

# RESPOSTA DA CROTALÁRIA À ÉPOCAS E SUBDOSES DE APLICAÇÃO DE GLIFOSATO

## SUNN HEMP RESPONSE TO TIMES AND APPLICATION SUB-LETHAL RATES OF GLYPHOSATE

Claudinei KAPPES<sup>1</sup>; Marcelo Valentini ARF<sup>2</sup>; Orivaldo ARF<sup>3</sup>; Douglas de Castilho GITTI<sup>2</sup>; João Paulo FERREIRA<sup>2</sup>

1. Engenheiro Agrônomo Dr., Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia – DFTASE, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil. [kappes.agro@gmail.com](mailto:kappes.agro@gmail.com); 2. Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia (Sistemas de Produção), DFTASE - UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil; 3. Professor, Doutor, DFTASE - UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil.

**RESUMO:** A utilização de subdoses de glifosato pode ser uma alternativa para reduzir o porte das plantas de crotalária, facilitando a sua colheita mecânica. No entanto, pouco se sabe sobre os outros efeitos que sua aplicação pode acarretar nesta cultura. Este trabalho objetivou avaliar a influência de épocas de aplicação (10; 20 e 30 dias após a emergência) e subdoses de glifosato (0; 30; 60; 90 e 120 g ha<sup>-1</sup>), sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de *Crotalaria juncea* cultivada em sistema plantio direto. O experimento foi conduzido entre os meses de janeiro e junho de 2010, no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul, sob Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso (20° 20' S e 51° 24' W). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 5 (épocas de aplicação x doses de glifosato), com quatro repetições. Foram mensurados caracteres agrônômicos e produtividade e os resultados submetidos ao teste F, sendo as médias de épocas comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) e de doses pela análise de regressão. O diâmetro de caule, o número de sementes por vagem e a massa de mil sementes não foram afetados pela aplicação de glifosato. Apesar de o glifosato ter proporcionado redução na altura de planta e aumento do número de ramos na *Crotalaria juncea*, não se recomenda a aplicação de subdoses do produto por afetar diretamente a produtividade da cultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Crotalaria juncea*. Estádio de desenvolvimento. Herbicida. Sistema plantio direto. Produtividade.

## INTRODUÇÃO

Dentre as plantas utilizadas para fins de adubação verde destacam-se as leguminosas (ERASMO et al., 2004). A *Crotalaria juncea* (L.) é uma espécie de clima tropical da família das leguminosas, cujo uso como adubo verde é amplamente preconizado face o seu rápido crescimento, grande potencial de produção de biomassa e reciclagem de nutrientes, fácil decomposição e eficiente na fixação biológica do nitrogênio atmosférico (DOURADO et al., 2001; PEREIRA et al., 2005), proporcionando, desta forma, a incorporação de quantidades expressivas deste nutriente nos sistemas de cultivo (GUERRA et al., 2004), fato que é de grande importância, principalmente, para sustentação de unidades de produção orgânica. Segundo Favero et al. (2001) a adubação verde pode provocar modificações na população de plantas daninhas devido aos efeitos alelopáticos e à competição por luz, água, oxigênio e nutrientes, acarretando a supressão de algumas delas.

Nos últimos anos, a crotalária tem conquistado adeptos em diferentes regiões do Brasil, principalmente devido a sua utilização em reformas

de canaviais e no manejo de fitonematóides, o que tem gerado aumento na demanda de produção de sementes dessa cultura. Todavia, o agricultor não tem o hábito de cultivá-la visando obtenção de lucratividade direta pela comercialização de sementes. Dependendo da época do ano em que é cultivada, as plantas de crotalária podem atingir ao redor de 3,5 m de altura (LUZ et al., 2005) dificultando os tratos culturais, colheita manual e impedindo qualquer possibilidade de mecanização. Uma técnica para contornar esse problema pode ser a aplicação de glifosato em baixas doses.

O glifosato [N-(fosfometil)glicina] é um herbicida não seletivo, de ação sistêmica, usado no controle de plantas daninhas anuais e perenes e na dessecação de culturas de cobertura (KRUSE et al., 2000; RODRIGUES; ALMEIDA, 2005; TIMOSSI et al., 2006). Ele inibe a enzima 5-enol-piruvil-shiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPS), que participa da síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano. Além disso, influencia outros processos bioquímicos, como a inibição da síntese de clorofila, estimula a produção de etileno, reduz a síntese de proteínas e eleva a concentração do IAA. O glifosato é absorvido basicamente pela região clorofilada das plantas (folhas e tecidos verdes) e

translocado, preferencialmente pelo floema, para os tecidos meristemáticos (GALLI; MONTEZUMA, 2005). Nas plantas, o glifosato é muito estável, com pequena degradação detectável em longo período de tempo (GRUYS; SIKORSKI, 1999).

Em muitas circunstâncias, o glifosato pode ser benéfico para plantas cultivadas, desde que aplicado em subdoses. Conforme Galli & Montezuma (2005), o glifosato pode ser utilizado como maturador para cana-de-açúcar quando aplicado em baixas doses, promovendo ganhos significativos de sacarose, sem ocasionar qualquer efeito negativo sobre a cultura. Há informações revelando diferenças mínimas entre as distintas formulações do produto aplicado na cana-de-açúcar; entretanto, todas as formulações promoveram incremento no teor de sacarose e na produção de açúcar em relação ao controle (BENNETT; MONTES, 2003; VIATOR et al., 2003).

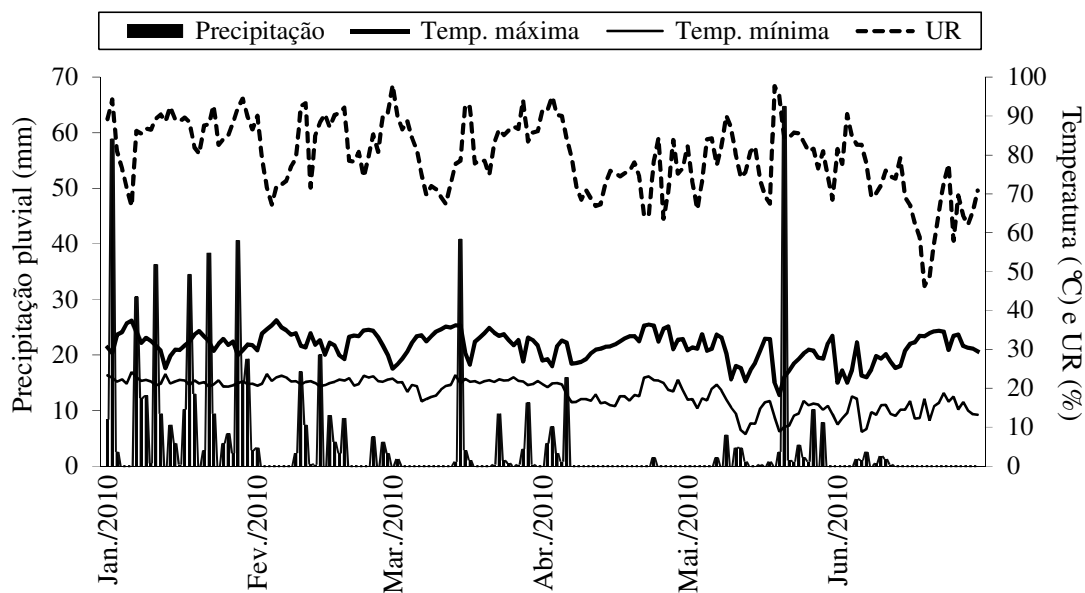
O glifosato cujo antecessor, a glifosina (utilizada no Brasil como maturador e com o nome comercial Polaris®), ainda é utilizado como regulador de crescimento em vários Países. Na década de 1970, observou-se que elevadas doses da glifosina poderiam promover a morte das plantas. A partir desta informação, foi desenvolvido um novo composto com menores dimensões moleculares e com maior afinidade à enzima EPSPS. Sendo assim, se elevadas doses da glifosina podem produzir o efeito do glifosato, deve ser esperado que pequenas doses de glifosato produzam os efeitos da glifosina. Em um futuro próximo, subdoses de herbicida

poderão ser intencionalmente aplicadas nas plantas como método para alterar a concentração de compostos secundários e regular o crescimento das plantas. A utilização de subdoses de glifosato pode ser uma boa alternativa para reduzir o porte das plantas de crotalária, o que facilitaria a sua colheita mecânica. No entanto, pouco se sabe sobre os outros efeitos que sua aplicação pode acarretar nesta cultura.

Diante disso, esse trabalho objetivou avaliar a influência de épocas e subdoses de aplicação de glifosato sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de *Crotalaria juncea* cultivada em sistema plantio direto.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de janeiro e junho de 2010, no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul, em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista (20° 20' 53" S e 51° 24' 02" W), com 340 m de altitude. O clima da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Aw, com precipitação pluvial média anual de 1.330 mm, temperatura média anual de 25 °C e umidade relativa do ar média anual de 66% (CENTURION, 1982). Os dados climáticos coletados na Estação Meteorológica da Fazenda Experimental durante o ciclo da cultura podem ser observados na Figura 1.



**Figura 1.** Precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima do ar e umidade relativa do ar (UR) registradas durante a condução do experimento. Selvíria – MS, Brasil (2010).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico álico e de textura argilosa, de acordo com a nova denominação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), cujas características químicas

da camada de 0,0 a 0,20 m estão apresentadas na Tabela 1. Não houve preparo do solo, pois se trata de área cultivada com sistema plantio direto implantado há oito anos.

**Tabela 1.** Análise química do solo da área experimental na camada de 0,0 a 0,20 m. Selvíria – MS, Brasil (2010)<sup>(1)</sup>.

Macronutrientes e resultados complementares											
pH (CaCl <sub>2</sub> )	P <sup>(2)</sup> – mg dm <sup>-3</sup> –	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V (%)	MO (g dm <sup>-3</sup> )
mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>											
5,5	29	7	2,7	31	18	1	33	52	85	61	17

<sup>(1)</sup> Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia (DFTASE/FEIS/UNESP); <sup>(2)</sup> Método da resina.

Previamente à semeadura, as plantas daninhas presentes na área, na qual predominavam a corda-de-viola [*Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell], a erva-de-santa-luzia [*Chamaesyce hirta* (L.) Millsp], o leiteiro [*Euphorbia heterophylla* (L.)] e o picão-preto [*Bidens pilosa* (L.)], foram dessecadas com glifosato (1.440 g ha<sup>-1</sup>). A aplicação do herbicida foi com pulverizador de barras tratorizado e a vazão de 220 L ha<sup>-1</sup> de calda. A semeadura da *Crotalaria juncea* foi realizada mecanicamente no dia 21 de janeiro de 2010, distribuindo-se 20 sementes por metro de sulco (30 kg ha<sup>-1</sup> de sementes) a uma profundidade de três cm, no espaçamento de 0,34 m entre as linhas. A emergência das plântulas ocorreu aos cinco dias após a semeadura e a população inicial estabelecida foi de 403.600 plantas ha<sup>-1</sup>. O florescimento da cultura ocorreu aos 62 dias após a emergência.

As parcelas experimentais foram demarcadas após a emergência, estabelecendo-se quinze tratamentos, resultantes da combinação de épocas e doses de glifosato, os quais foram dispostos no delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 5 (época x dose, respectivamente), com quatro repetições. O glifosato (Roundup Original®, 360 g L<sup>-1</sup> de equivalente ácido)<sup>1</sup> foi aplicado aos 10, 20 e 30 dias após a emergência das plântulas, nas seguintes subdoses: 0 (zero - testemunha, sem aplicação de glifosato); 30; 60; 90 e 120 g ha<sup>-1</sup>. As aplicações foram realizadas com pulverizador costal manual com capacidade de pressão de trabalho de 6 kgf cm<sup>-2</sup>, munido de barra com bicos contendo pontas do tipo jato plano (“leque”), modelo 8003 XLR, e volume de calda aproximado de 200 L ha<sup>-1</sup>. As parcelas experimentais foram constituídas por seis

linhas de 4,5 m de comprimento, espaçadas de 0,34 m entre si, perfazendo área total de 9,18 m<sup>2</sup> e área útil de 6,12 m<sup>2</sup>, uma vez que para a coleta dos dados foram utilizadas as quatro linhas centrais. A primeira e a sexta linha foram consideradas bordaduras e na determinação de produtividade foram colhidas as duas linhas centrais de cada parcela.

Foram mensurados, em cinco plantas por parcela, os caracteres altura de planta (região compreendida entre a superfície do solo e a gema do ramo mais alto da planta), número de ramos por planta (contagem das ramificações secundárias do caule) e diâmetro de caule (considerado a região do caule situada a 15 cm da superfície do solo). Tais avaliações foram realizadas aos 112 dias após a emergência das plântulas.

A colheita foi realizada no dia 09 de junho de 2010, correspondendo a 135 dias após a emergência, quando a maioria das plantas nas parcelas apresentava-se com 95% das vagens secas. Além da população final de plantas avaliada nesta ocasião, foi mensurado em dez plantas por parcela: número de vagens por planta, sementes por vagem (relação entre o número total de sementes oriundas das dez plantas e o número total de vagens) e sementes por planta (relação entre o número total de sementes das dez plantas e o número total de vagens destas). Após a trilha das vagens colhidas na área útil das parcelas, determinou-se a massa média de sementes. Aleatoriamente, foi coletada uma subamostra de 250 sementes por parcela, a qual foi submetida à pesagem em balança de precisão (0,01 g) e à determinação de umidade, possibilitando estimar a massa das sementes corrigida para 13% de umidade (base úmida – “b.u.”). Os resultados foram extrapolados para massa de mil sementes. Simultaneamente, determinou-se a produtividade pela pesagem das sementes oriundas da área útil, a qual foi convertida para kg ha<sup>-1</sup> e corrigido para

<sup>1</sup> Nome de produto comercial e sua utilização no experimento não caracteriza recomendação ou preferência dos autores.

13% de umidade (b.u.). A umidade das sementes foi obtida pelo método elétrico não-destrutivo indireto, mediante o uso do aparelho portátil Multi-grain (Dickey-John<sup>®</sup>).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias de épocas de aplicação de glifosato, quando significativas pelo teste F, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ), de acordo com Pimentel Gomes & Garcia (2002). Por se tratar de fator quantitativo, os efeitos de doses foram analisados por regressão polinomial (BANZATTO; KRONKA, 2006), considerando-se apenas as equações significativas pelo teste F ( $P < 0,01$  e  $P < 0,05$ ). Os resultados não foram transformados e o aplicativo computacional utilizado foi o Sistema de análise de variância – SISVAR (FERREIRA, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluviométrica registrada ao longo do experimento foi de 521,4 mm (Figura 1). Apesar de ter ocorrido três veranicos (na fase vegetativa, reprodutiva e final do ciclo da cultura), não se justificou a utilização de irrigação

complementar, pois a crotalária mostrou-se bastante tolerante as condições de déficit hídrico, concordando com o que foi relatado por Souza et al. (2008). Além disso, a *Crotalaria juncea* é considerada uma planta de clima tropical (DOURADO et al., 2001; PEREIRA et al., 2005) e que se adapta bem em solos argilosos (BORGES et al., 2004), podendo-se inferir que o seu desenvolvimento não foi diretamente afetado pelas condições edafoclimáticas. A umidade relativa do ar permaneceu constante, em torno dos 80% durante todo o período e a máxima amplitude térmica observada foi de 29 °C.

A aplicação de glifosato influenciou diretamente a altura de planta e o número de ramos por planta (Tabela 2). Ambos os caracteres foram influenciados pelas épocas e doses de aplicação do produto. Menor altura de planta foi constatada com a aplicação realizada aos 10 dias após a emergência das plântulas em relação às demais épocas. Tal resultado não deixa qualquer dúvida de que o herbicida glifosato, quando aplicado nos estádios iniciais de desenvolvimento da crotalária e em subdose, reduz o desenvolvimento vegetativo das plantas, tornando-as mais compactas.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância e valores médios de altura de planta (AP), número de ramos por planta (RP), diâmetro de caule (DC) e população final de plantas (PFP) de *Crotalaria juncea* em função de épocas e subdoses de aplicação de glifosato. Selvíria – MS, Brasil (2010).

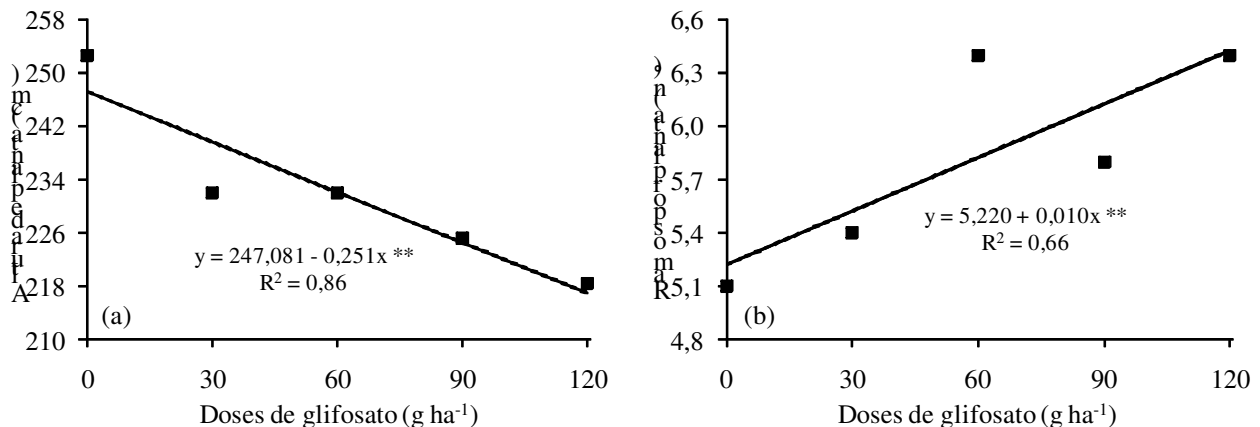
FV	GL	Valores de F <sup>(1)</sup>			
		AP	RP	DC	PFP
Época – E	2	7,99 **	9,63 **	1,84 ns	2,72 ns
Dose – D	4	19,36 **	3,05 **	0,49 ns	4,33 **
E x D	8	1,53 ns	1,50 ns	0,38 ns	2,53 **
Bloco	3	–	–	–	–
Resíduo	42	–	–	–	–
CV (%)		4,34	18,99	11,58	14,03
Tratamentos		AP —— cm ——	RP —— n <sup>o</sup> ——	DC —— mm ——	PFP – plantas ha <sup>-1</sup> –
<i>Épocas</i>		Médias			
10 DAE		239,1 ab	5,2 ab	8,2	330.392
20 DAE		226,7 ab	5,6 ab	7,6	347.059
30 DAE		230,1 ab	6,7 ab	7,8	366.340
<i>Doses de glifosato</i>					
0 g ha <sup>-1</sup>		252,6	5,1	8,1	367.375
30 g ha <sup>-1</sup>		232,0	5,4	8,1	297.113
60 g ha <sup>-1</sup>		232,0	6,4	7,7	352.396
90 g ha <sup>-1</sup>		225,2	5,8	7,8	368.463
120 g ha <sup>-1</sup>		218,4	6,4	7,7	354.303
Média geral		232,0	5,8	7,9	347.930

<sup>(1)</sup> Teste F: \*\*, \* e ns – significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente; Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; DAE – dias após a emergência.

O incremento nas doses de glifosato proporcionou redução linear na altura de planta (Figura 2a), discordando com Melhoria Filho et al. (2010), ao mencionarem que quando o glifosato é aplicado em subdoses, o mesmo tende a agir como estimulante de crescimento, não causando efeito deletério às plantas. Teles et al. (2009) conduziram um ensaio objetivando verificar o efeito de subdoses de glifosato (0; 5; 10; 15; 20; 40 e 80% da dose recomendada para a dessecação em soja – 960 g ha<sup>-1</sup>) sobre a *Crotalaria juncea*, em estágio inicial de desenvolvimento. Coerente ao observado no presente estudo, ao término da pesquisa, os referidos autores concluíram que plantas jovens de crotalária reduziram significativamente o seu desenvolvimento, perante mensurações como fitotoxicidade, altura de planta, número de folhas, massa de matéria seca de parte aérea e de sistema radicular, diâmetro de caule e comprimento de raiz.

O número de ramos por planta foi maior quando a aplicação de glifosato foi realizada aos 30 dias após a emergência (Tabela 2). Diferentemente

ao verificado para altura de planta, a elevação nas doses de aplicação de glifosato provocou aumento linear do número de ramos por planta (Figura 2b), verificando-se maiores ramificações na dose de 120 g ha<sup>-1</sup>. Apesar de ter ocorrido ajuste significativo pela equação de regressão ( $P < 0,01$ ), o aumento médio foi de apenas 1,3 ramo por planta em comparação ao tratamento testemunha (dose zero) e a maior dose de glifosato testada (120 g ha<sup>-1</sup>). O aumento na ramificação das plantas com aplicação de glifosato pode ser explicado pela perda da dominância apical das plantas proporcionada pela ação do herbicida, ocorrendo conseqüentemente, estímulo das gemas vegetativas localizadas nas laterais do caule que até então se apresentavam dormentes, refletindo em maior número de ramos por planta. Fica claramente evidenciado que no tratamento que não recebeu aplicação de glifosato, ocorreu maior dominância da gema apical das plantas, refletindo, portanto, em menor número de ramos por planta, provavelmente devido a biossíntese de AIA não ter sido inibida nesta região.



**Figura 2.** Altura de planta (a) e número de ramos por planta (b) de *Crotalaria juncea* em função de subdoses de glifosato. Selvíria – MS, Brasil (2010). Teste F: (\*\*\*) Significativo a 1% de probabilidade.

O diâmetro de caule, importante característica morfológica que pode determinar a suscetibilidade ou resistência da cultura ao acamamento, não foi afetada pela aplicação de glifosato (Tabela 2). Por outro lado, a população final de plantas foi afetada pelas doses de glifosato e pela interação entre épocas e doses de aplicação do herbicida. Na análise do desdobramento, constatou-se diferença entre as médias de épocas somente quando se aplicou 60 g ha<sup>-1</sup> de glifosato (Tabela 3), em que a aplicação realizada aos 10 dias após a emergência proporcionou menor número de plantas por unidade de área, apesar de não ter ocorrido diferença em relação à aplicação aos 30 dias após a

emergência. As médias de doses de aplicação de glifosato não tiveram ajustes de equação significativa perante análise de regressão.

Semelhante ao verificado com a população final de plantas, o número de vagens e de sementes por planta foram influenciados isoladamente pelas doses e pela interação entre épocas e doses de aplicação de glifosato (Tabela 4). Constatou-se diferença entre as médias de épocas somente quando se aplicou 120 g ha<sup>-1</sup> de glifosato (Tabela 5), em que a aplicação realizada aos 20 dias após a emergência mostrou-se ser vantajosa em comparação as demais épocas, face ao maior número de vagens por planta.

**Tabela 3.** População final de *Crotalaria juncea* em função de épocas e subdoses de aplicação de glifosato. Selvíria – MS, Brasil (2010).

Épocas de aplicação	Doses de glifosato (g ha <sup>-1</sup> )				
	0	30	60	90	120
	População final (plantas ha <sup>-1</sup> )				
10 DAE	395.425 a	306.372 a	294.934 ab	325.980 a	329.248 a
20 DAE	329.248 a	330.065 a	403.595 ab	403.595 a	365.196 a
30 DAE	377.451 a	254.902 a	358.660 ab	375.817 a	368.464 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância e valores médios de número de vagens por planta (VP), sementes por planta (SP), sementes por vagem (SV), massa de mil sementes (MMS) e produtividade (P) de *Crotalaria juncea* em função de épocas e subdoses de aplicação de glifosato. Selvíria – MS, Brasil (2010).

FV	GL	VP	SP	SV	MMS	PROD	
							Valores de F <sup>(1)</sup>
Época – E	2	1,96 ns	0,47 ns	0,06 ns	1,17 ns	2,23 s	
Dose – D	4	9,35 **	6,26 **	0,36 ns	0,19 ns	5,18 **	
E x D	8	3,21 **	3,30 **	0,45 ns	1,13 ns	1,63 ns	
Bloco	3	–	–	–	–	–	
Resíduo	42	–	–	–	–	–	
CV (%)		29,62	25,98	36,58	9,0	42,59	
Tratamentos		VP	SP	SV	MMS <sup>(2)</sup>	PROD <sup>(2)</sup>	
		nº				g	kg ha <sup>-1</sup>
<i>Épocas</i>		Médias					
10 DAE		5,6	18,4	3,1	51,8	119,2	
20 DAE		5,6	17,3	3,0	49,8	127,6	
30 DAE		4,8	19,4	3,0	50,1	96,1	
<i>Doses de glifosato</i>							
0 g ha <sup>-1</sup>		5,4	16,6	2,9	50,7	165,2	
30 g ha <sup>-1</sup>		7,2	19,8	3,0	50,7	104,8	
60 g ha <sup>-1</sup>		3,8	14,8	3,2	50,6	110,5	
90 g ha <sup>-1</sup>		6,0	26,2	3,0	49,6	76,8	
120 g ha <sup>-1</sup>		4,2	14,4	3,1	45,5	114,2	
Média geral		5,3	18,4	3,0	50,5	114,3	

<sup>(1)</sup> Teste F: \*\* e ns – significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente; FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; DAE – dias após a emergência; <sup>(2)</sup> Com base em 13% de umidade nas sementes (b.u.).

**Tabela 5.** Número de vagens por planta de *Crotalaria juncea* em função de épocas e subdoses de aplicação de glifosato. Selvíria – MS, Brasil (2010).

Épocas de aplicação	Doses de glifosato (g ha <sup>-1</sup> )				
	0	30	60	90	120
	Número de vagens por planta				
10 DAE	7,1 a	6,1 a	5,0 a	7,0 a	2,8 ab
20 DAE	4,8 a	8,5 a	2,7 a	6,0 a	6,2 ab
30 DAE	4,4 a	7,3 a	3,8 a	4,9 a	3,5 ab

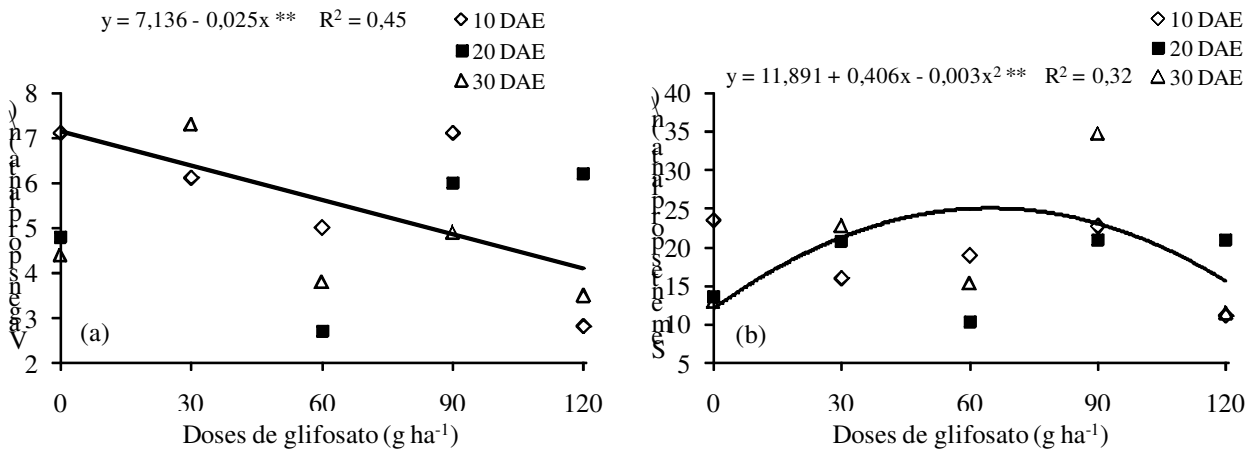
Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O modelo linear foi o que melhor se ajustou aos resultados de número de vagens por planta durante a análise de regressão quando o glifosato foi aplicado aos 10 dias após a emergência (Figuras 3a). À medida que foram elevadas as doses de aplicação de glifosato, houve redução de vagens por planta, notando-se maior valor médio, no tratamento

testemunha. As médias das demais épocas de aplicações não tiveram ajustes significativos de regressão. Estes resultados corroboram com os obtidos por Melhorança Filho et al. (2010), que estudaram o efeito de subdoses de glifosato (0,0; 1,75; 3,5; 7,0; 15,0 e 30,0 g ha<sup>-1</sup>) sobre características produtivas em cultivares de soja

transgênica e convencional e constataram que o número de vagens por planta da cultivar CD-126 decresceu linearmente com o aumento das doses de glifosato. Entretanto, o mesmo efeito não foi

observado para a cultivar CD-212 RR, fato que pode ser atribuído a própria resistência do genótipo ao glifosato.



**Figura 3.** Número de vagens por planta (a) e de sementes por planta (b) de *Crotalaria juncea* em função de épocas e subdoses de aplicação de glifosato. Selvíria – MS, Brasil (2010). Teste F: (\*\*\*) Significativo a 1% de probabilidade.

No tocante ao número de sementes por planta, observou-se diferença entre as médias de épocas com a aplicação de 90 g ha<sup>-1</sup> de glifosato (Tabela 6). Para a respectiva dose, a aplicação realizada aos 30 dias após a emergência revelou-se vantajosa por proporcionar maior número de sementes por planta. O modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos resultados de número de sementes por planta durante a análise de regressão quando o glifosato foi aplicado aos 30 dias após a emergência (Figuras 3b). A equação permitiu

observar um aumento em seus valores, obtido com o acréscimo das doses de glifosato, seguido de decréscimo a partir da dose de 68 g ha<sup>-1</sup>, portanto, o ponto de máxima verificado foi de 25,6 sementes por planta para a dose estimada do produto. Por outro lado, as médias de épocas de aplicação de glifosato, aos 10 e 20 dias após a emergência não tiveram ajustes de equação significativa, demonstrando que as aplicações do produto nestas épocas não foram eficientes para aumentar o número de sementes por planta.

**Tabela 6.** Número de sementes por planta de *Crotalaria juncea* em função de épocas e subdoses de aplicação de glifosato. Selvíria – MS, Brasil (2010).

Épocas de aplicação	Doses de glifosato (g ha <sup>-1</sup> )				
	0	30	60	90	120
	Número de sementes por planta				
10 DAE	23,5 a	15,9 a	18,9 a	22,7 ab	11,0 a
20 DAE	13,6 a	20,8 a	10,3 a	21,0 ab	20,9 a
30 DAE	12,8 a	22,7 a	15,2 a	34,7 ab	11,4 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

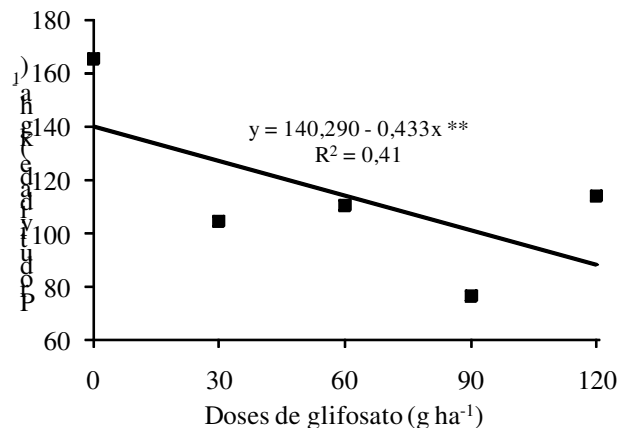
Tanto o número de sementes por vagem quanto a massa de mil sementes não foram afetadas pela aplicação de glifosato (Tabela 4), contrariando os resultados obtidos por Melhorança Filho et al. (2010), em que ambos os componentes de produção decresceram linearmente à medida que se aumentou a dose de glifosato na cultura da soja. Os resultados do presente estudo levam a evidência de que estas são características determinadas pelo próprio genótipo, sendo pouco influenciadas por práticas de

manejo, conforme ressaltado por Kappes et al. (2008) em pesquisa com feijão. Na cultura do milho, Sangoi et al. (2002) relataram que a massa de sementes é o componente produtivo menos afetado por variações nas práticas de manejo. Todavia, é oportuno destacar que o número de sementes por vagem e a massa de sementes da crotalária, em determinadas épocas e condições climáticas, podem ser influenciados negativamente, especialmente durante a fase reprodutiva da cultura sob déficit

hídrico e temperaturas elevadas. Por outro lado, Silva et al. (2009) avaliaram subdoses de glifosato (0; 10; 20; 30 e 40 g ha<sup>-1</sup>) aplicadas aos 25 dias após a emergência da cultura do feijão comum, quando as plantas estavam no estágio V<sub>4</sub> (quarta folha trifoliolada completamente formada) e verificaram efeito do herbicida sobre a massa de cem sementes. Até a dose de 20 g ha<sup>-1</sup>, os referidos autores constataram incremento na massa de sementes e a partir disso, houve redução, indicando o início da fitotoxicidade do produto. Contudo, é oportuno ressaltar que o objetivo do trabalho de Silva et al. (2009) foi verificar a ocorrência do “efeito hormético” em resposta as subdoses de glifosato, ou seja, o estímulo no desenvolvimento vegetal proporcionado pela utilização de substância considerada tóxica em doses muito menores que a utilizada (CALABRESE; BALDWIN, 2002). Velini et al. (2008) verificaram o “efeito hormético” na cultura do milho, soja, eucalipto e *Pinus* sp. a partir de 1,8 até 36 g ha<sup>-1</sup> de glifosato. Os autores afirmam que para a soja e o milho, os resultados indicaram incrementos máximos da massa de matéria seca da

parte aérea de 27,8 e 25,5% para as doses de 14,2 e 22,6 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

A produtividade da cultura foi afetada apenas pelas variações nas doses de glifosato (Tabela 4). No tocante a análise de regressão para o efeito de doses, observa-se que à medida que foi aumentando-as, houve redução linear de produtividade (Figura 4), verificando-se maior produtividade no tratamento testemunha (165,2 kg ha<sup>-1</sup>). A equação permite inferir que para cada aumento de 30 g ha<sup>-1</sup> de glifosato, ocorreu redução de 13,0 kg ha<sup>-1</sup> na produtividade da cultura. Portanto, em campos de produção de sementes de crotalária não se recomenda a aplicação de subdoses de glifosato na cultura visando simplesmente a diminuição na altura de planta e melhores condições de colheita mecanizada. Os dados de produtividade obtidos nesse estudo levam a tal consideração. Os resultados mostraram-se condizentes aos obtidos por Melhorança Filho et al. (2010), ao relatarem que a produtividade da soja (cultivar CD-216) decresceu de maneira proporcional ao aumento das doses de glifosato aplicadas.



**Figura 4.** Produtividade de *Crotalaria juncea* em função de subdoses de glifosato. Selvíria – MS, Brasil (2010). Teste F: (\*\*) Significativo a 1% de probabilidade.

Silva et al. (2009) obtiveram incremento na produtividade do feijão até a dose de 10 g ha<sup>-1</sup> de glifosato, constatando-se início de fitotoxicidade do produto e redução de produtividade da cultura a partir desta dose. Com certa similaridade, Furlani Junior et al. (2009) avaliaram o efeito de subdoses de glifosato (0,0; 3,6; 7,2; 10,8; 14,2; 18,0; 27,0; 36,0; 54,0 e 72,0 g ha<sup>-1</sup>) na cultura do algodão e verificaram que tanto a produtividade quanto o número de capulhos foram afetados pela aplicação do produto. Os resultados de produtividade revelaram a manifestação do “efeito hormético” na cultura, pois até a dose de 23,0 g ha<sup>-1</sup> de glifosato, os autores constataram incremento na produtividade

e a partir desse ponto, houve redução nessa variável, devido ao início da fitotoxicidade do produto, conforme evidenciado por Silva et al. (2009). Já os valores de números de capulhos foram incrementados somente até a dose de 10,0 g ha<sup>-1</sup> do produto.

A aplicação de glifosato em subdoses pode ser considerada uma ferramenta importante em regular a altura de planta de *Crotalaria juncea* quando se trata de campos de produção de sementes o que conseqüentemente, poderá favorecer a colheita mecanizada. Mas, infelizmente, influencia negativamente o produto de importância econômica, isto é, as sementes. Outro aspecto a ser destacado



refere-se ao número de ramos por planta. Teoricamente, quando se aumenta o número de ramificações por planta, a possibilidade de se obter ganhos de produtividade é acompanhada. Porém, nem sempre isso é válido. Comprova esta hipótese o fato de que apesar de o glifosato ter proporcionado aumento do número de ramos, a produtividade reduziu linearmente com o incremento das doses de glifosato. Ao mesmo tempo, mostra a necessidade da realização de mais estudos com a utilização de glifosato, principalmente quando se trata de subdoses de aplicação.

A produtividade média obtida neste estudo foi considerada baixa (114,3 kg ha<sup>-1</sup>), aquém do potencial genético que a cultura apresenta, e isso pode ser atribuída a pelo menos dois fatores: (i) incidência de oídio (*Erysiphe polygoni* DC) na fase reprodutiva da cultura e; (ii) ataque da lagarta-das-vagens-da-crotalária [*Utetheisa ornatrix* (L.)] (Lepidoptera: Arctiidae), comumente encontrada

nas lavouras, que em função da época de incidência e do porte das plantas nesta ocasião, dificultou a aplicação de produtos específicos ao seu manejo.

## CONCLUSÃO

Apesar de o glifosato ter proporcionado redução na altura de planta e aumento do número de ramos na *Crotalaria juncea*, não se recomenda a aplicação de subdoses do produto por afetar a produtividade da cultura.

## AGRADECIMENTOS

À Unesp/Campus de Ilha Solteira, pelos recursos humanos e materiais, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa de estudo concedida ao primeiro autor.

---

**ABSTRACT:** The use of glyphosate sub-lethal rates can be an alternative to reduce the plant height of sunn hemp, facilitating its mechanical harvest. However, little known on the other effects that its application can result in this culture. This work aimed to evaluate the influence of application times (10; 20 and 30 days after the emergence) and glyphosate sub-lethal rates (0; 30; 60; 90 and 120 g ha<sup>-1</sup>), on the vegetative and reproductive development of *Crotalaria juncea* cultivated in no-tillage system. The experiment was conducted between the January and June months of year 2010, in Selvíria, Mato Grosso do Sul State, Brazil, on a clayey Rhodic Haplustox (20° 20' S and 51° 24' W). The experiment design was randomized blocks in factorial arrangement 3 x 5 (application times x glyphosate rates), with four replicates. Were measured agronomic characters and productivity and the results undergone to the test F, being the times averages compared by Tukey test ( $P < 0.05$ ) and of rates by regression analysis. The stem diameter, seeds number per pod and mass of one thousand seeds not were affected by glyphosate application. Despite the glyphosate have provided reduction in plant height and increase of the branches number in *Crotalaria juncea*, not recommended the sub-lethal rates application of product per of affect straightly the culture productivity.

**KEYWORDS:** *Crotalaria juncea*. Development stage. Herbicide. No-tillage system. Productivity.

---

## REFERÊNCIAS

- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.
- BENNETT, P. G.; MONTES, G. Effect of glyphosate formulation on sugarcane ripening. **Sugar Journal**, New Orleans, v. 66, n. 1, p. 22, 2003.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. S.; CARVALHO, J. E. B. **Plantas melhoradoras do solo**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. 5 p.
- CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A. Applications of hormesis in toxicology, risk assessment and chemotherapeutics. **Trends in Pharmacological Sciences**, Amsterdam, v. 23, n. 7, p. 331- 337, 2002.
- CENTURION, J. F. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira. **Científica**, Jaboticabal, v. 10, n. 1, p. 57-61, 1982.
- DOURADO, M. C.; SILVA, T. R. B.; BOLONHEZI, A. C. Matéria seca e produção de grãos de *Crotalaria juncea* L. submetida à poda e adubação fosfatada. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 287-293, 2001.

- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- ERASMO, E. A. L.; AZEVEDO, W. R.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, A. M.; GARCIA, S. L. R. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 3, p. 337-342, 2004.
- FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. Modificação na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, 2001.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**: sistema de análise de variância para dados balanceados. Versão 5.0. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003.
- FURLANI JUNIOR, E.; NEVES, D. C.; VALÉRIO FILHO, V. V.; MARINHO, J. F.; SILVA, P. R. T.; RINCÃO, T. Efeito de subdoses de glifosato na produtividade do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 1295-1300.
- GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. **Glifosato**: alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura. São Paulo: ACADCOM, 2005. 66 p.
- GRUYS, K. J.; SIKORSKI, J. A. Inhibitors of tryptophan, phenylalanine, and tyrosine biosynthesis as herbicides. In: SINGH, B. K. (Ed.). **Plant amino acids**: biochemistry and biotechnology. New York: Marcel Dekker, 1999. p. 357-384.
- GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. Managing carbon and nitrogen in tropical organic farming through green manuring. In: ADETOLA BADEJO, M.; TOGUN, A. O. (Eds.). **Strategies and tactics of sustainable agriculture in the tropics**. Ibadan: College Press, 2004. p. 125-140.
- KAPPES, C.; WRUCK, F. J.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M. Componentes produtivos de cultivares de feijão comum em cultivo safrinha. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9., 2008, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. p. 510-513. (Documentos IAC, 85).
- KRUSE, N. D.; TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores da EPSPS: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília, v.1, n. 2, p.139-146, 2000.
- LUZ, P. H. C.; VITTI, G. C.; QUINTINO, T. A.; OLIVEIRA, D. B. **Utilização de adubação verde na cultura da cana-de-açúcar**. ESALQ/USP: Piracicaba, 2005. 53 p.
- MELHORANÇA FILHO, A. L.; MARTINS, D.; PEREIRA, M. R. R.; ESPINOSA, W. R. Efeito de glyphosate sobre características produtivas em cultivares de soja transgênica e convencional. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 322-333, 2010.
- PEREIRA, A. J.; GUERRA, J. G. M.; MOREIRA, V. F.; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S.; POLIDORO, J. C.; ESPINDOLA, J. A. A. **Desempenho agrônomo de *Crotalaria juncea* em diferentes arranjos populacionais e épocas do ano**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 4 p. (Comunicado Técnico, 82).
- PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5. ed. Londrina: Grafmarke, 2005. 591 p.
- SANGOI, L.; GRACIETTI, M. A.; RAMPAZZO, C.; BIANCHETTI, P. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 39-51, 2002.

SILVA, J. C.; ARF, O.; NEVES, D. C.; KURIYAMA, C. S.; GERLACK, G. A. X. Subdoses de glyphosate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro comum no período de inverno. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 21., 2009, São José do Rio Preto. **Anais...** São José do Rio Preto: UNESP, 2009. p. 1-4.

SOUZA, K. B.; PEDROTTI, A.; RESENDE, S. C.; SANTOS, H. M. T.; MENEZES, M. M. G.; SANTOS, L. A. M. Importância de novas espécies de plantas de cobertura de solo para os tabuleiros costeiros. **Revista da Fapese**, Aracaju, v. 4, n. 2, p. 131-140, 2008.

TELES, A. P. B.; CARVALHO, A. T.; FERNANDES, J. M.; SOUSA, K. P.; YAMASHITA, O. M. Efeito de subdoses de glyphosate no desenvolvimento vegetativo de crotalária (*Crotalaria juncea*). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5.; JORNADA CIENTÍFICA DA UNEMAT, 2., 2009, Barra do Bugres. **Resumos...** Barra do Bugres: UNEMAT, 2009.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Eficácia de glyphosate em plantas de cobertura. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 3, p. 475-480, 2006.

VELINI, E. D.; ALVES, E.; GODOY, M. C.; MESCHÉDE, D. K.; SOUZA, R. T.; DUKE, S. O. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. **Pest Management Science**, Hoboken, v. 64, n. 4, p. 489-496, 2008.

VIATOR, B. J.; VIATOR, C.; JACKSON, W.; WAGUESPACK, H.; RICHARD JR., E. P. Evaluation of potassium-based ripeners as an alternative to glyphosate and the effects of 2,4-D on herbicidal cane ripening. **Sugar Journal**, New Orleans, v. 66, n. 1, p. 21, 2003.