



Interferência de subdoses de glyphosate no desenvolvimento de plantas jovens de nim

Oscar Mitsuo YAMASHITA^{1*}, Glauter Brito SILVA², Rubens Marques RONDON NETO¹,
Ostenildo Ribeiro CAMPOS¹, Walmor Moya PERES¹

¹ Faculdade de Ciências Agrárias e Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

² Suprema Agropecuária SA, Alta Floresta, Mato Grosso.

* E-mail: yama@unemat.br

Recebido em outubro/2016; Aceito em fevereiro/2017.

RESUMO: A regeneração de áreas degradadas pressupõe o plantio de espécies florestais em áreas que tenham sofrido alterações antrópicas profundas e que estas sejam mantidas em condições que lhes permitam o desenvolvimento rápido e uniforme. Entretanto, problemas como a presença das plantas daninhas podem comprometer o crescimento destas plantas, principalmente após estas serem plantadas no local definitivo, no qual estas encontram-se suscetíveis à matocompetição. Uma das técnicas amplamente utilizadas para seu manejo é o uso de herbicidas. Esses produtos podem prejudicar e/ou até matar as plantas quando as atingem em doses elevadas, mesmo quando a aplicação é realizada com jato dirigido (deriva). Um dos herbicidas amplamente utilizados é o glyphosate, que tem como característica, ser sistêmico e não seletivo. O nim é uma espécie introduzida que tem sido cultivada em diversas regiões do Brasil, dada suas características silviculturais. O presente trabalho objetivou avaliar o efeito de doses reduzidas de glyphosate em plantas jovens de nim, visando simular uma possível deriva. Plantas jovens desta espécie foram tratadas com 0, 72, 144, 216 e 432 g ha⁻¹ do equivalente ácido do herbicida glyphosate. A fitointoxicação de plantas, dada por notas, foi nítida a partir de 216 g ha⁻¹ e.a., entretanto, as plantas recuperaram-se. Nas condições experimentais, pode-se concluir que plantas jovens de nim tem seu crescimento prejudicado pela ação do glyphosate, entretanto, somente a partir de 432 g ha⁻¹ do e.a. as plantas sofrem efeitos negativos significativos pela ação do herbicida.

Palavras-chave: *Azadirachta indica*, subdose, herbicida, reflorestamento.

Interference of glyphosate subdoses in the development of young plants of neem

ABSTRACT: The regeneration of degraded areas presupposes the planting of forest species in areas that have undergone deep anthropogenic changes and that they are maintained in conditions that allow them to develop rapidly and uniformly. However, problems as presence of weeds can compromise the development of these plants, especially after planting, where they are susceptible to weed competition. One technique widely used to manage it is the use of herbicides. These products can harm and / or kill the plants when hit at high doses, even when the application is performed in a directed jet (drift). One of the widely used herbicide is glyphosate, which is characterized as systemic and not selective. The neem is an introduced species that has been cultivated in Brazil, due to its silvicultural characteristics. This study aimed to evaluate the effect of reduced rates of glyphosate in young plants of neem, aiming to simulate a possible drift. Neem seedlings were treated with 0, 72, 144, 216 and 432 g ha⁻¹ of acid equivalent of glyphosate. The plants phytotoxicity was noticed from 216 g ha⁻¹ of a.e., however, the plants recovered. In these experimental conditions, one can conclude that 0se saplings of neem has hindered its development by the action of glyphosate, However, only from 432 g ha⁻¹ of e.a., the plants suffer significant negative effects by the action of the herbicide.

Keywords: *Azadirachta indica*, sub-dose, herbicide, reforestation.

1. INTRODUÇÃO

A presença das plantas daninhas é considerada um dos problemas mais comuns para a recuperação de áreas degradadas, principalmente no início do processo de regeneração natural ou artificial, onde pode ocorrer intensa competição entre as espécies. Uma das alternativas para o controle das plantas

daninhas que se desenvolvem nesses ambientes é a aplicação de herbicidas não seletivos. Mas estes, em contato com as espécies plantadas, podem provocar o atraso do seu desenvolvimento ou até mesmo a sua morte (YAMASHITA et al., 2006).

O uso de herbicidas para o manejo das plantas daninhas pode trazer riscos a organismos não-alvos, tais como outras espécies vegetais, provocados pela deriva. Logo, na escolha

do produto deve-se levar em consideração os benefícios do seu uso, os fatores econômicos, a forma de aplicação e o possível risco da deriva (GELMINI, 1998). Isso porque a deriva reduz a eficiência do herbicida no controle de plantas daninhas, o que é normalmente contornada com o aumento compensatório da dosagem, resultando em gastos desnecessários (HEMPHILL JÚNIOR; MONTGOMERY, 1981).

Um dos principais herbicidas utilizados para o manejo de plantas daninhas é o glyphosate, o qual apresenta baixo custo de aquisição e uma alta eficiência no controle de diversas espécies de plantas daninhas (YAMASHITA et al., 2009; GUSMÃO et al., 2011). Esse produto caracterizado por ser um herbicida utilizado em pós-emergência, pertencente ao grupo químico das glicinas substituídas, classificado como não-seletivo e de ação sistêmica, apresentando amplo espectro de ação, possibilitando um excelente controle de muitas plantas daninhas (TOLEDO et al., 2003).

Dentre várias espécies com potencialidade para usos comerciais ou na recuperação de áreas degradadas encontra-se o nim (*Azadirachta indica* A. Juss). Seu grande atrativo é a elevada concentração de azadiractina, um princípio ativo que vem demonstrando grande eficácia no combate a diversas pragas e doenças que atacam plantas e animais. O nim pertence à família Meliaceae (MOSSINI; KEMMELMEIER, 2005), a mesma do mogno (*Swietenia macrophylla*), da andiroba (*Carapa guianensis*), do cinamomo (*Melia azedarach*) e do cedro (*Cedrela odorata*), apresentando rápido crescimento (MARTINEZ, 1999).

O nim é uma árvore que alcança 15 m de altura e 2,5 m de circunferência. Suas folhas, sempre abundantes, exceto em períodos de seca prolongado, são verde-escuras, compostas e imparipenadas, com freqüente aglomeração na extremidade dos ramos simples (MARTINEZ, 1999). A madeira do nim é dura, relativamente pesada e utilizada na confecção de carretas, ferramentas e implementos agrícolas. Por ser durável e resistente, é usada também na fabricação de postes para cerca, casas e móveis; além de ser excelente fonte de lenha e combustível, gerando um carvão de alto poder calorífico, tem sido muito usado nos reflorestamentos para recuperação de áreas degradadas (NEVES et al., 2005).

Nos últimos anos, tem-se verificado um aumento no consumo desta espécie, entretanto as de informações sobre os procedimentos adequados para seu cultivo e manejo são escassos, dificultando o aumento na área cultivada. Nesta condição, pouco se sabe sobre o efeito do herbicida glyphosate sobre as plantas, quando este seja usado para controle químico das plantas daninhas na implantação desta espécie em área definitiva.

Assim, torna-se necessário a obtenção de informações sobre a fitointoxicação do glyphosate sobre esta e outras espécies florestais utilizadas no processo de recuperação de áreas degradadas. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito fitotóxico de subdoses de glyphosate em plantas jovens de nim.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação do Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia da UNEMAT, Alta Floresta-MT, no período entre janeiro e setembro de 2011.

Estudou-se o efeito do sal de isopropilamida de glyphosate a zero, 10, 20, 30 e 60% da dose recomendada para o manejo químico de *Brachiaria plantaginea* (720 g e.a. ha⁻¹, equivalente a 2,0 L ha⁻¹ do produto comercial - Gliz 480 SC), que representa 0, 72, 144, 216 e 433 g ha⁻¹ do equivalente ácido (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005). Foi adicionada 0,03% de espalhante adesivo nonilfenoxi polietilenoxi à calda herbicida.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco sub-doses do herbicida (tratamentos), com quatro repetições. Após 7, 14 e 30 dias da aplicação do glyphosate, foram realizadas avaliações destrutivas de 3 plantas em cada uma das parcelas (escolhidas aleatoriamente).

As plantas eram oriundas de viveiro comercial, em que as sementes foram colocadas diretamente em substrato composto por solo, com saturação de base elevada a 60% e adubado com o formulado 04-30-10, calculado para 300 kg ha⁻¹. Após 150 dias, as plantas foram selecionadas quanto ao tamanho e uniformidade para seu uso no experimento. Cada unidade experimental foi representada por um recipiente plástico com capacidade para 20 litros de substrato, contendo uma planta.

O herbicida glyphosate foi aplicado em uma única vez, utilizando-se pulverizador costal portando uma ponta de pulverização XR 110.02, regulado para pressão constante em 2,0 kgf cm², mantida por CO₂, com 250 L ha⁻¹ de consumo de calda.

Aos 7, 14 e 30 dias após a aplicação do herbicida (DAA), foram realizadas avaliações visuais de fitointoxicação de plantas, atribuído-se notas que variaram de zero para ausência de sintomas e 100 para morte da planta (Tabela 1, adaptado de SBCPD, 1995). Além disso, foi avaliada a altura da planta (mensurada desde o colo da haste principal da planta até o seu ápice) com auxílio de uma fita métrica, a determinação do diâmetro de caule na sua base com auxílio de um paquímetro digital, e a contagem do número de ramos e de folhas múltiplas de cada planta.

O índice de conteúdo de clorofila das folhas (SPAD) foi determinado em duas regiões da copa das plantas (porção mediana e superior), com auxílio do aparelho SPAD-502® (Minolta, Osaka, Japan). Para essa determinação, foram

Tabela 1. Notas utilizadas para verificação visual da fitointoxicação causada pelo herbicida glyphosate nas plantas pelo herbicida.

Table 1. Notes scale used for visual verification of herbicide glyphosate phytotoxicity in plants by herbicide.

| Conceito | Notas | Observação |
|-------------|--------|--|
| Muito leve | 0-5 | Sintomas fracos ou pouco evidentes. Nota zero quando não se observam quaisquer alterações na planta. |
| Leve | 6-10 | Sintomas nítidos, de baixa intensidade. |
| Moderada | 11-20 | Sintomas nítidos, mais intensos que na classe anterior. |
| Aceitável | 21-35 | Sintomas pronunciados, porém totalmente tolerados pela planta. |
| Preocupante | 36-45 | Sintomas mais drásticos que na categoria anterior, mas ainda passíveis de recuperação. |
| Alta | 46-60 | Danos irreversíveis, com previsão de redução no desenvolvimento normal. |
| Muito alta | 61-100 | Danos irreversíveis muito severos, com previsão de redução drástica no desenvolvimento da planta. Nota 100 para morte da planta. |

Adaptado de SBCPD (1995).

realizadas 3 leituras de pontos diferentes em 4 folhas escolhidas aleatoriamente de cada região da copa das plantas e de cada folha. Desses valores, calculou-se a média, para posterior análise estatística.

Depois de realizadas as avaliações anteriormente descritas, de cada parcela foram retiradas aleatoriamente, um vaso. Deste vaso, foi mensurado o comprimento da raiz de cada planta. Após a lavagem, partes aéreas e radiculares foram destacadas e submetidas à secagem (65 °C por 168 h), para posterior determinação da massa seca de raiz, de parte aérea e a soma de ambas, denominado massa seca total.

Os resultados, depois de atendidos os pressupostos estatísticos de homocedasticidade e homogeneidade, foram submetidos à análise de variância e as variáveis qualitativas foram comparadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Às variáveis quantitativas, foi realizada a análise de regressão polinomial. Utilizou-se para isso, o Software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS

Os efeitos visuais da fitointoxicação foram observados a partir da primeira avaliação até o seu final, aos 30 dias após a aplicação (DAA) do glyphosate, havendo um aumento na intensidade desses sintomas a medida que as doses aumentavam (Figura 1). Em todas as avaliações realizadas (7, 14 e 30 dias), nas subdoses de 72 e 144 g ha⁻¹ do equivalente ácido de glyphosate, observaram-se sintomas semelhantes, sendo estes nítidos, mas de reduzida intensidade. Esse sintoma foi verificado pela coloração amarela pouco intensa das folhas, havendo pouco

incremento nas duas maiores concentrações (Figura 2). Esse amarelecimento pode estar relacionado com a degradação dos cloroplastos nas plantas que foram submetidas à tratamento com glyphosate (CAMPBELL et al., 1976).

Entretanto, nas avaliações realizadas aos 14 e 30 dias, percebeu-se um aumento significativo nas notas quando as plantas foram submetidas às maiores doses (216 e 432 g ha⁻¹ do e.a. de glyphosate).

Para a subdose de 216 g ha⁻¹ do e.a. de glyphosate aos 14 e 30 DAA, verificou-se sintomas evidentes e pronunciados, mas tolerados pela espécie e com possibilidade de recuperação, sem expectativa de redução no desenvolvimento (Figura 1).

A altura das plantas de nim não foi alterada pela aplicação do glyphosate, independente da dose testada (Tabela 2), provavelmente pelo reduzido tempo de desenvolvimento do experimento, aliado ao lento crescimento da espécie, impedindo a expressão desta variável, mesmo nas maiores doses. Resultados semelhantes foram encontrados quando Tuffi Santos et al. (2006) avaliaram o efeito de glyphosate em plantas jovens de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*), não sendo observada diferença aos 45 DAA. Magalhães et al. (2001) também não verificaram diferenças significativas na altura, área foliar e matéria seca das plantas de milho (*Zea mays*) em função do aumento de doses de glyphosate.

Quando avaliado o índice de conteúdo de clorofila nas folhas, verificou-se diferença significativa dos valores obtidos nos diferentes estratos da copa. Nas folhas localizadas na região mediana da copa planta tratadas com as subdoses do herbicida, nas avaliações 0, 14 e 30 após a aplicação do produto, não foi verificada diferença significativa, mantendo esse índice entre 50 e 61 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Figura 2).

Quando mensurado o índice de conteúdo de clorofila nas folhas localizadas na região superior da copa de plantas jovens de nim, observou-se resultado semelhante aos obtidos no terço médio da copa das plantas. Nas avaliações aos 0 e 30 DAA, não se verificou diferença das médias entre os tratamentos (Figura 3).

Entretanto, aos 7 e 14 DAA, houve diferença significativa, onde os valores obtidos nas avaliações variaram significativamente com uma tendência quadrática. O herbicida glyphosate afetou o índice de conteúdo de clorofila por estas estarem localizadas nos cloroplastos. Nessa organelas, o glyphosate se une ao complexo enzimático EPSP-S3P sendo competitivo com o substrato PEP e inibindo a reação da síntese de fenilalanina, tirosina e triptofano, que são aminoácidos essenciais (VIDAL, 1997). Assim, sintomas de clorose são facilmente percebidos nas regiões meristemáticas ou em folhas mais jovens, tanto em mono quanto em dicotiledôneas, como o nim. O amarelecimento das folhas, relatado anteriormente é resultante da degeneração dos

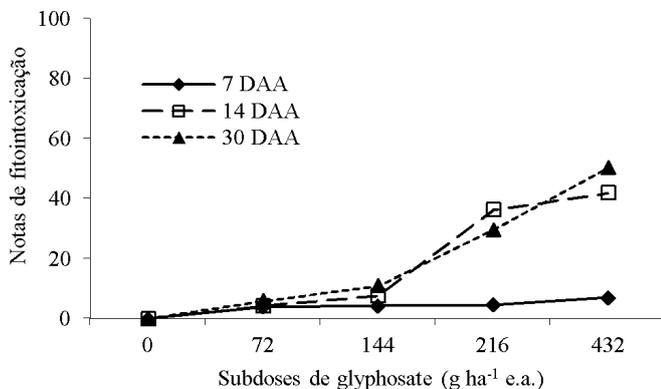


Figura 1. Notas de fitointoxicação de plantas jovens de nim (*Azadirachta indica*) submetidas a doses reduzidas de glyphosate. DAA: Dias após a aplicação do herbicida.

Figure 1. Phytointoxication notes of young neem plants (*Azadirachta indica*) submitted to reduced doses of glyphosate. DAA: Days after herbicide application.

Tabela 2. Altura de plantas de nim (*Azadirachta indica*) tratadas com subdoses de glyphosate.

Table 2. Height of young neem plants (*Azadirachta indica*) treated with reduced glyphosate rates.

| Subdoses (g ha ⁻¹ do i.a.) | Dias após a aplicação | | | | | | | |
|--|------------------------|--------|--------|--------|------------------------|---------|---------|----------|
| | Altura de plantas (cm) | | | | Diâmetro de caule (cm) | | | |
| | 0 | 7 | 14 | 30 | 0 | 7 | 14 | 30 |
| 0 | 1,05 a | 1,33 a | 1,09 a | 1,27 a | 9,43 a | 12,72 a | 11,04 a | 14,35 ab |
| 72 | 1,04 a | 1,16 a | 1,31 a | 1,28 a | 7,88 a | 12,50 a | 12,28 a | 13,98 ab |
| 144 | 1,14 a | 0,95 a | 0,90 a | 1,29 a | 9,40 a | 11,38 a | 11,46 a | 16,40 a |
| 216 | 1,10 a | 1,21 a | 1,15 a | 1,27 a | 9,69 a | 12,37 a | 11,42 a | 14,22 ab |
| 432 | 1,17 a | 1,22 a | 0,93 a | 1,33 a | 9,62 a | 10,67a | 8,83 b | 13,90 b |
| c.v. (%) | 14,75 | 19,99 | 14,56 | 14,64 | 13,50 | 10,82 | 6,14 | 7,99 |

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

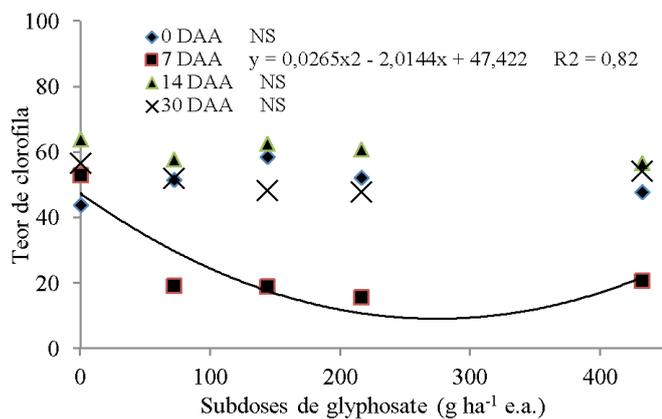


Figura 2. Índice de conteúdo de clorofila ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de folhas localizadas na região mediana da copa de plantas jovens de nim (*Azadirachta indica*) tratadas com subdoses de glyphosate. Figure 2. Chlorophyll content index ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) of leaves located in the median canopy of young neem plant (*Azadirachta indica*) treated with reduced glyphosate rates.

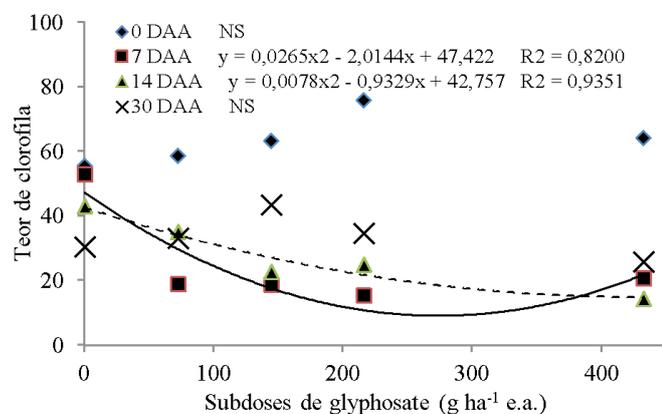


Figura 3. Índice de conteúdo de clorofila ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de folhas localizadas na região superior da copa de plantas jovens de nim (*Azadirachta indica*) tratadas com subdoses de glyphosate. Figure 3. Chlorophyll content index ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) of leaves located in the upper canopy of young neem plant (*Azadirachta indica*) treated with reduced glyphosate rates.

cloroplastos e inibição da formação de clorofila, como citado por Campbell et al. (1976) e Cole et al. (1983).

Para análise estatística, os valores foram transformados em $(\text{raiz}(x+0,5))$. Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto massa seca da parte aérea das plantas, observou-se que não houve diferença entre as doses de herbicida na avaliação aos 7 e aos 30 dias. Entretanto, na avaliação realizada aos 14 dias, houve progressiva redução nessa variável, sendo que na maior dose foi verificada diferença significativa, em relação à testemunha. Apesar disso, como demonstram os resultados, as plantas se recuperaram e aos 30 dias, já não houve mais diferença entre os tratamentos.

4. DISCUSSÃO

Quando as plantas receberam subdoses de 432 g ha^{-1} do e.a. de glyphosate nas duas últimas avaliações, os sintomas observados foram morte dos ponteiros, o que pode acarretar na redução no desenvolvimento normal da planta. A intensidade desses sintomas e o número de folhas afetadas cresceram com o

aumento da subdose do herbicida. Danos semelhantes também foram relatados por Alves et al. (2000), simulando deriva desse mesmo herbicida em plantas de milho (*Zea mays*).

Os danos observados por Duarte et al. (2008), também foram semelhantes aos obtidos no trabalho, em que plantas de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) ao serem tratadas com o mesmo herbicida apresentaram elevados índices de fitointoxicação, iniciando aos sete dias após aplicação em ambos os estudos, ocorrendo morte de plantas nas duas maiores doses aos 28 DAA.

Quando verificado o efeito das subdoses de glyphosate em nim sobre o diâmetro do caule, houve diferença significativa apenas no fator dose do herbicida aos 14 e 30 DAA. Observa-se que o diâmetro do caule das plantas foi afetado após 2 semanas da aplicação da maior dose de glyphosate. O desenvolvimento foi prejudicado e as plantas sofreram redução significativa nessa variável. Essa redução no diâmetro pode comprometer o desenvolvimento normal da planta, mesmo não ocorrendo sua morte.

Aos 30 dias, apesar de não ter-se observado diferença do diâmetro quando da aplicação da maior dose em relação a outras concentrações do herbicida, ainda assim, numericamente o valor obtido foi o menor dentre todas as médias. Resultados semelhantes foram observados por França (2009), quando aplicadas subdoses de glyphosate em café (*Coffea arabica*), em que se notou sensível diferença no diâmetro das plantas. Os danos visuais provocados por herbicidas como o glyphosate podem ser verificados por crescimento retardado, amarelecimento e descoloração, além da redução no estande de plantas (THOMAS et al., 2005).

Aos 7 DAA, o índice de conteúdo de clorofila da porção mediana da copa das plantas apresentou uma variação nos valores, seguindo uma tendência de queda já a partir da menor dose aplicada. A equação ajustada para essa avaliação é apresentada na Figura 3. Esses resultados confirmam os obtidos por Fisichella et al. (1984) que, observaram em folhas de espécies arbóreas, que a medida que se aumentava a dose de glyphosate, ocorria significativa redução dos teores de clorofila, reduzido devido principalmente a perda de folhas. Essa queda prematura das folhas, também observado no presente trabalho, ocorre pela perda da capacidade de produção de aminoácidos essenciais, assim as plantas tratadas com o herbicida apresentam deficiência na síntese protéica e de vários outros compostos aromáticos importantes, como vitaminas (K e E), hormônios (auxina e etileno), alcalóides, lignina, antocianina e vários outros produtos secundários (DUARTE et al., 2008). Nesse cenário as plantas têm inibido a eficiência fotossintética, havendo a queda prematura das folhas.

Um dos fatores mais importantes para o crescimento e adaptação das plantas aos mais variados ambientes é o conteúdo de clorofilas e carotenóides (RÊGO; POSSAMAI, 2008), desta forma um herbicida, ao afetar o teor de clorofila de uma planta contribuirá para um menor crescimento e desenvolvimento.

As plantas de nim, a partir da avaliação aos 14 dias, apresentaram teores de clorofila semelhantes, independente da dose de glyphosate aplicada. Esses resultados demonstram que as plantas apesar da redução do índice de conteúdo de clorofila aos 7 DAA, esta variável foi recuperada em seguida, caracterizando sua recuperação. Resultados semelhantes foram observados por Yamashita et al. (2006), que verificaram

Tabela 3. Massa seca de parte aérea, de raiz e total de plantas de nim (*Azadirachta indica*) tratadas com subdoses de glyphosate. Table 3. Dry mass of aerial part, of root and total of young neem plants (*Azadirachta indica*) treated with reduced glyphosate rates.

| Subdoses (g ha ⁻¹ do i.a.) | Dias após a aplicação | | | | | | Massa seca total (g) (aérea + raiz) |
|--|-----------------------|----------|---------|---------------------|----------|---------|--|
| | Massa seca aérea (g) | | | Massa seca raiz (g) | | | |
| | 7 | 14 | 30 | 7 | 14 | 30 | |
| 0 | 57,23 a | 54,51 a | 84,55 a | 26,18 a | 23,65 a | 31,99 a | 283,35 a |
| 72 | 54,46 a | 43,96 ab | 60,78 a | 19,30 a | 20,89 ab | 29,35 a | 237,67 a |
| 144 | 40,63 a | 45,34 ab | 77,29 a | 13,89 a | 21,09 ab | 31,12 a | 217,45 a |
| 216 | 58,11 a | 49,27 ab | 68,75 a | 18,25 a | 20,62 ab | 29,71 a | 251,19 a |
| 432 | 38,98 a | 29,21 b | 58,01 a | 11,24 a | 9,53 b | 25,07 a | 183,52 a |
| c.v. (%) | 16,31 | 10,45 | 10,10 | 21,75 | 13,11 | 12,34 | 25,01 |

tolerância de varjão (*Parkia multijuga*) à doses reduzidas do mesmo herbicida até 360 g ha⁻¹, verificando-se apenas redução na altura de plantas.

Após esse período de 14 dias, as plantas se recuperaram, sendo observadas médias semelhantes entre os valores registrados em plantas sem a aplicação do herbicida e as que receberam as maiores doses.

Resultados semelhantes foram observado na determinação da massa seca da raiz (Tabela 3). Evidenciou-se novamente que a maior dose, após 14 dias provocou redução significativa nessa variável quando as plantas foram submetidas a tratamento com 60% da dose do herbicida. Essa concentração proporcionou fitointoxicação das plantas, refletindo em um menor acúmulo de massa de matéria seca do sistema radicular e aéreo. Machado et al. (2008) encontraram resultados semelhantes, quando estudaram o efeito de doses reduzidas de glyphosate em plantas jovens de pinhão manso (*Jatropha curcas*).

Avaliando-se a massa seca total, não foi verificada diferença entre as doses, demonstrando que, apesar do acúmulo de massa ter-se diferenciado na avaliação aos 14 dias, tanto raiz como parte aérea conseguiram se recuperar ao final da avaliação do experimento.

O glyphosate é um herbicida sistêmico e se transloca pela planta até os pontos de crescimento, inibindo a rota de síntese dos aminoácidos aromáticos essenciais para a síntese protéica e divisão celular em regiões meristemáticas da planta. Desse modo, as plantas após a absorção do glyphosate apresentam seu crescimento, tanto de parte aérea como radicular comprometidos, sendo a amplitude da redução do crescimento dependente da dose do herbicida a que a planta foi submetida (MACHADO et al., 2008).

5. CONCLUSÕES

Nas condições experimentais, conclui-se que plantas jovens de nim têm seu desenvolvimento prejudicado pela ação de glyphosate. As doses de glyphosate a partir de 432 g ha⁻¹ do i.a. provocam fitointoxicação de plantas jovens de nim, sem haver, entretanto, indicativo de morte destas.

5. REFERÊNCIAS

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

CAMPBELL, W. F.; EVANS, J. O.; REED, F. C. Effect of glyphosate on chloroplast ultrastructure of quack grass mesophyll cell. *Weed Science*, Champaign, v. 24, p. 22-25, 1976.

CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; FERREIRA, R. R.; FIGUEIRA, A. V. O.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 66, n. 1, p. 136-142, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162009000100020>

COLE, D. J.; CASELEY, J. C.; DODGE, A. D. Influence of glyphosate on selected plant process. *Weed Research*, Oxford, v. 23, p. 173-183, 1983. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3180.1983.tb00535.x>

DUARTE, N. F.; KARAM, D.; SÁ, M.; SCOTTI MUZZI, M. R.; Seletividade de herbicidas Sobre *Anadenanthera peregrina* (angico-vermelho). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26., 2008, **Resumos...** Ouro Preto: SBCPD, 2008, 1CD.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

FISICHELLA, G.; TROPEA, M.; SAMBUCCO, G. L'influenza del glifosato sul contenuto di clorofilla e di amminoacidi nelle foglie di alcune specie arboree. Nota II. *Técnica Agricola*, Jaboticabal, v. 36, n. 4, p. 335-342, 1984.

FRANÇA, A. C. **Ação do glyphosate sobre o crescimento e teores de nutrientes em cultivares de café arábica**. 2009. 68 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

GALLI, A. J. B. **Glyphosate, um dos mais seguros do Mercado**. 2007. Disponível em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=23531>. Acesso em: 28 set. 2011.

GELMINI, G. A. **Herbicidas: indicações básicas**. Campinas, Fundação Cargill, 1998. 334p.

GUSMÃO, G. A.; RONDON NETO, R. M.; YAMASHITA, O. M. Deriva simulada de glyphosate em plantas jovens de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, v. 10, n. 1, p. 13-19, 2011.

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

MACHADO, A. F. L.; CARVALHO, R. J.; FIDELLIS, R. R.; ERASMO, E. A. L.; REIS, M. R.; SILVA, R. P. Resistência cruzada e herbicidas alternativos de controle de biótipos de *Bidens pilosa* resistentes aos herbicidas inibidores da ALS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26., 2008, **Resumos...** Ouro Preto: SBCPD, 2008, 1 CD.

MAGALHÃES, P. C.; SILVA, J. B.; DURAES, F. O. M.; KARAM, D.; RIBEIRO, L. S. Efeito de doses reduzidas de glyphosate e paraquat simulando deriva na cultura do milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.2, p.247-253, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582001000200013>

MARTINEZ, S. S. **O Nim - *Azadirachta indica*** Natureza, Usos Múltiplos, Produção. Publicado pelo IAPAR – Londrina. 2000.

- MOSSINI, S. A. G.; KEMMELMEIER, C. A árvore nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) múltiplos usos. **Acta Farmacologica Bonaerense**, Maringá, v. 24, n. 1, p. 149-148, 2005.
- NEVES, B. P.; OLIVEIRA, I. P.; MACEDO, F. R.; SANTOS, K. J. G.; RODRIGUES, C.; MOREIRA, F. P.; Utilização medicinal do nim. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Montes Belos, v. 1, n. 1, p. 107-118, 2005.
- QUINTELA, E. D.; PINHEIRO, P. V. Efeito de extratos botânicos sobre a oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B em feijoeiro. **Comunicado Técnico 92**, Embrapa Arroz e Feijão. 2004. 6p.
- RÊGO, G. M.; POSSAMAI, E. Avaliação dos teores de clorofila no crescimento de mudas de Jequitibá-Rosa (*Cariniana legalis*). **Comunicado Técnico 128**, Colombo, PR, EMBRAPA, Dezembro, 2008.
- SBCPD_SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina, 1995. 42p.
- THOMAS, W. E.; BURKE, I. C.; ROBINSON, B. L.; PLINE-SNIRC, W. A.; EDMISTEN, K. L.; WELLS, R.; WILCUT, J. W. Yield and physiological response of nontransgenic cotton to simulated glyphosate drift. **Weed Technology**, Champaign, v. 19, p. 35-42, 2005. <http://dx.doi.org/10.1614/WT-03-194R>
- TOLEDO, R. E. B.; VICTORIA FILHO, R.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A.; LOPES, M. A. F. Faixas de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de plantas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 78-92, 2003.
- TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, F. A.; MEIRA, R. M. S. A.; BARROS, N. F.; FERREIRA, L. R.; MACHADO, A. F. L. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582005000100016>
- VAUGHN, K. C.; DUKE, S. O. **Biochemical basis of herbicide resistance**. Disponível em: <http://www.jstor.org/pss/4046003>. Acesso em: 26 set. 2011.
- VIDAL, R. A. **Herbicidas: Mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre, RS, 1997, 165p.
- YAMASHITA, O. M.; VIEIRA, R. G.; SANTI, A.; RONDON NETO, R. M.; ALBERGUINI, S. E. Resposta de varjão (*Parkia multijuga*) a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 572-531, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582006000300015>
- YAMASHITA, O. M.; BETONI, J. R.; GUIMARÃES, S. C.; ESPINOSA, M. M. Influência do glyphosate e 2,4-D sobre o desenvolvimento inicial de espécies florestais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 359-366, 2009.