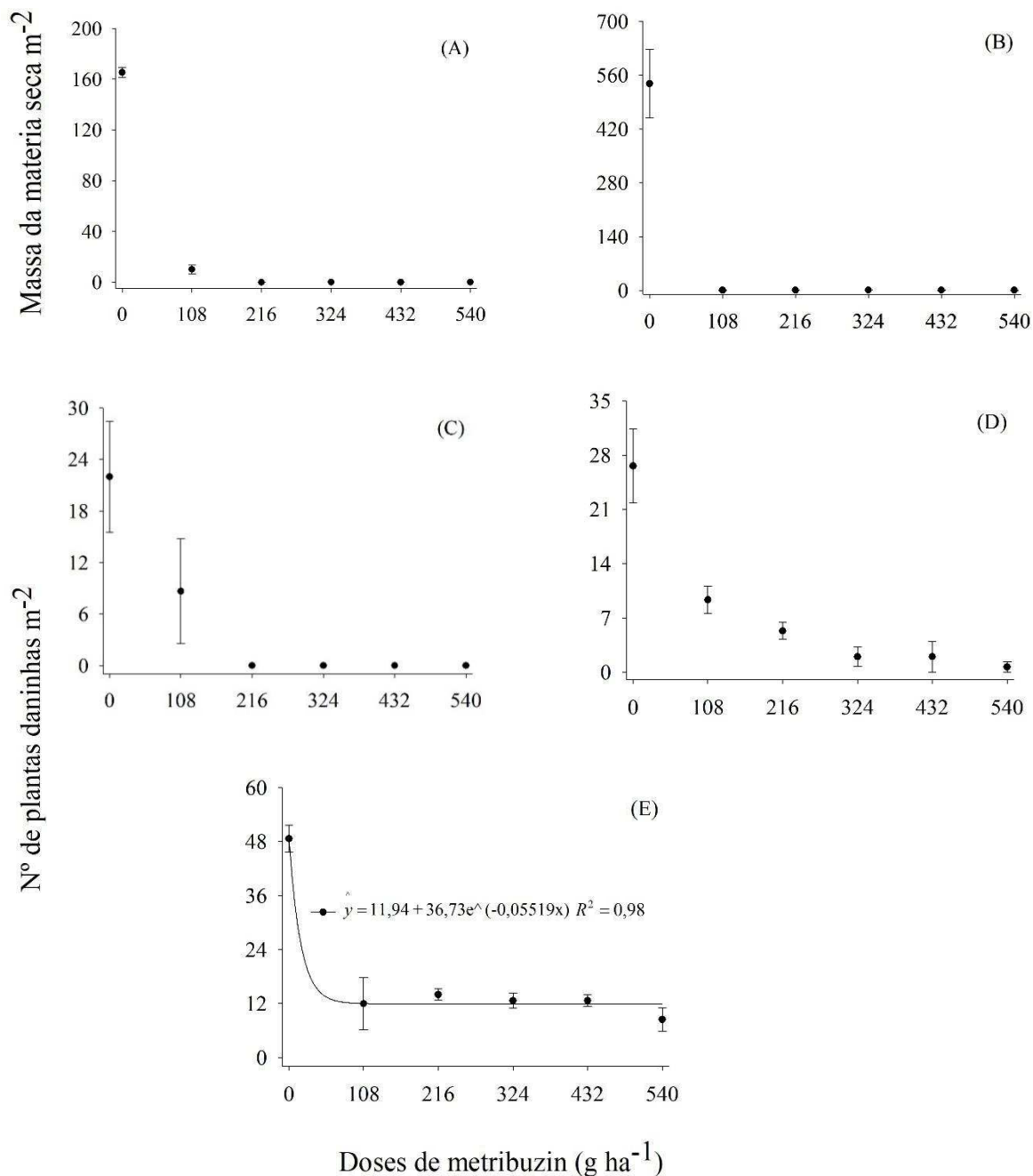


Figura 02. Massa da matéria seca m⁻² de *Galinsoga parviflora* no local B, em cultivo de inverno (A) e verão (B). N° de plantas *Sida cordifolia* m⁻² no local A cultivar Natuna (C), e de *Galinsoga parviflora* no local B, em cultivo de inverno (D) e verão (E).

O número de plantas de cenoura (estande) foi reduzido com o aumento das doses de metribuzin em todos os experimentos (Figura 03). Os experimentos realizados no local A proporcionaram maior decréscimo no estande de plantas em relação ao local B. O decréscimo no estande de plantas de cenoura entre a testemunha sem capina e a maior dose de metribuzin foi igual a 95,9 e 79,5% no local A, cultivar Natuna e Bermuda, respectivamente, enquanto este número foi de 16% no inverno e 48,6% no verão, no local

B. Ainda, a dose de metribuzin que proporcionou o maior estande de plantas foi de 38,7 e 20,5 g ha⁻¹ no local A, cultivar Natuna e Bermuda, respectivamente (Figura 03 A e B) e de 194,9 e 136,6 g ha⁻¹ no local B (Figura 03 C e D).

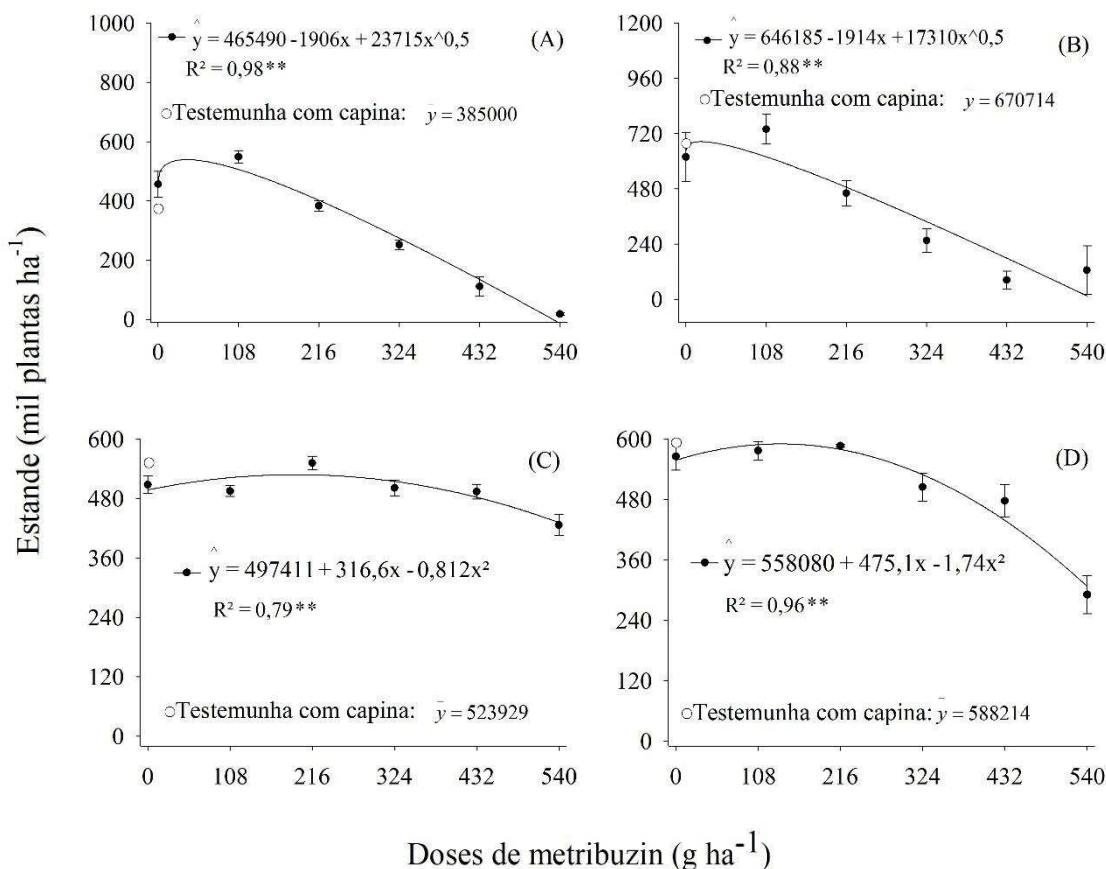


Figura 03. Estande de plantas de cenoura por hectare no local A, cultivar Natuna (A) e Bermuda (B) e no local B, em cultivo de inverno (C) e de verão (D).

Esta redução acentuada no local A resultou em um estande próximo a 0, o que representa a morte de quase a totalidade das plantas. Fernandes et al. (2011) verificaram redução acentuada no número de plantas do feijoeiro, com a aplicação de 1.440 g ha⁻¹ de metribuzin em pré-emergência. As plantas de cenoura sequer emergiram sobre o solo, o que indica que as plantas de cenoura absorveram o herbicida entre a germinação e a emergência das plântulas, quando estas ainda apresentam tecidos desprovidos de cera e cutícula pouco desenvolvida, seja na parte aérea, ou nos pelos radiculares (Oliveira Jr et al, 2011). Desta forma, é possível que as plantas não tenham morrido decorrentes do mecanismo de ação do metribuzim, inibição do fotossistema II, mas por uma toxicidade química da molécula a planta jovem. Pode-se dizer então, que as plantas de cenoura jovens são suscetíveis ao metribuzin e que este herbicida pode ocasionar a morte das plantas. Consequentemente, há uma redução na população da cenoura, principalmente em

maiores doses. O menor número de raízes produzidas por unidade de área foi a variável mais influenciada pelo metribuzin neste trabalho, sendo a que mais contribuiu negativamente entre os componentes de produção da cenoura.

A diferença na influência do metribuzin sobre o estande e demais componentes de produção da cenoura entre as duas áreas experimentais, pode ser explicada pelas diferenças nas características físicas do solo. O pH e a matéria orgânica do solo, principais atributos que influenciam na dinâmica de sorção e dessorção do herbicida no solo (Saritha et al., 2017), são semelhantes entre os locais de estudo (Tabela 01). Assim, a quantidade de areia total do solo, maior no local A, pode ser a variável que propiciou uma maior disponibilidade do metribuzin na solução do solo, por ser esta, a fração granulométrica com menor número de cargas necessárias à retenção do herbicida. Ainda, o solo do local A possui menor quantidade de silte comparado ao do local B. A fração silte tem sido frequentemente superestimada nos procedimentos de determinação do solo (Vitorino et al., 2003). Isto porque, há uma dificuldade em se separar a fração silte da argila. Desta forma, agregados de argila formados por agentes cimentantes são contabilizados como silte. Logo, a maior quantidade de silte no solo B pode indicar maior quantidade de cargas negativas capazes de adsorver o herbicida, deixando-o em menor quantidade na solução do solo.

Desta forma, há um aumento na absorção do metribuzin pela cenoura no local A, o que pode ter causado a intoxicação das plantas e reduzido o estande nesta área. Ademais, entre os dois experimentos do local B, diferenciados pela época de cultivo (inverno e verão), pode-se perceber maior redução no estande de plantas no cultivo do verão, o que pode ser explicado pela maior atividade do herbicida sob altas temperaturas (Jensen et al., 2004).

A massa da matéria seca da parte aérea da cenoura (MSPA) foi reduzida com a aplicação do metribuzin no local A, cultivar Natuna, e no local B em cultivo de verão (Figura 04). No cultivo realizado no local B no verão (Figura 04 D), essa redução ocorreu somente a partir da dose de 324 g ha⁻¹ i.a., o que indica certa tolerância da planta ao herbicida. No experimento realizado neste mesmo local, porém em cultivo de inverno, não houve diferença significativa na MSPA entre as doses de metribuzin. Sem modelo estatístico adequado, porém, com diferença significativa detectada pelo teste F, o cultivo no local A cultivar Bermuda (Figura 04 B) possui três doses de metribuzin (0, 108 e 324 g ha⁻¹) que propiciaram médias semelhantes de MSPA, porém inferiores à testemunha capinada.

Estes resultados indicam que a tolerância ou suscetibilidade da cenoura ao herbicida dependem, dentre outros fatores, da cultivar utilizada e da época de cultivo, o que diretamente estão relacionados. Jensen et al. (2004) verificaram diferenças na tolerância entre cultivares de cenoura quanto à presença de injúrias na parte aérea da planta e na porcentagem de crescimento máximo obtido com a aplicação de 420 g ha⁻¹ de metribuzin em pós-emergência. Pacanoski et al. (2014) não verificaram sintomas de intoxicação na cenoura com aplicação de 350 g i.a ha⁻¹ de metribuzin em pré-emergência.

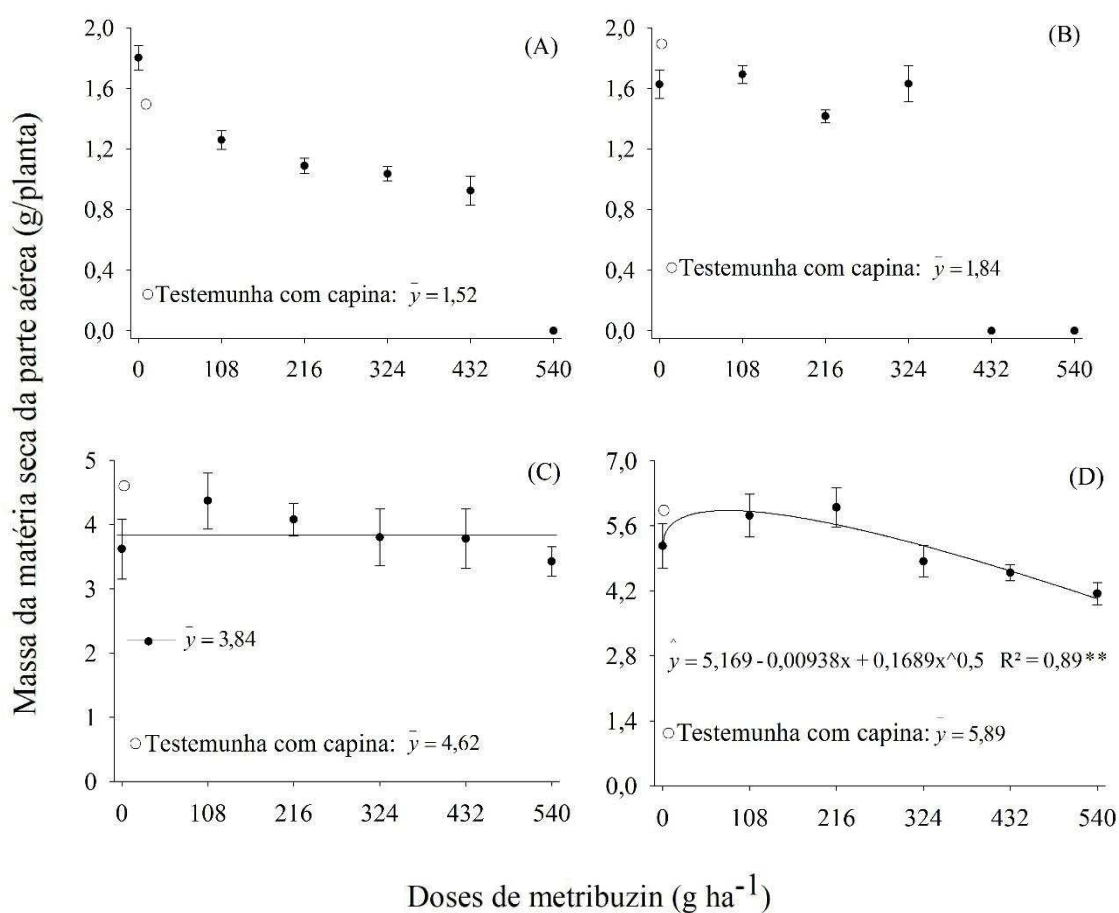


Figura 04. Massa da matéria seca da parte aérea de plantas de cenoura no local A, cultivar Natuna (A) e Bermuda (B) e no local B, em cultivo de inverno (C) e de verão (D).

A massa da matéria seca de raiz (MSR) foi influenciada pelas doses de metribuzin em todos os experimentos. No entanto, somente para o local A, cultivar Natuna e para o local B no verão foi obtido um modelo estatístico significativo (Figura 05 A e D). Nestes, a MSR é reduzida com o aumento das doses de metribuzin. Com exceção do local A, cultivar Natuna, a dose de 108 g ha⁻¹ de metribuzin não reduziu a MSR da cenoura, e ainda, a dose de 216 g ha⁻¹ proporcionou MSR média igual à testemunha capinada nos

experimentos realizados no local B (Figura 05 C e D). Os resultados mostram que esta variável, no geral, somente foi influenciada negativamente em altas doses do herbicida no solo.

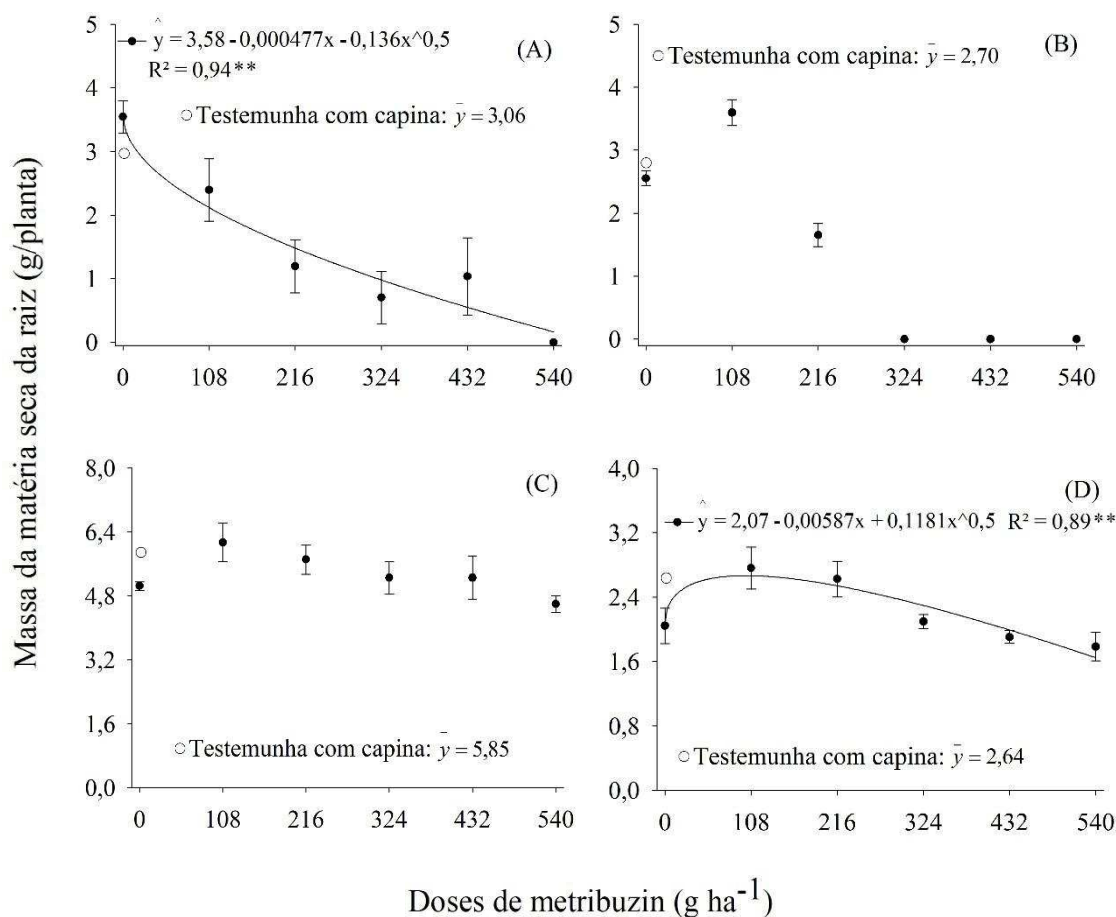


Figura 05. Massa da matéria seca de raiz de plantas de cenoura no local A, cultivar Natuna (A) e Bermuda (B) e no local B, em cultivo de inverno (C) e de verão (D).

A produtividade comercial da cenoura foi influenciada pelas doses de metribuzin em todos os experimentos. O modelo estatístico raiz quadrada foi o que melhor se ajustou ao comportamento da produtividade comercial em relação aos tratamentos (Figura 06). Nos experimentos realizados no local A, houve redução acentuada na produtividade comercial com o aumento das doses de metribuzin, principalmente nas doses 432 e 540 g ha⁻¹ i.a (Figura 06 A e B). Isto se deve, sobretudo, pela elevada redução no estande de plantas, que nas doses superiores foi próximo a zero.

O cultivo realizado no local B no inverno foi o que apresentou o menor decréscimo na produtividade comercial. A redução existente entre a produtividade da testemunha capinada (77,6 t ha⁻¹) e a maior dose do herbicida (62,3 t ha⁻¹) foi de 19,7%. A dose do herbicida correspondente à máxima produtividade comercial foi de 187,9 g ha⁻¹ de

metribuzin, o que equivale a uma produtividade estimada de 73,2 t ha⁻¹ de cenoura (Figura 06 C). No experimento conduzido no verão, houve incrementos na produtividade até a dose de 143,3 g ha⁻¹ de metribuzin (Figura 06 D). Estes resultados são diferentes dos encontrados por Jensen et al. (2004) que não encontraram diferença na produtividade da cenoura entre as doses de 280 a 560 g ha⁻¹ de metribuzin aplicados em pré-emergência em casa de vegetação.

Com exceção do local A, cultivar Natuna, a produtividade comercial da testemunha capinada foi sempre superior às proporcionadas pelas doses de metribuzin. Assim, como houve pouca incidência de plantas daninhas nas áreas experimentais e o controle destas plantas realizado pelo metribuzin foi satisfatório, mesmo em pequenas doses, pode-se atribuir a redução da produtividade comercial da cenoura, à intoxicação causada pelo herbicida nos componentes de produção da mesma.

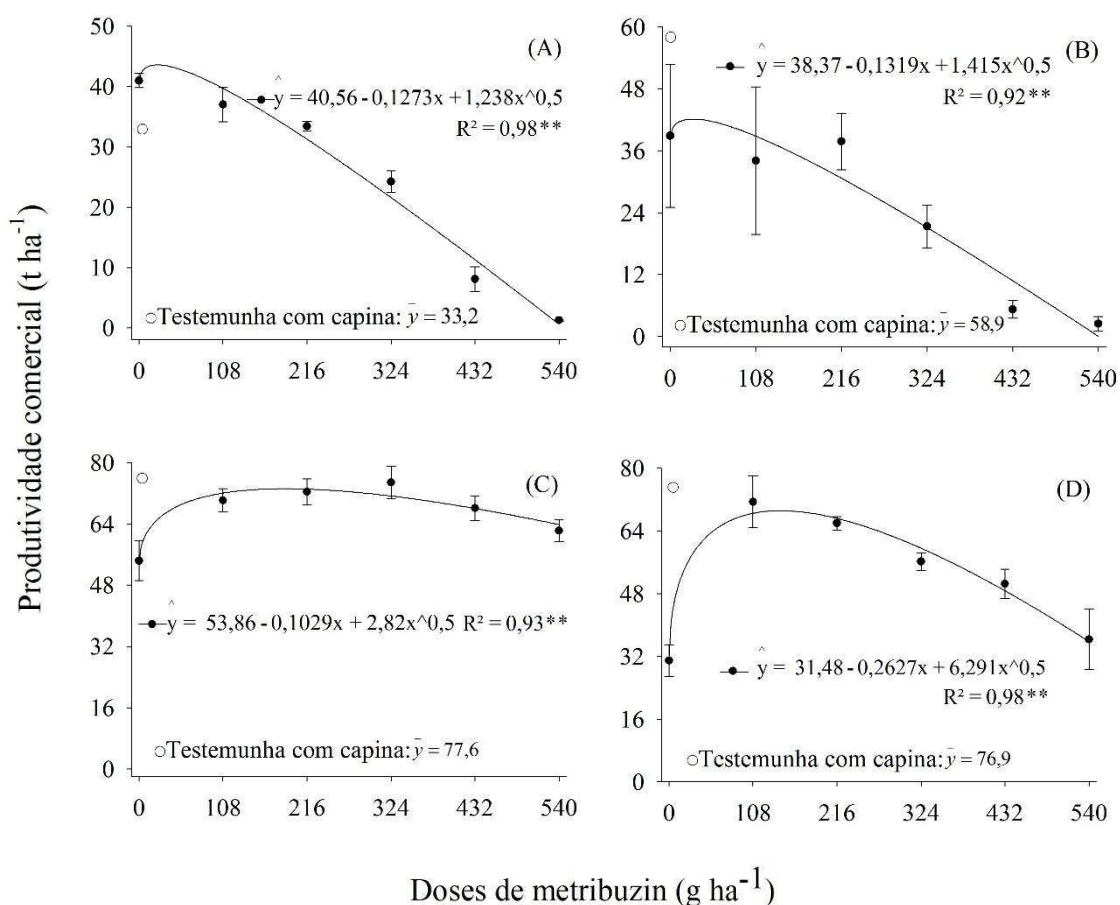


Figura 06. Produtividade comercial de plantas de cenoura no local A, cultivar Natuna (A) e Bermuda (B) e no local B, em cultivo de inverno (C) e de verão (D).

A porcentagem de descarte sobre a produtividade total não foi influenciada pela aplicação do metribuzin em três dos quatro experimentos (Figura 07). Somente no

experimento realizado no local B no período de verão houve diferença nesta variável em função das doses de metribuzin. Neste, a porcentagem de descarte seguiu um modelo raiz quadrada, no qual o menor valor de descarte foi de 8,6% na dose de 59,8 g ha⁻¹, e após esta dose, aumentou até a última dose testada (540 g ha⁻¹ i.a.), alcançando o valor de 35,3% de descarte (Figura 07 D). Carneiro et al. (2017) verificaram maior porcentagem de produtividade comercial de cenoura em relação a total, no cultivo de inverno, em comparação ao cultivo realizado na transição inverno-primavera. No entanto, não verificaram diferença na porcentagem de descarte da cenoura, em função de doses de metribuzin em pós-emergência. Nos demais experimentos, o descarte médio foi de 12,4 e 14,6% no local A, cultivares Natuna e Bermuda, respectivamente, e 14,5% no local B no inverno. Nestes, o metribuzin não alterou drasticamente o comprimento das raízes a classes não comerciais, nem propiciou um aumento no número de defeitos nas raízes.

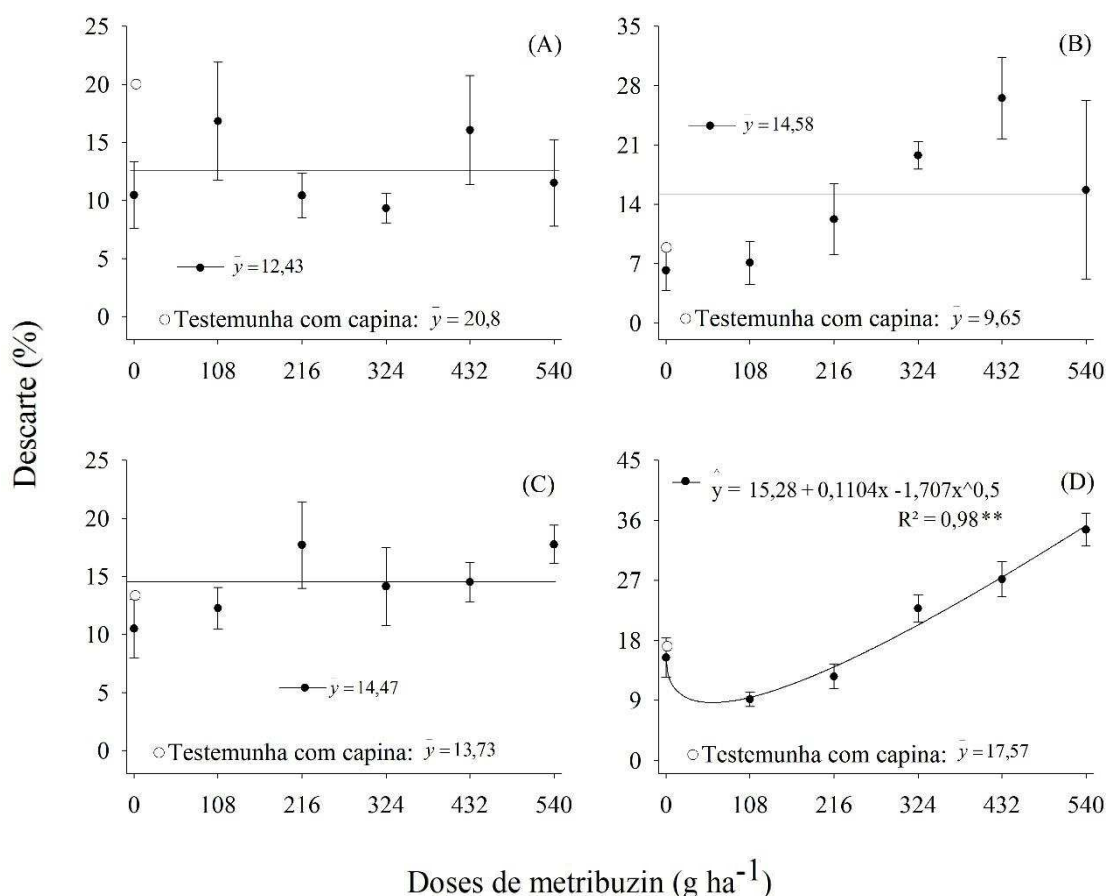


Figura 07. Porcentagem de descarte (%) da cenoura no local A, cultivar Natuna (A) e Bermuda (B) e no local B, em cultivo de inverno (C) e de verão (D).

Como a porcentagem de descarte, de forma geral, não foi influenciada pelo metribuzin, a produtividade total da cenoura seguiu a mesma tendência do observado na

produtividade comercial da cultura. Assim, a produtividade total também foi reduzida com o aumento das doses do herbicida. A aplicação de metribuzin até a dose de 432 g ha⁻¹ em pós-emergência não reduziu a produtividade total da cenoura em trabalho realizado por Carneiro et al. (2017). Os cultivos realizados no local B se destacaram pela elevada produtividade total, igual a 89,9 e 93,5 t ha⁻¹ nos cultivos de inverno e verão, respectivamente, na testemunha capinada. A redução na produtividade total nos experimentos realizados no local B foi de 32% no cultivo de inverno e 61% no verão, entre a testemunha capinada e não capinada. Ainda, comparando-se a testemunha capinada à dose de 324 g ha⁻¹ de metribuzin, que propiciou controle de plantas daninhas próximo a 100%, esta redução na produtividade total é de 3,14 e 22,2% (Figura 08 C e D).

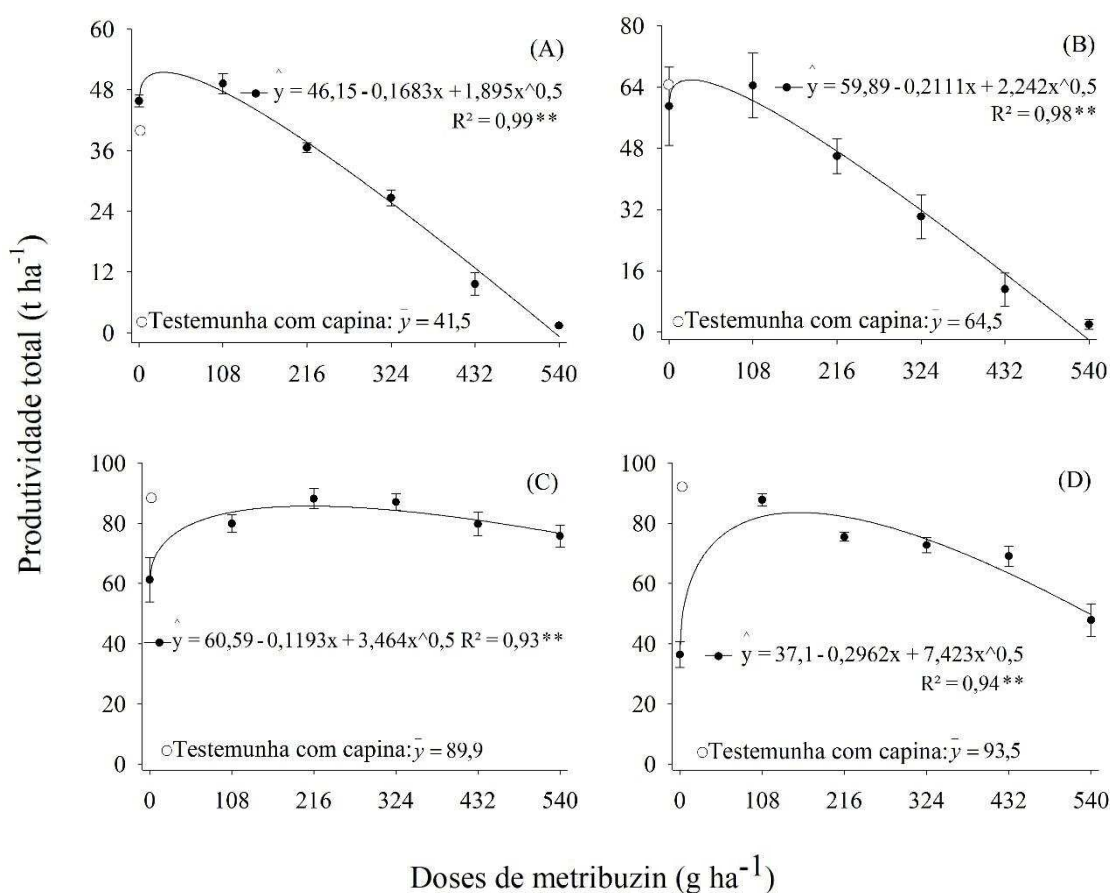


Figura 08. Produtividade total da cenoura no local A, cultivar Natuna (A) e Bermuda (B) e no local B, em cultivo de inverno (C) e de verão (D).

Os efeitos deletérios causados pelo metribuzin na cultura da cenoura variaram quanto ao grau de toxicidade, a redução no estande de plantas e a produtividade comercial da cultura. No entanto, a cultura da cenoura, assim como as demais olerícolas, são quase sempre sensíveis ao uso de herbicidas, dependendo das doses empregadas, do estágio de

crescimento das plantas, dentre outros. As menores doses de metribuzin utilizadas neste trabalho causaram pouco efeito prejudicial à cultura da cenoura nos experimentos conduzidos no local B, ao mesmo tempo que propiciaram controle satisfatório das plantas daninhas, o que indica que seriam doses potencialmente adequadas para uso e uma boa opção no manejo da cultura. No entanto, os resultados obtidos no local A evidenciam que as características físico-químicas do solo exercem papel fundamental quanto aos benefícios ou malefícios da aplicação em pré-emergência deste herbicida nesta cultura. Assim, os resultados podem também ser inadequados e inviabilizar o uso do metribuzin em pré-emergência a depender da área de cultivo. Desta forma, torna-se necessário avaliar a interação entre o solo e o metribuzin.

Conclusão

O metribuzin em pré-emergência na cultura da cenoura é eficiente no controle de plantas daninhas. No entanto, pode reduzir a produtividade comercial da cenoura em determinados solos ou época de cultivo.

Referências

BEN, A. K. A. N.; POSSAMAI, A. C. S.; CARDOSO, W. S.; BEM, R.; CASTRO, E.B.; BELAPART, D.; MENDES, K. F. Lixiviação e persistência de metribuzin por bioensaios. **Scientia Plena**, vol. 11, n.5, p.1-8, 2015.

CARNEIRO, G.D.O.P.; SILVA, G.S.; BARBOSA, A.R.; SILVA, D.V.; REIS, M.R. Selectivity of metribuzin in postemergence of culture of carrot. **Planta Daninha**, vol. 35, p.1-6, 2017.

CARVALHO, A.M.X.; MENDES, F.Q. SPEED Stat: a minimalist and intuitive spreadsheet program for classical experimental statistics. Anais da 62ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 2017. 333pp.

CEAGESP, 2015. Normas de classificação – cenoura. In: Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo; Consultado em fevereiro, 2017. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/cenoura.pdf>.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 3º ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2013. 353 p.

FERNANDES, C.P.C.; BRAZ, A.J.B.P.; PROCOPIO, S.O.; DAN, H.A.; BRAZ, G.B.P.; BARROSO, A.L.L.; MENEZES, C.C.E.; SIMON, G.A.; BRAZ, L.B.P. Tolerância do feijoeiro a herbicidas aplicados na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, vol.10, n.2, p.121-133, 2011.

FREITAS, F.C.L.; ALMEIDA, M.E.L.; NEGREIROS, M.Z.; HONORATO, A.R.F.; MESQUITA, H.C.; SILVA, S.V.O.F. Periods of weed interference in carrot in function of spacing between rows. **Planta Daninha**, vol. 27, n 3, p.473-480, 2009.

JENSEN, K.I.N.; DOOHAN, D.J.; SPECHT, E.G. Response of processing carrot to metribuzin on mineral soils in Nova Scotia. **Canadian Journal of Plant Science**, vol. 84, n. 2, p. 669-676, 2004.

NASCIMENTO, P.G.M.L.; LIMA, M.F.P.; MESQUITA, H.C.; CARVALHO, D.R.; RODRIGUES, A.P.M.S. Seletividade e eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura do mamão. **Agropecuária Científica no Semiárido**, vol.12, n.1, p.64-72, 2016.

OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INQUE, M.H. Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba, PR. Editora: **Omnipax**, cap.09, p.215, 2011.

PACANOSKI, Z.; TYR, S.; VERES, T. Effects of herbicides and their combinations in carrots production regions in the republico of Macedonia. **Herbologia**, vol. 14, n. 2, p.47-60, 2014.

SARITHA, J.D.; PRAKASH, T.R.; MADHAVI, M.; RAO, P.C. Adsorption of metribuzin in tomato growing soils. **International Journal of Chemical Studies**, vol.5, p.740-746, 2017.

SILVA, I.P.F.E.; JUNIOR, J.F.S.; PUTTI, F.F.; LATORRE, D.O.; SCHIMIDT, D.O.; LUDWIG, R. Herbicidas inibidores do fotossistema II – Parte I. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, vol.7, p.01-11, 2013.

TUTI, M.D.; DAS, T.K. Sequential application of metribuzin on weed control, growth and yield of soybean (*Glycine max*). **Indian Journal of Agronomy**, vol. 56, p. 57-61, 2011.

VITORINO, A.C.T.; FERREIRA, M.M.; CURI, N.; LIMA, J.M.; SILVA, M.L.N.; MOTTA, P.E.F.M. Mineralogia, química e estabilidade de agregados do tamanho de silte de solos da Região Sudeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.38, n.1, p.133-141, 2003.

CAPÍTULO II

INTERAÇÃO DE METRIBUZIN E NITROGÊNIO NA CULTURA DA CENOURA

Resumo

O nitrogênio desponta como o segundo nutriente mais extraído na cultura da cenoura. No entanto, o aumento nas doses de N pode favorecer o crescimento da parte aérea em relação a raiz da planta. A aplicação do metribuzin poderia alterar a partição da biomassa em favorecimento das raízes. Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação de metribuzin em pós-emergência, e sua interação com o nitrogênio, sobre o crescimento axial e radial e produtividade das raízes de cenoura. Três experimentos foram conduzidos em campo, em distintos locais de cultivo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 2x3, sendo duas doses de metribuzin (0 e 432 g ha⁻¹) e três doses de N em cobertura (0, 30 e 90 kg ha⁻¹). Avaliou-se o comprimento e diâmetro de raízes, a massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) e raiz das plantas e a produtividade de raízes. Não houve interação entre o metribuzin e o nitrogênio nas variáveis estudadas. De forma geral, não houve influência do metribuzin e do N sobre a MSPA e o comprimento das raízes. O metribuzin reduziu a massa da matéria seca da raiz da cenoura como consequência da redução no diâmetro da mesma. No entanto, não influenciou na produtividade comercial e total da cenoura. A aplicação do metribuzin associado à fertilização de N não influencia no crescimento axial ou radial da raiz da cenoura e consequentemente não altera a produtividade da mesma.

Palavras-chave: Doses de N, *Daucus carota*, herbicida

Abstract

INTERACTION OF METRIBUZIN AND NITROGEN IN CARROT CULTURE

Nitrogen appears as the second most extracted nutrient in carrot culture. However, the increase in N doses may favor the growth of the aerial part in relation to the root of the plant. The application of metribuzin could alter the partition of the biomass in favor of the roots. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of post-emergence application of metribuzin and its interaction with nitrogen on the axial and radial growth and yield of carrot roots. Three experiments were conducted in the field at different growing sites. The experimental design was a randomized complete block design with

four replications, in a 2x3 factorial scheme, with two doses of metribuzin (0 and 432 g ha⁻¹) and three N doses (0,30 and 90 kg ha⁻¹). Root length and diameter, dry matter mass of shoot (MSPA) and root of plants and root productivity were evaluated. There was no interaction between metribuzin and nitrogen in the studied variables. In general, there was no influence of metribuzin and N on MSPA and root length. Metribuzin reduced the dry matter mass of the carrot root as a consequence of the reduction in carrot root diameter. However, it did not influence the commercial and total yield of the carrot. The application of metribuzin associated with N fertilization does not influence the axial or radial growth of the carrot root and consequently does not alter the yield of the carrot.

Keywords: Doses of N, *Daucus carota*, herbicide

Introdução

O nitrogênio (N) desponta como o segundo nutriente mais extraído na cultura da cenoura, o que pode sugerir um alto potencial de resposta à adubação nitrogenada. Para obtenção de produtividades na ordem de 80 t ha⁻¹ de raízes, é necessária extração de 163 kg ha⁻¹ de N (Dezordi et al., 2015). Assim, torna-se necessário um aumento nas doses de N usualmente empregadas na cultura. No entanto, embora as vezes necessário, o aumento da fertilização de N pode acarretar em pouco ou nenhum incremento de produtividade de raízes. Nos cultivos de verão, devido às altas temperaturas, há maior produção de biomassa da parte aérea da planta em detrimento das raízes. Assim, devido aos fatores mencionados, o coeficiente de utilização biológico (CUB), deste nutriente, é reduzido no verão, isto é, há pouco acréscimo em produtividade de raízes por unidade de nutriente acumulado na planta (Dezordi et al., 2015). Além disto, o aumento na produção da parte aérea da planta pode acarretar também, em um maior período de irrigação necessário à cultura, o que pode onerar o custo de produção.

A utilização do metribuzin em pós emergência na cultura da cenoura, além de ser uma boa opção no controle de plantas daninhas (Jensen et al., 2004), poderia modificar alguns processos fisiológicos na planta, como uma alteração na partição da biomassa em favorecimento das raízes. Carneiro (2016) verificou redução na massa da matéria seca da parte aérea da cenoura com a aplicação de 576 g ha⁻¹ de metribuzin aos 30 dias após a aplicação. Assim, com a aplicação deste herbicida, a taxa de velocidade de crescimento da parte aérea pode reduzir, acarretar em um estímulo ao crescimento das raízes, possibilitar o aumento das doses de N empregadas, e conseqüentemente, aumentar a produtividade.

De forma análoga, o uso de biorreguladores, que inibem ou estimulam determinados hormônios vegetais que atuam no crescimento das plantas, é melhor compreendido e utilizado em outras culturas, como o trigo, com o intuito de reduzir a altura das plantas, e assim, sua parte aérea, para reduzir o acamamento e possibilitar aumento das doses de N. Chavarria et al. (2015) observaram uma redução de 11,5% na massa seca da parte aérea e incremento de 44% no crescimento do sistema radicular do trigo, com a aplicação do regulador de crescimento trinexapac-etil. Tal resultado é explicado pela maior disponibilidade de carbono a ser drenado para o sistema radicular, como consequência da redução da parte aérea.

São escassos na literatura trabalhos que relacionam o uso de herbicidas como reguladores de crescimento e a adubação nitrogenada, especialmente para as olerícolas. Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação de metribuzin em pós-emergência, e sua interação com o nitrogênio, sobre o crescimento axial e radial e produtividade das raízes de cenoura.

Material e Métodos

Três experimentos foram conduzidos no campo, em distintos locais de cultivo da cenoura. O primeiro experimento foi conduzido em talhão comercial, pertencente ao grupo Okuyama - local A (19°12'51" S, 46°13'47" O). Este, foi instalado no período de transição outono inverno, entre março e julho de 2016, semeando-se a cultivar Verano. O segundo experimento, conduzido no período de inverno, foi realizado no Instituto de Pesquisa Agrícola do Cerrado (IPACER) entre junho e setembro de 2016, com a cultivar Maestro - local B (19°12'5" S, 46°9'18" O). O terceiro experimento foi conduzido na Cooperativa agropecuária do Alto Paranaíba (COOPADAP) no período de inverno, entre abril e agosto de 2017, com a cultivar Natuna - local C (19°15'50" S, 46°14'48" O). Todos os locais estão localizados no município de Rio Paranaíba - MG e os solos classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura argilosa (Embrapa, 2013). Os dados climáticos dos três experimentos estão descritos na figura 01.

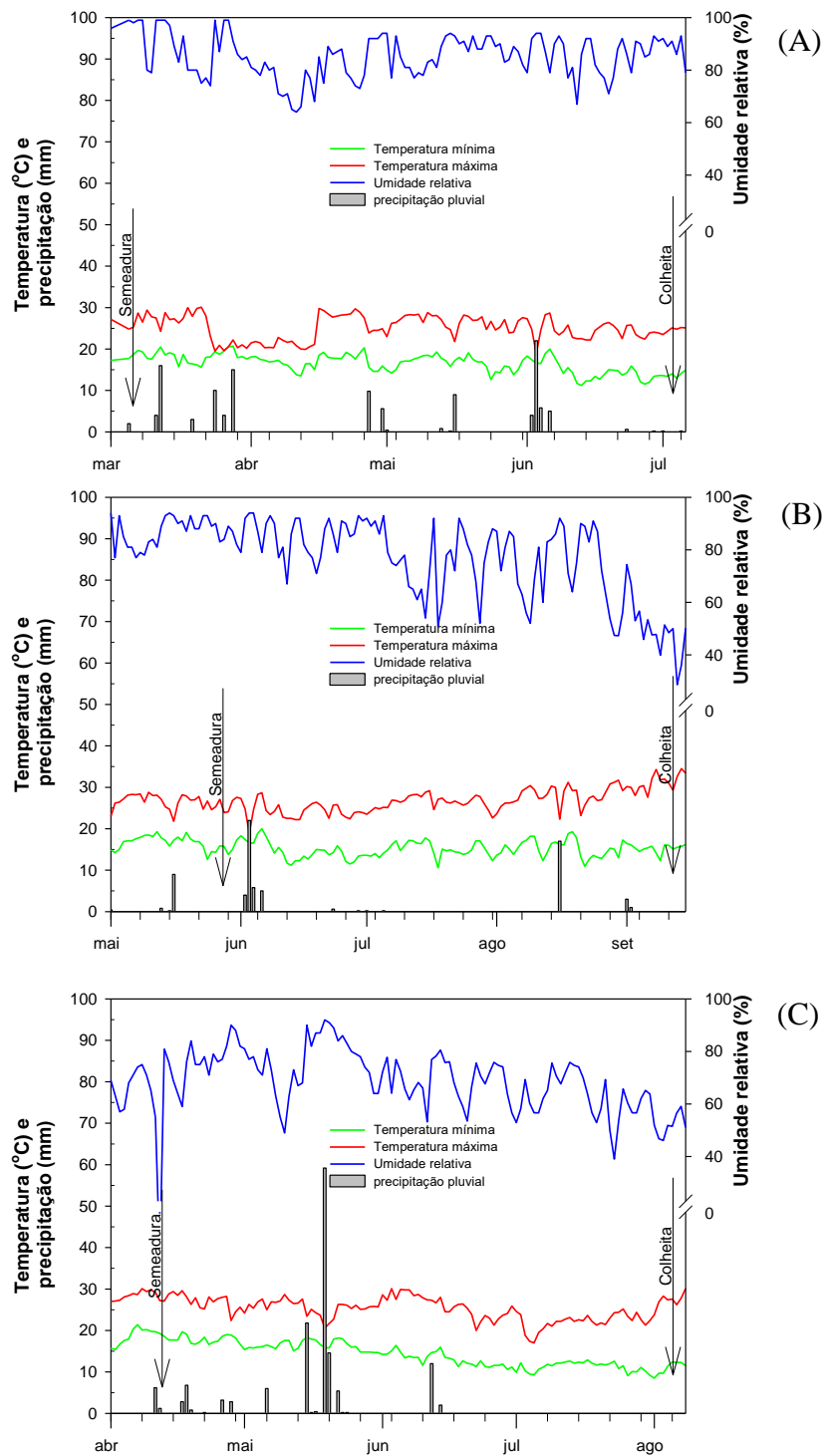


Figura 01. Temperatura mínima e máxima (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluvial (mm) no local A (A), local B (B) e no local C (C).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 2x3, sendo duas doses de metribuzin (0 e 432 g ha⁻¹) e três doses de N (0, 30 e 90 kg ha⁻¹). O metribuzin (Sencor 480[®]) foi aplicado quando as plantas de cenoura se encontravam no estágio de três folhas verdadeiras completamente expandidas. Este, foi aplicado com pulverizador costal pressurizado equipado com pontas

tipo leque 110.02 e volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. O N foi aplicado a lanço, aos sete dias após aplicação do herbicida, com a utilização do nitrato de amônio.

As unidades experimentais dos três experimentos foram compostas por 5,5 metros de comprimento. No entanto, a largura das parcelas se distinguiu de acordo com o local onde o experimento foi realizado. Assim, foi composto de cinco e quatro fileiras duplas de cenoura, nos experimentos dos locais A e B, respectivamente, e três fileiras triplas no experimento do local C. Em todos eles, foram desconsiderados meio metro de bordadura nas extremidades.

Todos experimentos receberam adubações de base e cobertura conforme exigência nutricional da mesma e características químicas das áreas (Tabela 01). Foram aplicados em semeadura 40, 600 e 120 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, no local A, 75, 1.120 e 0 no local B e 40, 780 e 120 no local C. Ainda, a adubação de cobertura foi de 20, 200 e 280 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O no local A, 40, 460 e 760 no local B e 40, 20 e 220 no local C. O manejo fitossanitário de pragas e doenças das áreas foi o comumente utilizado pelas fazendas, no qual as tomadas de decisão para o controle foram baseadas nos dados de monitoramento das mesmas. Não foi realizada nenhuma aplicação de herbicida, além do tratamento proposto. Todas as unidades experimentais foram mantidas no limpo, isto é, sem interferência de plantas daninhas, durante todo o período de execução do experimento, por meio de capinas manuais, sempre que necessário.

Tabela 01. Caracterização química do solo das áreas experimentais, de 0-20 cm.

Local	pH (H ₂ O)	P- disponível (M-1)	P-rem	V	t	M.O	C.O
		mg dm ⁻³	mg L ⁻¹	%	cmol _c dm ⁻³	g dm ⁻³	
A	5,9	82,5	6,9	62,1	4,76	26,0	15,1
B	5,8	22,3	9,6	51,7	4,60	24,0	13,9
C	6,8	158,4	24,3	56,3	5,02	22,0	12,8

M-1 = Mehlich-1; P-rem = Fósforo remanescente; V = Saturação por bases; t = CTC efetiva; M.O = Matéria orgânica do solo; C.O = Carbono orgânico do solo.

Aos 14 e 28 dias após a aplicação do nitrogênio (DAA), foram realizadas avaliações de comprimento e diâmetro de raízes, e a massa da matéria seca de parte aérea (MSPA) e raiz das plantas (MSR). Para tal, foram coletadas 20 plantas por parcela. A determinação do diâmetro foi realizada com paquímetro digital localizado a três centímetros abaixo do “ombro” da raiz. Após as medições de crescimento, as plantas foram levadas para secagem em estufa de ventilação forçada de ar, a 70 °C, até atingir massa constante para determinação da massa da matéria seca.

Aos 120 DAA, foram coletadas 100 plantas por unidade experimental, na área útil, para determinação da produtividade comercial das raízes, entre 10 e 26 cm de comprimento, e não comercial, com raízes inferiores a 10 e superiores a 26 cm de comprimento e com presença de defeitos (Ceagesp, 2015).

Os dados foram submetidos a testes de homogeneidade das variâncias e normalidade dos resíduos. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Não houve interação entre o metribuzin e o nitrogênio nas variáveis estudadas, com exceção do diâmetro de raiz no local C, aos 14 DAA. Nesta, não houve diferença entre as doses de N na ausência do metribuzin. No entanto, com a aplicação de 432 g ha⁻¹ de metribuzin, a maior dose de N aumentou o diâmetro de raízes quando comparada às doses 0 e 30 kg ha⁻¹ de N (Tabela 2). O diâmetro de raízes foi reduzido pela aplicação do metribuzin em todos os locais de cultivo. De forma geral, não houve diferença significativa entre as doses de N sobre esta variável. Este resultado corrobora com os encontrados por Agyei & Bayor (2017), que não verificaram diferenças entre o tratamento controle, 0 de N, e 34 kg ha⁻¹ de N sobre o diâmetro de raiz da cenoura. Murthy et al. (2016) e Moniruzzaman et al. (2013) verificaram correlação positiva entre o diâmetro de raízes e o aumento da fertilização do nitrogênio, até as doses de 75 e 100 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

Não houve efeito do metribuzin e das doses de N sobre o comprimento de raízes da cenoura, com exceção do experimento realizado no local A aos 28 DAA. Neste, a dose 0 de N propiciou comprimento de raiz 3,6% maior em relação a dose de 90 kg ha⁻¹ de N (Tabela 3). Agyei & Bayor (2017) também não verificaram diferença no comprimento de raiz entre a aplicação de fertilizante mineral de N (34 kg ha⁻¹ de N), fertilizante orgânico e ausência de fertilização nitrogenada. Os autores justificam que o ambiente, enriquecido com N, proporciona à planta um consumo de luxo do nutriente, no qual o custo para aumentar o diâmetro e o comprimento da raiz é elevado. Entretanto, Moniruzzaman et al. (2013) verificaram que a aplicação de 70 e 130 kg ha⁻¹ de N, que não diferiram entre si, aumentam o comprimento da raiz da cenoura comparado a ausência de fertilização com N na cultura.

Tabela 2. Diâmetro de raiz (cm) em função de doses de metribuzin e N na cultura da cenoura aos 14 e 28 dias após aplicação do nitrogênio. Rio Paranaíba, MG (2018)

Diâmetro de raiz (cm)								
Dose de metribuzin (g ha ⁻¹)	14 DAA ¹				28 DAA			
	Dose de N (kg ha ⁻¹)			Média	Dose de N (kg ha ⁻¹)			Média
	0	30	90		0	30	90	
Local A								
0	1,5 ²	1,5	1,5	1,5 A	2,4	2,5	2,6	2,5
432	1,5	1,5	1,4	1,4 B	2,4	2,5	2,5	2,5
Média	1,5	1,5	1,5		2,4 b	2,5 ab	2,6 a	
F _M = 5,31*	F _N = 0,18 ^{ns}	F _I = 1,09 ^{ns}	C.V = 5,1	F _M = 0,45 ^{ns}	F _N = 6,7**	F _I = 0,56 ^{ns}		C.V = 3,0
Local B								
0	1,2	1,2	1,1	1,2 A	2,2	2,2	2,2	2,2 A
432	1,1	1,1	1,1	1,1 B	2,0	2,1	2,1	2,1 B
Média	1,1	1,2	1,1		2,1	2,1	2,1	
F _M = 5,84*	F _N = 0,42 ^{ns}	F _I = 0,69 ^{ns}	C.V = 9,2	F _M = 12,8**	F _N = 0,08 ^{ns}	F _I = 0,17 ^{ns}		C.V = 4,4
Local C								
0	1,9 Aa	2,0 Aa	2,0 Aa	2,0	2,7	2,8	2,8	2,8 A
432	1,7 Bb	1,7 Bb	1,9 Aa	1,8	2,6	2,6	2,7	2,6 B
Média	1,8	1,9	1,9		2,7	2,7	2,8	
F _M = 39,2**	F _N = 3,14 ^{ns}	F _I = 4,00**	C.V = 4,0	F _M = 6,62*	F _N = 1,65 ^{ns}	F _I = 0,21 ^{ns}		C.V = 4,4

¹ DAA = Dias após aplicação de doses de nitrogênio. ² Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey e F, respectivamente, a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo (p ≥ 0.05). * significativo ao nível de 5% de probabilidade (0.01 ≤ p < 0.05). ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0.01). F_M: F calculado para fator metribuzin. F_N: F calculado para fator nitrogênio. F_I: F calculado para interação metribuzin x nitrogênio.

Tabela 3. Comprimento de raiz (cm) em função de doses de metribuzin e N na cultura da cenoura aos 14 e 28 dias após aplicação do nitrogênio. Rio Paranaíba, MG (2018)

Comprimento de raiz (cm)								
Dose de metribuzin (g ha ⁻¹)	14 DAA ¹				28 DAA			
	Dose de N (kg ha ⁻¹)			Média	Dose de N (kg ha ⁻¹)			Média
	0	30	90		0	30	90	
Local A								
0	21,1 ²	20,8	21,2	21,0	22,0	21,2	21,2	21,5
432	21,3	21,2	20,8	21,1	21,9	21,6	21,1	21,5
Média	21,2	21,0	21,0		22,0 a	21,4 ab	21,2 b	
F _M = 0,15 ^{ns}	F _N = 0,60 ^{ns}	F _I = 1,64 ^{ns}	C.V = 2,0	F _M = 0,04 ^{ns}	F _N = 5,74*	F _I = 0,75 ^{ns}		C.V = 2,3
Local B								
0	18,9	19,4	18,4	18,9	20,4	21,1	20,9	20,8
432	18,3	18,2	18,8	18,4	20,0	20,1	20,6	20,2
Média	18,6	18,8	18,6		20,2	20,6	20,7	
F _M = 2,0 ^{ns}	F _N = 0,12 ^{ns}	F _I = 1,83 ^{ns}	C.V = 4,7	F _M = 3,32 ^{ns}	F _N = 0,9 ^{ns}	F _I = 0,52 ^{ns}		C.V = 3,8
Local C								
0	20,6	20,8	20,8	20,8	24,2	22,3	22,5	23,0
432	20,8	21,1	19,9	20,6	22,5	22,8	21,5	22,3
Média	20,7	21,0	20,3		23,3	22,5	22,0	
F _M = 0,12 ^{ns}	F _N = 0,8 ^{ns}	F _I = 0,77 ^{ns}	C.V = 4,8	F _M = 2,95 ^{ns}	F _N = 3,52 ^{ns}	F _I = 2,28 ^{ns}		C.V = 4,5

¹ DAA = Dias após aplicação de doses de nitrogênio. ² Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey e F, respectivamente, a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo (p ≥ 0.05). * significativo ao nível de 5% de probabilidade (0.01 ≤ p < 0.05).. F_M: F calculado para fator metribuzin. F_N: F calculado para fator nitrogênio. F_I: F calculado para interação metribuzin x nitrogênio

A divergência entre os trabalhos, sobre a influência do nitrogênio no comprimento e diâmetro da raiz da cenoura, pode ser explicada pelos diferentes ambientes de cultivo e produtividades alcançadas. Solos pobres em N e cultivos de cenoura com baixo rendimento, tendem a obter maiores respostas com a fertilização deste nutriente. Desta forma, a realização deste trabalho em um solo pobre em N poderia proporcionar uma resposta positiva a aplicação deste nutriente. No entanto, a cultura da cenoura apresenta sistema radicular pouco agressivo e com baixa eficiência de recuperação dos nutrientes, além de alta exigência de N, e neste cenário, não seria possível o alcance de altas produtividades.

Não foram verificados sintomas visuais de intoxicação na cultura da cenoura. Somente no experimento realizado no Local C, aos 14 DAA, o metribuzin reduziu a massa da matéria seca da parte aérea da cenoura (Tabela 4). Em todos os outros, não houve influência do herbicida e do N sobre esta variável. Este resultado evidencia que a dose de 432 g ha⁻¹ de metribuzin não foi suficiente para reduzir a massa da parte aérea das plantas e que a cultura pode ter metabolizado o herbicida à uma forma não tóxica, se mostrando tolerante ao metribuzin nesta dose. No entanto, segundo Carneiro et al. (2017), 432 g ha⁻¹ i.a do herbicida foi a maior dose de metribuzin seletiva à cultura, no qual a produtividade de raízes não é reduzida com sua aplicação. Carneiro (2016), verificou que a dose de 576 g ha⁻¹ de metribuzin é capaz de reduzir a MSPA, entretanto, também pode reduzir a produtividade comercial da cultura. A aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N, que não propiciou incrementos na MSPA, difere dos resultados encontrados por Murthy et al. (2016), que verificou aumento na massa seca da parte aérea até a dose de 75 kg ha⁻¹ de N.

A massa da matéria seca da raiz foi reduzida pelo metribuzin nas duas épocas de avaliação, nos locais B e C (Tabela 5). No local A, aos 14 DAT, não houve influência do herbicida sobre a MSR, e aos 28 DAA, esta variável foi maior na presença do metribuzin. O N não influenciou a MSR em nenhum dos experimentos realizados. Murthy et al. (2016) verificaram incremento na massa da matéria seca da raiz da cenoura com o aumento das doses de N. No entanto, a redução na MSR causada pelo metribuzin no presente trabalho não segue a mesma tendência da produtividade de raízes (Tabela 6). Desta forma, pode-se dizer que a cultura foi capaz de se recuperar entre esta avaliação e o período de colheita.

Tabela 4. Massa da matéria seca da parte aérea (g/planta) em função de doses de metribuzin e N na cultura da cenoura aos 14 e 28 dias após aplicação do nitrogênio. Rio Paranaíba, MG (2018)

Massa da matéria seca da parte aérea (g/planta)								
14 DAA ¹					28 DAA			
Dose de metribuzin (g ha ⁻¹)	Dose de N (kg ha ⁻¹)			Média	Dose de N (kg ha ⁻¹)			Média
	0	30	90		0	30	90	
Local A								
0	2,6 ²	2,5	2,5	2,5	3,8	4,0	4,5	4,1
432	2,5	2,4	2,5	2,4	4,0	4,3	4,1	4,1
Média	2,5	2,5	2,5		3,9	4,1	4,3	
F _M = 1,51 ^{ns}	F _N = 0,19 ^{ns}	F _I = 0,02 ^{ns}	C.V = 8,9	F _M = 0,06 ^{ns}	F _N = 1,23 ^{ns}	F _I = 1,03 ^{ns}	C.V = 12,1	
Local B								
0	2,1	2,2	1,9	2,1	³	-	-	-
432	2,0	1,9	2,0	2,0	-	-	-	-
Média	2,0	2,1	1,9		-	-	-	-
F _M = 1,57 ^{ns}	F _N = 0,61 ^{ns}	F _I = 0,91 ^{ns}	C.V = 12,5	-	-	-	-	-
Local C								
0	3,1	3,0	2,9	3,0 A	4,4	4,6	4,7	4,6
432	2,9	2,7	2,7	2,7 B	4,3	3,9	4,2	4,1
Média	3,0	2,8	2,8		4,3	4,3	4,5	
F _M = 6,15 [*]	F _N = 1,42 ^{ns}	F _I = 0,08 ^{ns}	C.V = 8,6	F _M = 4,46 ^{ns}	F _N = 0,28 ^{ns}	F _I = 0,54 ^{ns}	C.V = 12,6	

¹ DAA = Dias após aplicação de doses de nitrogênio. ² Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey e F, respectivamente, a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo (p ≥ 0.05). * significativo ao nível de 5% de probabilidade (0.01 ≤ p < 0.05). F_M: F calculado para fator metribuzin. F_N: F calculado para fator nitrogênio. F_I: F calculado para interação metribuzin x nitrogênio. ³ Dados perdidos

Tabela 5. Massa da matéria seca da raiz (g/planta) em função de doses de metribuzin e N na cultura da cenoura aos 14 e 28 dias após aplicação do nitrogênio. Rio Paranaíba, MG (2018)

Massa da matéria seca da raiz (g/planta)								
14 DAA ¹					28 DAA			
Dose de metribuzin (g ha ⁻¹)	Dose de N (kg ha ⁻¹)			Média	Dose de N (kg ha ⁻¹)			Média
	0	30	90		0	30	90	
Local A								
0	1,4 ²	1,3	1,5	1,4	4,5	4,6	5,0	4,7 B
432	1,3	1,3	1,3	1,3	5,2	5,2	4,9	5,1 A
Média	1,4	1,3	1,4		4,8	4,9	5,0	
F _M = 1,07 ^{ns}	F _N = 0,99 ^{ns}	F _I = 0,21 ^{ns}	C.V = 14,5	F _M = 5,27 [*]	F _N = 0,27 ^{ns}	F _I = 2,46 ^{ns}	C.V = 8,2	
Local B								
0	1,1	1,1	1,0	1,1 A	3,5	3,6	3,1	3,4 A
432	0,9	0,9	0,9	0,9 B	3,2	2,9	2,7	3,0 B
Média	1,0	1,0	1,0		3,3	3,3	2,9	
F _M = 5,24 [*]	F _N = 0,21 ^{ns}	F _I = 0,38 ^{ns}	C.V = 16,9	F _M = 5,40 [*]	F _N = 2,10 ^{ns}	F _I = 0,52 ^{ns}	C.V = 14,5	
Local C								
0	2,3	2,3	2,2	2,3 A	6,0	6,2	6,1	6,1 A
432	1,9	1,7	2,0	1,9 B	5,6	5,3	5,4	5,4 B
Média	2,1	2,0	2,1		5,8	5,8	5,7	
F _M = 47,0 ^{**}	F _N = 0,88 ^{ns}	F _I = 3,08 ^{ns}	C.V = 6,9	F _M = 9,1 ^{**}	F _N = 0,02 ^{ns}	F _I = 0,44 ^{ns}	C.V = 9,8	

¹ DAA = Dias após aplicação de doses de nitrogênio. ² Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey e F, respectivamente, a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo (p ≥ 0.05). * significativo ao nível de 5% de probabilidade (0.01 ≤ p < 0.05). ** significativo ao nível de 1 % de probabilidade (p < 0.01). F_M: F calculado para fator metribuzin. F_N: F calculado para fator nitrogênio. F_I: F calculado para interação metribuzin x nitrogênio.

As produtividades comercial e total não foram influenciadas pelo metribuzin em nenhum dos experimentos realizados. Ainda, nos locais A e B, não houve influência do N sobre estas variáveis (Tabela 6). No entanto, no local C, a maior dose (90 kg ha⁻¹) propiciou um aumento de aproximadamente 15 % na produtividade comercial da cenoura em relação às duas menores doses. Estes resultados são diferentes dos encontrados por Carneiro et al. (2017), que verificaram redução da produtividade total da cenoura na dose de 432 g ha⁻¹ de metribuzin, comparada à dose 0, em cultivo no inverno. Silva et al. (2017) relataram redução da produtividade comercial da cenoura, cultivar de inverno, com a aplicação de 288 g ha⁻¹ de metribuzin.

De forma geral, o comprimento das raízes não foi alterado pela presença do metribuzin, que reduziu a massa da matéria seca da raiz da cenoura como consequência da redução no diâmetro da mesma. No entanto, esta redução não foi suficiente para influenciar na produtividade da cultura. O nitrogênio também pouco influenciou nas variáveis estudadas. Os resultados evidenciam que o aumento da produtividade verificado em um dos experimentos (local C), com a aplicação do N, corrobora com os dados descritos por Dezordi et al. (2015), de que a cultura da cenoura tem potencial para responder a aumentos nas fertilizações com N. Murthy et al. (2016) e Moniruzzaman et al. (2013) também verificaram incrementos no rendimento da cenoura como resposta à aplicação do nitrogênio, até as doses de 75 e 100 kg ha⁻¹, respectivamente.

O local C foi o que propiciou maiores valores de produtividade total e comercial. Desta forma, pode-se dizer que o alto rendimento obtido exigiu maior demanda por nutrientes. Assim, este cultivo foi responsivo à maior dose de N aplicada. Portanto, cultivos de cenoura com produtividade elevada, podem responder a fertilizações nitrogenadas maiores às normalmente utilizadas pelos produtores de cenoura. No entanto, esse aumento na produtividade não foi influenciado pelo metribuzin, e o herbicida não influenciou na dinâmica deste nutriente na planta. Entretanto, pode-se dizer também, que o metribuzin na dose de 432 g ha⁻¹ é seletivo à cultura da cenoura quando aplicado no estágio de 3 a 4 folhas completamente expandidas da cenoura.

Tabela 6. Produtividade comercial e total ($t\ ha^{-1}$) em função das doses de metribuzin e N na cultura da cenoura. Rio Paranaíba, MG (2018)

Doses de metribuzin ($g\ ha^{-1}$)	Produtividade Comercial ($t\ ha^{-1}$)			Média
	Doses de N ($kg\ ha^{-1}$)			
	0	30	90	
Local A				
0	49,7	51,0	46,3	49,0
432	47,7	49,9	46,2	47,9
Média	48,7	50,4	46,3	
$F_{Met} = 0,34^{ns}$	$F_{Nit} = 1,76^{ns}$	$F_{int} = 0,09^{ns}$		CV (%) = 9,2
Local B				
0	52,3	54,5	56,1	54,3
432	53,8	56,1	52,7	54,2
Média	53,1	55,3	54,4	
$F_{Met} = 0,00^{ns}$	$F_{Nit} = 0,28^{ns}$	$F_{int} = 0,46^{ns}$		CV (%) = 11,0
Local C				
0	62,1	61,6	72,4	65,4
432	64,6	66,0	74,0	68,2
Média	63,4 b	63,8 b	73,2 a	
$F_{Met} = 1,98^{ns}$	$F_{Nit} = 10,02^{**}$	$F_{int} = 0,16^{ns}$		CV (%) = 7,4
Produtividade total ($t\ ha^{-1}$)				
Local A				
0	55,6	57,2	53,5	55,4
432	52,3	54,1	50,5	52,3
Média	54,0	55,7	52,0	
$F_{Met} = 3,64^{ns}$	$F_{Nit} = 1,67^{ns}$	$F_{int} = 0,00^{ns}$		CV (%) = 7,5
Local B				
0	59,1	57,8	59,1	58,7
432	55,4	58,3	54,1	55,9
Média	57,6	58,0	57,0	
$F_{Met} = 1,16^{ns}$	$F_{Nit} = 0,11^{ns}$	$F_{int} = 0,43^{ns}$		CV (%) = 10,9
Local C				
0	71,0	70,6	84,9	75,5
432	77,7	73,2	84,6	78,5
Média	74,3 b	71,9 b	84,8 a	
$F_{Met} = 1,86^{ns}$	$F_{Nit} = 13,01^{**}$	$F_{int} = 0,86^{ns}$		CV (%) = 7,0

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey e F, respectivamente, a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$). ^{**} significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$). F_M : F calculado para fator metribuzin. F_N : F calculado para fator nitrogênio. F_I : F calculado para interação metribuzin x nitrogênio.

Conclusão

A aplicação do metribuzin associado à fertilização de N não influencia no crescimento axial ou radial da raiz da cenoura e conseqüentemente não altera a produtividade da mesma.

Referências

AGYEI, B.O.; BAYOR, H. Effect of Poultry Manure and Nitrogen, Phosphorus, and Potassium (15:15:15) Soil Amendment on Growth and Yield of Carrot (*Daucus carota*). **International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering**, vol.11, n.2, 2017.

CARNEIRO, G.D.O.P. Ácido salicílico e sacarose na redução de estresse causado pelo metribuzin na cultura da cenoura. M. Sc. Tese. Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, Brasil.

CARNEIRO, G.D.O.P.; SILVA, G.S.; BARBOSA, A.R.; SILVA, D.V.; REIS, M.R. Selectivity of metribuzin in postemergence of culture of carrot. **Planta Daninha**, vol. 35, 2017.

CEAGESP, 2015. Normas de classificação – cenoura. In: Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo; Consultado em fevereiro, 2017. Disponível em:

<http://www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/cenoura.pdf>

CHAVARRIA, G.; ROSA, W.P.; HOFFMANN, L.; DURIGON, M.R. Regulador de crescimento em plantas de trigo: reflexos sobre o desenvolvimento vegetativo, rendimento e qualidade de grãos. **Revista Ceres**, vol. 62, n.06, p. 583-588, 2015.

DEZORDI, L.R.; CLEMENTE, J.M.; OLIVEIRA, T.F.; GENTIL, T.G.; AQUINO, L.A. Nutrient demand of the carrot crop. **African Journal of Agricultural Research**, vol. 10, p. 3533-3542, 2015.

MURTHY, G.N.; UMAJYOTHI, K.; RAM PRAKASH, T.; DORAJI RAO, A.V.D.; BHAGAVAN, B.V.K. Influence of different levels of nitrogen and phosphorous on growth and yield of carrot in high altitude and tribal zone of Andhra Pradesh. **The Journal of Research Angra**, vol. 44, n.1&2, p. 67-73, 2016.

MONIRUZZAMAN, M.; AKAND, M.H.;HOSSAIN, M.I.; SARKAR, M.D.; ULLAH, A. Effect of nitrogen on the growth and yield od carrot (*Daucus carota* L. **The Agriculturist**, vol.11, n.1, p. 76-81, 2013.

JENSEN, K.I.N.; DOOHAN, D.J.; SPECHT, E.G. Response of processing carrot to metribuzin on mineral soils in Nova Scotia. **Canadian Journal of Plant Science**, vol. 84, n. 2, p. 669-676, 2004.

SILVA, G.S.; PESSOA, G.D.O.; SILVA, D.V.; CAMPO, E.R.; REIS, M.R.; SILVA, A.A. Use of metribuzin, associated with different foliar fertilizers, on carrot crops. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, vol.11, n.2, p.351-358, 2017.

CAPÍTULO III

CARRYOVER DE METRIBUZIN EM CULTIVO DE FEIJÃO

Resumo

A intoxicação de culturas agrícolas sensíveis cultivadas em sucessão, causada pela atividade residual de herbicidas no solo é denominada *carryover*. Poucos são os estudos sobre a atividade residual do metribuzin e seu histórico de uso em áreas comerciais. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito residual de metribuzin no solo aplicado na cultura da cenoura sobre caracteres de crescimento e produtividade da cultura do feijão cultivado em sucessão. Para isto, um experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, com vinte repetições. Os tratamentos foram constituídos por três residuais de metribuzin no solo, 0, 240 e 432 g ha⁻¹, coletado em cultivo comercial de cenoura, cultivada previamente à implantação destes. O tempo entre a aplicação do metribuzin e a semeadura do feijão foi de 95 dias. Avaliou-se os sintomas de intoxicação visual, a altura de plantas, a massa da matéria seca da parte aérea, das vagens e da raiz, a massa de grãos e o número de vagens por planta, e o número de grãos por vagem do feijoeiro. Não houve influência dos residuais de metribuzin no solo sobre as variáveis estudadas. O metribuzin aplicado em cultivo de inverno da cenoura na dose de 432 g i.a ha⁻¹, com 95 dias de antecedência e solo argiloso, não apresenta potencial *carryover* à cultura do feijão.

Palavras-chave: Atividade residual, *Phaseolus vulgaris*, persistência

Abstract

CARRYOVER OF THE METRIBUZIN CULTIVATION OF BEAN

Intoxication of sensitive agricultural crops grown in succession, caused by the residual activity of herbicides in the soil is called *carryover*. There are few studies on the residual activity of metribuzin and its history of use in commercial areas. The objective of this work was to evaluate the residual effect of metribuzin in the soil applied to the carrot on traits of growth and productivity of the bean cultivated in succession. For this, an experiment was conducted in a greenhouse, in a completely randomized design, with twenty repetitions. The treatments consisted of three residuais of metribuzin in the soil, 0, 240 and 432 g ha⁻¹, collected in commercial carrot cultivation, cultivated before their implantation. The time between application of metribuzin and sowing of the bean was 95 days. Plant height, dry shoot mass, pods and root mass, grain mass and number of pods per plant, and number of beans per pod were evaluated. . There was no influence of the

residuals of metribuzin in the soil on the studied variables. The metribuzin applied in winter crop of the carrot at the dose of 432 g i.a ha⁻¹, with 95 days in advance and clay soil, does not present a potential *carryover* to the bean culture.

Key words: Residual activity, *Phaseolus vulgaris*, persistence

Introdução

A intoxicação de culturas agrícolas sensíveis cultivadas em sucessão, causada pelo efeito ou atividade residual de herbicidas no solo é denominada *carryover* (Melo et al., 2016). Tal efeito é influenciado pelos processos de sorção, lixiviação, volatilização e degradação dos herbicidas no solo (Guerra et al., 2016), que por sua vez, dependem das características físico-químicas do herbicida, do solo, da atividade microbiana do solo, dentre outros (Santos et al., 2010; Melo et al., 2016). Desta forma, o uso de herbicidas com efeito residual longo no solo pode inviabilizar ou impossibilitar o cultivo de determinadas culturas, durante o tempo necessário à degradação do herbicida no ambiente de cultivo.

Na região do Alto Paranaíba-MG, é comum a rotação de diversas culturas em curto espaço de tempo. Com frequência, observa-se o cultivo de cenoura sucedido por culturas como feijão, beterraba, batata, alho, milho, dentre outras. Isto se deve à alta adaptabilidade das culturas agrícolas, no qual se sobressaem as olerícolas, ao clima e ambiente de cultivo da região, que dispõe de tecnologias de irrigação durante todo o ano. Desta forma, torna-se indispensável o conhecimento acerca das culturas que serão cultivadas em sucessão, sua tolerância aos herbicidas utilizados, as características físico-químicas destes, se as doses comumente aplicadas ao solo proporcionam potencial risco de intoxicação à estas culturas, o tempo necessário a implantação delas, dentre outras.

O metribuzin é um herbicida utilizado em pré emergência na cultura da batata, e é também, registrado para tomate, soja e demais culturas. Na cenoura, tem sido estudado como alternativa para um bom controle de plantas daninhas, em pós emergência (Carneiro et al., 2017). O tempo de meia vida da fração total do metribuzin no solo pode variar de 16 a 25 dias, e assim, este herbicida pode possuir atividade por tempo moderado no solo (Odero & Shaner, 2014). Ainda, segundo Ben et al. (2015), o metribuzin é altamente solúvel em água (1.100 mg L⁻¹), características estas que o propiciam estar na solução do solo, mesmo após determinado período, o que indica um potencial de intoxicação, principalmente para culturas sensíveis cultivadas em sucessão.

Walperes et al. (2015) verificaram a sensibilidade de alho, cebola e feijão ao metribuzin aplicado e incorporado no solo. As culturas se mostraram sensíveis ao metribuzin, na dose de 150 g ha⁻¹, com a morte das plantas de cebola, redução na massa da matéria seca da parte aérea e intoxicação de até 80% nas folhas do alho e feijão. No entanto, há poucos estudos de campo desta natureza no Brasil, principalmente em áreas comerciais que possuam histórico de uso e residual de metribuzin em solo advindo da cultura anterior. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito residual de metribuzin no solo sobre caracteres de crescimento e produtividade da cultura do feijão cultivado em sucessão.

Material e Métodos

Um experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal de Viçosa, *Campus* Rio Paranaíba (19°12'49" S, 46°13'57" O), para avaliar a intoxicação visual e parâmetros de crescimento e de produtividade da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), até seu ponto de colheita. Este, foi conduzido entre setembro e dezembro de 2017.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com vinte repetições. Os tratamentos foram constituídos por três residuais de metribuzin no solo, 0, 240 e 432 g ha⁻¹, coletado em cultivo comercial de cenoura, cultivada previamente à implantação deste experimento. A cenoura foi semeada em abril e colhida em agosto de 2017, na Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba (COOPADAP), em Rio Paranaíba – MG. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013). As características físicas e químicas do solo e os dados climáticos referentes a época de cultivo da cenoura estão descritos na tabela e figura 01, respectivamente.

Tabela 01. Caracterização química e física do solo das áreas experimentais, 0-20 cm.

Areia	Silte	Argila	M.O	C.O	pH	P- disponível (M-1)	P-rem	V	t
g dm ⁻³					H ₂ O	mg dm ⁻³	mg L ⁻¹	%	cmol _c dm ⁻³
203	419	378	22,0	12,8	6,8	158,4	24,3	56,3	5,02

M.O = Matéria orgânica do solo; C.O = Carbono orgânico do solo; M-1 = Mehlich-1; P-rem = Fósforo remanescente; V = Saturação por bases; t = CTC efetiva.

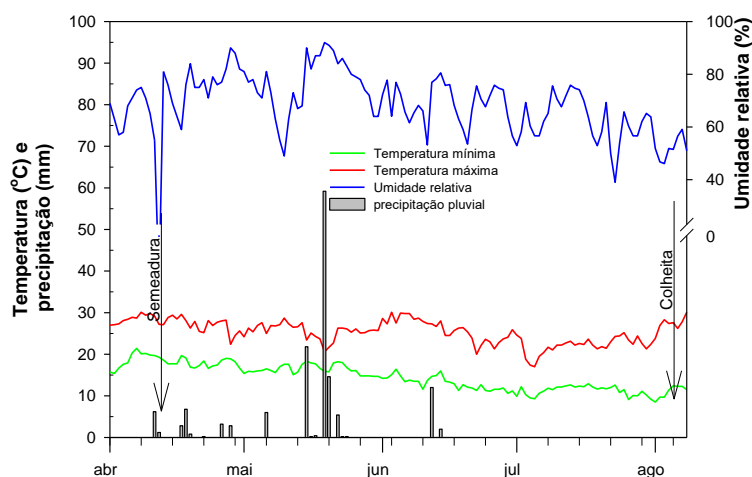


Figura 01. Temperatura mínima e máxima (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluvial (mm) entre os meses de abril e agosto de 2017.

O metribuzin (Sencor 480[®]) foi aplicado em campo, em lavoura comercial, quando as plantas de cenoura se encontravam no estágio de três folhas verdadeiras completamente expandidas, 40 dias após a sementeira da mesma. Este, foi aplicado com pulverizador costal pressurizado equipado com pontas tipo leque 110.02 e volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. Por ocasião da colheita da cenoura, 120 dias após a sementeira, coletou-se o solo nos canteiros, na profundidade de 0-20 cm, e este foi transportado à casa de vegetação para implantação do experimento. O tempo decorrido entre a aplicação do metribuzin na cenoura e a sementeira do feijão foi de 95 dias.

Foram preenchidos vasos com capacidade volumétrica de 8 dm³ com amostras do solo coletado e conduzidas duas plantas por vaso, o que constituiu cada unidade experimental. Foram realizadas avaliações de sintomas de intoxicação visual, de sete em sete dias, após a emissão da primeira folha completamente expandida (DAE). Os sintomas de intoxicação visual foram determinados seguindo-se uma escala de 0 a 100%, em que 0% indica a ausência de sintomas e 100% representa a morte de plantas (SBCPD, 1995). Aos 21, 28 e 35 DAE, foi avaliada a altura de plantas. Aos 60 DAE, desmontou-se metade das unidades experimentais (dez repetições), coletando-se a parte aérea, destacando-se as vagens, e as raízes das plantas para determinação da massa de matéria seca da parte aérea, das vagens e da raiz. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada de ar, a 70 °C, até atingir massa constante. Após esta avaliação, para determinação da produtividade, o experimento foi conduzido com as demais dez repetições até atingir maturidade

fisiológica e então, avaliado na colheita, a massa de grãos, o número de vagens por planta, e o número de grãos por vagem.

Os dados foram submetidos a testes de homogeneidade das variâncias e normalidade dos resíduos. Em seguida, submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Não foram verificados sintomas visuais de intoxicação na parte aérea do feijão em nenhuma das avaliações realizadas. Walperes et al. (2015) verificaram intoxicação visual de 66 e 79% nas folhas do feijão aos 7 e 14 dias após a aplicação de 480 ppb de metribuzin no solo, respectivamente, em casa de vegetação.

A altura de plantas aos 21, 28 e 35 DAE, assim como a massa da matéria seca da parte aérea, raiz e das vagens aos 60 DAE, indicativos de crescimento do feijoeiro, não foram influenciados pelos residuais de metribuzin no solo (0, 240 e 432 g ha⁻¹) (Tabela 02). Estes resultados não corroboram com os encontrados por Walperes et al. (2015), no qual houve redução linear na MSPA do feijoeiro com o aumento da concentração de metribuzin no solo, aos 28 dias após a aplicação. Gheno et al. (2016) verificaram que o período mínimo de segurança para a semeadura do feijão após uso do diuron, herbicida também inibidor de fotossistema II, é de 140 dias, visto que este pode reduzir a MSPA, além de propiciar sintomas de intoxicação visual nas folhas da cultura.

Tabela 02. Altura de plantas aos 21, 28 e 35 dias após a emissão da primeira folha verdadeira (DAE) e massa da matéria seca de folha, raiz e vagem de feijão aos 60 DAE.

Dose de metribuzin (g ha ⁻¹)	Altura 21 DAE (cm)	Altura 28 DAE (cm)	Altura 35 DAE (cm)	MS folha (g/planta)	MS raiz (g/planta)	MS vagem (g/planta)
0	35,3	42,8	45,7	7,1	4,4	4,7
240	34,2	42,8	45,8	7,3	4,5	4,8
432	34,9	43,3	44,7	6,7	3,3	5,2
Média	34,8	43,0	45,4	7,0	4,0	4,9
F cal	1,11 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,80 ^{ns}	1,70 ^{ns}	0,52 ^{ns}
C.V (%)	4,9	5,6	7,4	15,2	39,0	23,3

^{ns}não significativo ao nível de 5% de probabilidade (p>0.05).

Não houve diferença significativa entre os componentes de produtividade do feijão, número de vagens por planta e de grãos por vagem e massa de grãos por planta, entre os residuais de metribuzin no solo (Tabela 03). Cornelius & Bradley (2017)

verificaram uma redução de 23% na população de plantas de cobertura, como o trigo, aveia e ervilha de inverno, semeadas 90 dias após a aplicação de 420 g ha⁻¹ de metribuzin. No entanto, Shaba et al. (2015) não verificaram influência da aplicação de 750 e 1000 g ha⁻¹ de metribuzim, em pré emergência da cultura do milho, sobre o número de plantas m⁻² do trigo e do feijão fava, cultivados em sucessão ao milho.

O tempo decorrido entre a aplicação do metribuzin, quando a cenoura se encontrava com três folhas completamente expandidas, e a semeadura do feijão, foi de 95 dias. Segundo Mendes et al. (2017), a persistência do metribuzin no solo é de um a três meses, e o *carryover* é sempre inferior à sua persistência no ambiente. A dinâmica dos herbicidas no solo, como sua persistência, lixiviação e dissipação no ambiente, depende dentre outros, do pH, da capacidade de troca catiônica, da textura e da matéria orgânica do solo, das características físico-químicas do herbicida, clima, e degradação microbiana existente no ambiente (Cornelius & Bradley, 2017).

Na maioria das vezes, ambientes com alta diversidade e ou atividade de micro-organismos, propiciam maior rapidez na diminuição das moléculas químicas existentes no solo, como os herbicidas, que são utilizados como substrato por determinados organismos vivos (Das & Dey, 2013). Assim, é possível verificar com maior evidência, o resultado da ação microbiana na fragmentação e redução do herbicida no solo. No presente trabalho, o tempo existente entre a aplicação do herbicida e o cultivo do feijão, foi suficiente para que os resíduos de metribuzin, mesmo se presentes no solo, não estivessem biodisponíveis às plantas de feijão. Odero & Shaner (2014) verificaram que o tempo de meia vida do metribuzin na fração biodisponível do solo é de 6 a 14,3 dias. Desta forma, estes, podem estar na forma de um resíduo, metabólitos não tóxicos ou degradados pela microbiota do solo (Mendes et al., 2017), não sendo tóxicos ao feijoeiro.

Tabela 03. Número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de grãos por planta em função de doses de metribuzin aplicadas no solo.

Dose de metribuzin (g ha ⁻¹)	Nº de vagens/planta	Nº de grãos/vagem	Massa de grãos/planta (g)
0	7,0	4,9	9,7
240	7,8	5,0	11,5
432	7,0	4,9	10,0
Média	7,3	4,9	10,4
F cal	1,08 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1,51 ^{ns}
C.V (%)	19,1	11,6	22,4

^{ns}não significativo ao nível de 5% de probabilidade (p>0.05).

Assim, não se observou nenhum efeito deletério do metribuzin à cultura do feijão, quando aplicado no intervalo de 95 dias entre a aplicação do herbicida e a semeadura do feijoeiro. No entanto, este resultado, oriundo de experimento de campo, difere dos encontrados por Walperes et al. (2015), que aplicou o metribuzin no solo e imediatamente semeou a cultura do feijão, em casa de vegetação.

Conclusão

O metribuzin aplicado em cultivo de inverno da cenoura na dose de 432 g ha⁻¹, com 95 dias de antecedência e solo argiloso, não apresenta potencial *carryover* à cultura do feijão.

Referências

BEN, A. K. A. N.; POSSAMAI, A. C. S.; CARDOSO, W. S.; BEM, R.; CASTRO, E.B.; BELAPART, D.; MENDES, K. F. Lixiviação e persistência de metribuzin por bioensaios. **Scientia Plena**, vol. 11, n.5, p.1-8, 2015.

CARNEIRO, G.D.O.P.; SILVA, G.S.; BARBOSA, A.R.; SILVA, D.V.; REIS, M.R. Selectivity of metribuzin in postemergence of culture of carrot. **Planta Daninha**, vol. 35, p.1-6, 2017.

CORNELIUS, C.D.; BRADLEY, K.W. Carryover of Common Corn and Soybean Herbicides to Various Cover Crop Species. **Weed Technology**, vol.31, p. 21-31, 2017.

DAS, A.C., DEY, S. Effect of Systemic Herbicides on Microbial Biomass in Relation to Availability of Some Plant Nutrients in an Alluvial Soil of West Bengal. **Bull Environ Contam Toxicology**, vol.90, n.6, p.666–672, 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 3° ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 353 p., 2013.

GHENO, E.A.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; TAKANO, H.K.; GEMELLI, A. Residual activity of herbicides applied to cotton on crops cultivated in succession. **Revista Caatinga**, vol. 29, n.1, p.143-152, 2016.

GUERRA, N.; JUNIOR, R.S.O.; CONSTANTIN, J.; NETO, A.M.O.; GEMELLI, T.M.C.J.; GUERRA, A. Potencial de lixiviação de herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, vol. 11, n. 01, p.42-53, 2016.

MELO, C.A.D.; DIAS, R.C.; MENDES, K.F.; ASSIS, A.C.L.P.; REIS, M.R. Herbicides carryover in systems cultivated with vegetable crops. **Revista Brasileira de Herbicidas**, vol. 15, n.01, p. 67-78, 2016.

MENDES, K.F.; DIAS, R.C.; REIS, M.R. *Carryover* e persistência de herbicidas em solos. **Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**, 2017.

ODERO, D.C.; SHANER, D.L. Field dissipation of atrazine and metribuzin in organic soils in Florida. **Weed Technology**, vol. 28, n. 04, p. 578-586, 2014.

SANTOS, E.A.; COSTA, M.D.; FERREIRA, L.R.; REIS, M.R.; FRANÇA, A.C., SANTOS, J.B. Atividade rizosférica de solo tratado com herbicida durante processo de remediação por *Stizolobium atterimum*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, vol. 40, n. 01, p. 1-7, 2010.

SHABA, SH A.; YEHA, Z.R.; SAFINA, S.A.; ABO EL-HASSAN, R.G. Effect of Some Maize Herbicides on Weeds and Yield and Residual Effect on Some Following Crops (Wheat and Broad Bean). **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, vol.15, n.6, p.1104-1011, 2015.

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

WALPERES, K.C.; REIS, M.R.; CARNEIRO, G.D.O.P.; ROCHA, B.H.; DIAS, R.C.; MELO, C.A.D.; GONÇALVES, C.G. Residual effect of metribuzin in the soil on the growth of garlic, onion and beans. **Revista Brasileira de Herbicidas**, vol.14, n.1, p.64-72, 2015

CONCLUSÕES GERAIS

O metribuzin aplicado em pré-emergência pode ser uma alternativa no controle de plantas daninhas, em baixas doses, a depender do ambiente de cultivo.

A aplicação do metribuzin em pós-emergência, associada ou não a adubação nitrogenada, não altera a produtividade da cenoura.

O metribuzin aplicado na cenoura não apresenta potencial *carryover* à cultura do feijão cultivado em sucessão.