

EFEITO DO DÉFICIT HÍDRICO NA EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS E NAS CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICAS DE PICÃO-PRETO

EFFECT OF WATER DEFICIT ON THE EFFICIENCY OF HERBICIDES AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF HAIR BEGGARTICKS

Hermeson dos Santos VITORINO¹; Dagoberto MARTINS²; Renata Pereira MARQUES¹; Marcos Vinícios GARBIATE³

1. Pós-graduação em Agronomia – Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, São Paulo, Brasil. vitorinohermeson@gmail.com; 2. Professor, Doutor, Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP, Botucatu, SP, Brasil. dmartins@fca.unesp.br; 3. Mestrando da Universidade Federal da Grande Dourados, MS, Brasil.

RESUMO: Este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS) e protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) no controle de *Bidens pilosa* sob duas condições hídricas, bem como determinar a influência deste déficit hídrico sob o conteúdo de carboidratos e proteínas solúveis da planta daninha. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com os tratamentos, com quatro repetições, dispostos em um esquema fatorial 4x2, sendo quatro herbicidas (fomesafen, lactofen, chlorimuron-ethyl e imazethapyr, na dose recomendada pelo fabricante) e duas condições hídricas (-0,5 MPa e -0,01 MPa). Aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos foi avaliada de forma visual a eficiência de controle dos herbicidas. Para a determinação dos solutos orgânicos foram coletadas plantas às 24, 48, 72 e 96 horas após a aplicação (HAA). Os herbicidas controlaram de forma eficiente as plantas de *B. pilosa*, com exceção do lactofen, enquanto que o déficit hídrico afetou a eficiência de controle de todos os herbicidas testados. O conteúdo de carboidratos solúveis aumentou com a imposição do déficit hídrico, contudo, os herbicidas e o déficit hídrico proporcionaram redução de proteínas solúveis nas plantas de *B. pilosa*.

PALAVRAS-CHAVE: Carboidratos. Proteínas. *Bidens pilosa*.

INTRODUÇÃO

A espécie *Bidens pilosa* L., popularmente conhecida como picão-preto, ocorre espontaneamente em regiões tropicais e subtropicais, sendo uma das importantes plantas daninhas na América do Sul. Essa planta é encontrada em praticamente todo o território brasileiro, com maior concentração nas áreas agrícolas da região Centro-Sul (KISSMANN; GROTH, 1999).

Existem muitos componentes do ambiente agrícola que afetam negativamente a produção agrícola, sendo as plantas daninhas um dos fatores mais importantes, relacionados a interferências diretas. O grau de interferência das plantas daninhas com as culturas em geral, depende de uma série de fatores como a comunidade infestante (espécie, densidade e distribuição espacial), a cultura (cultivar), o manejo (espaçamento, densidade de plantio, sistema de plantio, etc.), além dos fatores ambientais (clima, solo, estresses, etc.) (BALBINOT Jr.; FLECK, 2005)

Todos esses fatores podem acarretar em mudanças nas estruturas e composição das plantas, e que posteriormente podem mudar a absorção e translocação dos herbicidas, causando um decréscimo em sua absorção (ROMAN et al., 2005).

Fomesafen e lactofen são herbicidas utilizados na cultura da soja, pertencendo ao grupo químico dos difeniléteres e tendo como mecanismo de ação a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005). Por outro lado, os herbicidas chlorimuron-ethyl e imazethapyr, apesar de pertencerem a grupos químicos diferentes, possuem o mesmo mecanismo de ação, atuando na inibição da enzima acetolactato sintase (ALS), que atua na rota da síntese de aminoácidos ramificados (OLIVEIRA Jr., 2011).

Roman et al. (2005) observaram que as plantas *Euphorbia heterophylla* sob déficit hídrico quando submetidas a aplicação de carfentrazone-ethyl apresentavam menor controle, enquanto aquelas que receberam os tratamentos em condições adequadas de umidade apresentaram um maior controle. No estudo de estresse em *Brachiaria plantaginea* no estágio de 4-6 folhas com aplicação de fluazifop-p-butyl, Pereira et al. (2010), observaram um controle de 78,25% para plantas com estresse hídrico, enquanto que plantas de *B. plantaginea* em condições adequadas de umidade o controle foi de 99,0%. Assim, torna-se importante saber como o déficit hídrico pode influenciar a ação de herbicidas no controle de plantas daninhas.

A aplicação de herbicidas proporciona um distúrbio na formação de carboidratos e proteínas em correlação com um distúrbio no perfil de

aminoácidos em resposta as doses desses herbicidas (SCARPONI et al, 1997).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de herbicidas inibidores da ALS e PROTOX aplicados em pós-emergência em plantas de *Bidens pilosa* L. quando submetidas a déficit hídrico, bem como a ação destes sobre algumas características bioquímicas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação no Departamento de Produção Vegetal, Setor Agricultura, da Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, no município de Botucatu – São Paulo, cujas coordenadas geográficas são 22°51'03" de latitude sul e 48°25'37" de longitude oeste, com altitude de 786 m.

A espécie utilizada foi *Bidens pilosa*, cultivada em vasos plásticos de 2 L, mantidos em casa de vegetação. Foi realizada adubação do solo de acordo com a análise química (Tabela 1). A descrição textural do solo foi classificada como média pela análise granulométrica (65,6% de areia, 6,7% de silte e 27,7% de argila).

O solo, antes do plantio, foi seco ao ar, revolvido duas vezes por semana até peso constante, com o objetivo de reduzir a um mínimo de umidade no solo, que foi de 3%, para realização dos cálculos de reposição de água, de acordo com a curva de retenção, enquanto que as relações entre os potenciais de água e porcentagem de umidade do solo encontra-se na Tabela 2. Para obtenção da curva de retenção de água foi utilizada a placa de pressão de Richards (RICHARDS, 1947; KLAR, 1984).

Tabela 1. Análise química do solo Latossolo Vermelho-escuro Distrófico utilizado no experimento. Botucatu/SP, 2010

Análise química									
pH	M.O.	P _{resina}	H+Al ³⁺	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----			-----%-----			
4,1	22	2	56	0,2	2	1	3	60	6

Tabela 2. Relações entre teores e potenciais de água do solo utilizado no estudo. Botucatu, SP, 2010

	Água Retida (dm ³ dm ⁻³)							
	Tensão (MPa)							
	Saturado	-0,01	-0,03	-0,05	-0,07	-0,1	-0,5	-1,5
Umidade Base Massa Seca (%)	39	14	13	11	10	10	9	8

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com os tratamentos dispostos em um esquema fatorial 4x2, sendo quatro herbicidas: fomesafen (250 g i.a. ha⁻¹), lactofen (180 g i.a. ha⁻¹), chlorimuron-ethyl (80 g i.a. ha⁻¹) e imazethapyr (100 g i.a. ha⁻¹) e duas condições hídricas, com quatro repetições. As condições hídricas utilizadas no experimento foram: 1) Solo sem déficit hídrico: capacidade de campo, umidade de 14% (-0,01 MPa) e 2) solo com déficit hídrico, umidade de 9% (-0,5 MPa).

Um tratamento controle (sem aplicação dos herbicidas) foi incluído como comparação para cada umidade de solo e para cada herbicida. A aplicação dos herbicidas foi realizada aos 30 DAE, sendo que no momento da aplicação as plantas daninhas apresentavam-se com 4 a 6 pares de folhas definitivas.

Os tratamentos químicos foram aplicados utilizando-se um pulverizador costal, pressurizado a CO₂, equipado com um reservatório de calda de 2,0 L. O equipamento foi regulado para proporcionar um consumo de calda de 200,0 L ha⁻¹. A barra de aplicação estava munida de duas pontas tipo jato plano "Teejet" XR 11002VS, distanciadas 50 cm entre si.

As avaliações visuais de controle foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 DAA, através de uma escala de percentual de notas, na qual 0 (zero) correspondeu a nenhuma injúria demonstrada pelas plantas e 100 (cem) a morte das plantas, segundo a Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995).

As coletas para as análises bioquímicas (carboidratos solúveis e proteínas solúveis) foram realizadas às 24, 48, 72 e 96 horas após a aplicação (HAA) dos herbicidas e para essas análises foram

retiradas apenas as folhas de uma planta de cada repetição, sendo estas coletas realizadas nas primeiras horas da manhã, as testemunhas foram determinadas a partir de plantas sob déficit hídrico e sem a aplicação de herbicidas.

As análises de carboidratos e proteínas solúveis foram realizadas a partir de 20,0 mg do material liofilizado das plantas de *B. pilosa*. No qual os carboidratos solúveis foram determinados pelo método da reação sulfúrica com fenol a 5% de acordo com Dubois et al. (1956). As determinações de proteínas solúveis foram realizadas com o reagente Coomassie Brilliant Blue G-250 para ligação dessas proteínas ao corante foram realizadas segundo Bradford (1976). Todas as amostras foram dosadas em duplicata e os resultados expressos em mg g⁻¹ massa seca.

Todos os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste “F” e as suas médias comparadas entre si pelo teste de Tukey com $p \leq 0,05$, utilizando o programa estatístico SISVAR 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os herbicidas pesquisados proporcionaram alto controle das plantas de *B. pilosa*, exceto para o herbicida lactofen que apresentou um controle abaixo de 80% (Tabela 3). Aos 7 dias após a aplicação (DAA), nota-se que o controle foi mais rápido com a utilização dos herbicidas fomesafen e lactofen do que os herbicidas imazethapyr e chlorimuron-ethyl.

Aos 14 DAA, os herbicidas imazethapyr e chlorimuron-ethyl proporcionaram o menor controle, seguido do lactofen, enquanto que o fomesafen apresentou um controle de 89%. Galon et al. (2007) trabalhando com plantas de *Portulaca oleracea* observou que aos 14 DAA o herbicida chlorimuron-ethyl proporcionou um controle de 75%, diferindo do controle proporcionado neste estudo, no qual apenas alcançou este valor aos 28 DAA.

Tabela 3. Controle de plantas de *Bidens pilosa* em diferentes épocas de avaliação, sob interação entre herbicida e a condição hídrica do solo. Botucatu/SP, 2010

Herbicida	Controle (%)							
	7 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA	
	Condição hídrica (MPa)							
	-0,01	-0,5	-0,01	-0,5	-0,01	-0,5	-0,01	-0,5
fomesafen ⁽¹⁾	84 aA	50 aB	89 aA	52 aB	95 aA	60 aA	92 aA	55 aA
lactofen	41 bA	56 aA	60 abA	54 aA	80 aA	42 aA	74 aA	40 aA
chlorimuron-ethyl ⁽²⁾	28 bcA	22 bA	58 abA	42 aA	76 aA	53 aA	81 aA	63 aA
imazethapyr	21 cA	17 bA	53 bA	35 aA	61 aA	36 aA	80 aA	66 aA
C.V. (%)	24,6		28,7		24,6		20,4	

¹ Adicionou-se Agral (0,1% v/v); ² Adicionou-se Assist (0,5% v/v). Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). DAA – Dias após a aplicação; (-0,01) – sem estresse; (-0,5) – com estresse.

Os herbicidas fomesafen e lactofen apresentaram controle superior a 80%, sendo ótimo controle para o fomesafen, aos 21 DAA, enquanto que o chlorimuron-ethyl e imazethapyr permaneceram abaixo de 80% de controle.

Aos 28 DAA, o chlorimuron-ethyl e imazethapyr proporcionaram controle de 81% e 80%, respectivamente. O lactofen teve seu controle reduzido, enquanto que o fomesafen apresentou controle acima de 90%, corroborando com os resultados observados por Escher (2001), que com de plantas de *B. pilosa* aspergidas com o fomesafen apresentaram controle superior a 90% aos 28 DAA.

Os herbicidas foram influenciados pelo déficit hídrico, o que resultou em diminuição do controle das plantas de *B. pilosa*, porém não houve

interação significativa entre os herbicidas e o déficit hídrico aos 21 e 28 DAA, ocorrendo apenas aos 7 e 14 DAA para o herbicida fomesafen.

Aos 7 DAA, todos os herbicidas apresentaram controle insatisfatório, exceto para o fomesafen que em condições sem estresse proporcionou controle muito bom, porém com a imposição do déficit hídrico esse herbicida teve sua eficiência reduzida (Tabela 3). Já, aos 14 DAA, o fomesafen apresentou uma redução de aproximadamente 42% de controle quando as plantas foram submetidas ao estresse hídrico. Plantas de *Amaranthus hybridus* pulverizadas com fomesafen e submetidas ao teor de água no solo de 22% apresentou um controle de 74,7%, porém quando o solo encontrava-se com 10% de umidade

esse controle foi reduzido para 50,5%, o que sugere menor eficiência deste herbicida com o baixo teor de água no solo (ZANATTA et al., 2008).

A análise de variância demonstrou que nas avaliações de conteúdo de carboidratos e proteínas solúveis em plantas de *B. pilosa* não houve interação significativa entre as doses dos herbicidas e a condição hídrica, indicando que esses fatores

influenciaram os osmorreguladores analisados isoladamente.

Registra-se que, às 24 horas após a aplicação (HAA) dos tratamentos, com exceção do imazethapyr, todos os demais herbicidas testados proporcionaram conteúdos de carboidratos solúveis semelhantes aos encontrados na testemunha (tratamento sem aplicação herbicida) (Tabela 4).

Tabela 4. Carboidratos solúveis de *Bidens pilosa* após a aplicação de herbicidas em diferentes épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2010

Herbicida	Doses (g i.a. ha ⁻¹)	Carboidratos Solúveis (mg g ⁻¹ massa seca)			
		24 HAA	48 HAA	72 HAA	96 HAA
testemunha	-	1,17 a	1,53 ab	1,51 ab	1,59 bc
fomesafen ⁽¹⁾	250	1,13 a	1,24 b	1,27 c	1,25 c
lactofen	180	1,03 ab	1,43 ab	1,56 ab	1,96 ab
chlorimuron-ethyl ⁽²⁾	80	1,22 a	1,32 ab	1,36 bc	1,79 b
imazethapyr	100	0,78 b	1,55 a	1,71 a	2,25 a
C.V. (%)	-	17,2	14,9	10,0	14,3

¹ Adicionou-se Agral (0,1% v/v); ² Adicionou-se Assist (0,5% v/v). Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05). HAA – Horas após a aplicação

Às 48 HAA, os conteúdos de carboidratos solúveis encontrados na planta daninha devido à ação dos diferentes herbicidas não diferiram da testemunha, porém o fomesafen proporcionou um menor conteúdo quando o relacionamos com o imazethapyr.

Já, em 72 HAA, apenas a aplicação de fomesafen proporcionou valores menores que os da testemunha e ao final das avaliações, em 96 HAA o fomesafen apresentou o menor conteúdo de carboidratos.

A condição de déficit hídrico imposta alterou o conteúdo de carboidratos solúveis nas plantas de *B. pilosa*, houve um aumento significativo desses solutos orgânico as 24, 48, 72 e 96 HAA, no qual o maior conteúdo de carboidratos foi encontrado às 96 HAA (Figura 1a). Como o estresse hídrico causado pela seca se desenvolve de maneira gradual, há uma sequência de eventos que ocorrem, sendo a primeira e mais sensível a diminuição do processo de crescimento em consequência da redução da turgescência, em contrapartida, ocorre o aumento de solutos orgânicos (LARCHER, 2006).

Segundo Bray (1997), isto se deve ao fato de que com a diminuição do nível de água do solo, a planta responde osmoticamente com o aumento dos conteúdos desses carboidratos, com o intuito de adaptar-se ou ajustar-se ao ambiente com falta de água. Martins (2008) observou que plantas de nim

indiano (*Azadirachta indica* A. Juss) com 40% capacidade de campo, apresentaram um aumento no conteúdo de carboidratos solúveis em torno de 57% após 30 dias do início do tratamento de déficit hídrico.

Os resultados de proteínas solúveis encontrados nas plantas de *B. pilosa* podem ser observados na Tabela 5. Os herbicidas reduziram o teor de proteínas, enquanto que na testemunha esses teores foram superiores.

Quando os resultados foram observados para os herbicidas aplicados houve um decréscimo nos níveis de proteínas, não sendo verificado apenas para o fomesafen, no qual os valores oscilaram. A redução da formação de proteínas foi observado por Scarponi et al. (1995) em *Glycine max* L. tratada com imazethapyr e Scarponi et al. (1997) em . tratada com chlorimuron-ethyl e imazethapyr, herbicidas inibidores da ALS.

Às 24 HAA, o herbicida que proporcionou o maior teor de proteínas foi o fomesafen, sendo semelhante à testemunha e superior aos demais herbicidas, com exceção ao chlorimuron-ethyl. Às 48 HAA apenas o herbicida fomesafen diferiu da testemunha, enquanto a redução para os outros tratamentos não foi significativa.

Já, os teores de proteínas solúveis, às 72 HAA, voltaram a ser menores para os herbicidas fomesafen, lactofen e chlorimuron-ethyl, sendo o primeiro com o menor valor. O único herbicida que

não diferiu da testemunha, proporcionando um elevado teor de proteínas, foi o imazethapyr.

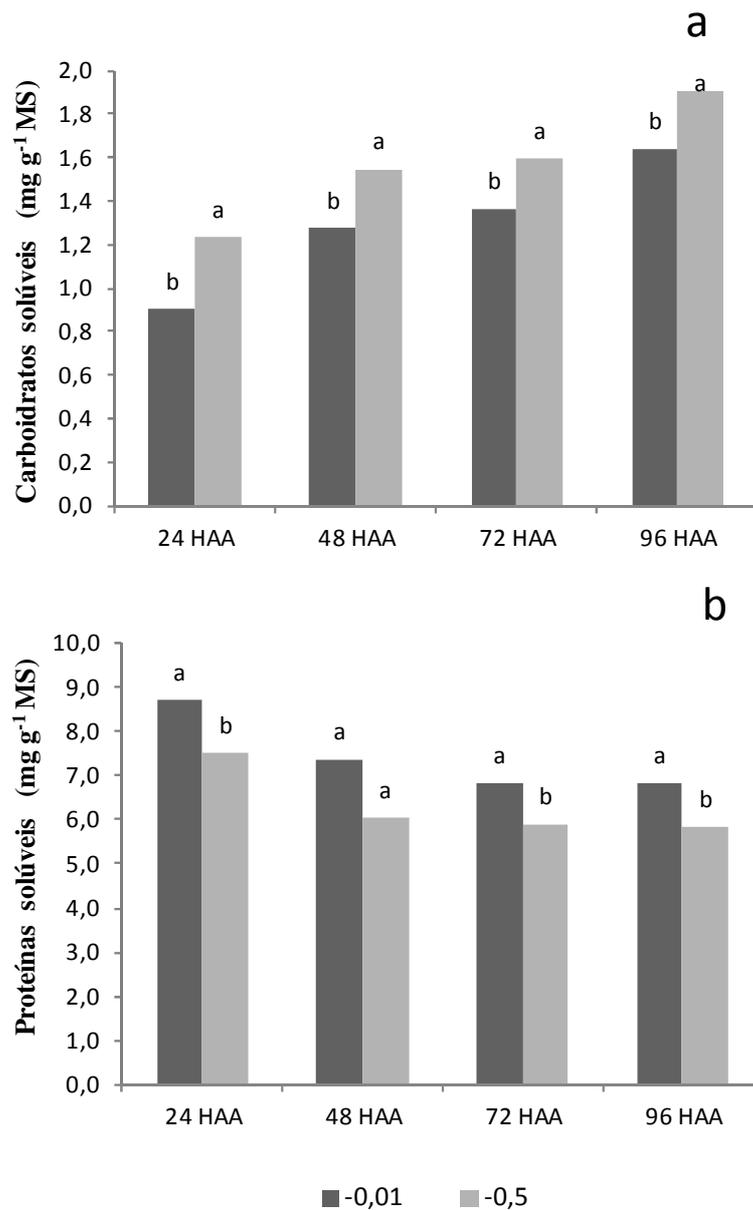


Figura 1. Conteúdo de carboidratos solúveis (a) e teor de proteínas solúveis (b) em plantas de *Bidens pilosa* em horas após a aplicação (HAA) de alguns herbicidas, sob duas condições hídricas (-0,01 MPa – sem estresse hídrico e -0,5 MPa – com estresse hídrico).

Tabela 5. Proteínas solúveis de *Bidens pilosa* após a aplicação de herbicidas, em diferentes épocas de avaliação. Botucatu/SP, 2010

Herbicida	Doses (g i.a. ha ⁻¹)	Proteínas Solúveis (mg g ⁻¹ massa seca)			
		24 HAA	48 HAA	72 HAA	96 HAA
testemunha	-	10,76 a	9,44 a	9,82 a	8,28 a
fomesafen ⁽¹⁾	250	10,07 a	4,42 b	3,49 c	7,04 ab
lactofen	180	5,70 b	6,34 ab	5,99 b	5,49 b
chlorimuron-ethyl ⁽²⁾	80	7,73 ab	6,09 ab	4,15 c	5,37 b
imazethapyr	100	6,25 b	7,20 ab	8,39 a	5,49 b
C.V. (%)	-	30,0	38,5	16,6	23,7

¹ Adicionou-se Agral (0,1% v/v); ² Adicionou-se Assist (0,5% v/v). Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (p≤0,05). HAA – Horas após a aplicação

As plantas de *B. pilosa* quantificadas às 96 HAA mostraram que o herbicida fomesafen foi o único que não proporcionou um decréscimo no teor de proteínas solúveis sendo semelhante à testemunha. Os herbicidas inibidores da ALS parecem proporcionar um distúrbio na formação das proteínas em correlação com um distúrbio no perfil de aminoácidos em resposta a esses inibidores (chlorimuron-ethyl e imazethapyr) diminuindo assim o teor dessas proteínas (SCARPONI et al., 1997).

Souza (2009) observou aumentos lineares de proteínas solúveis em plantas de *Emilia coccínea* e *Digitaria horizontalis*, em função da aplicação da mistura de herbicidas (clomazone+ametrina), sendo, assim, contrário aos resultados encontrados para os herbicidas utilizados neste estudo.

Quando as plantas de *B. pilosa* foram submetidas ao déficit hídrico ocorreu uma redução nos teores de proteínas solúveis as 24, 72 e 96 HAA,

exceto às 48 HAA (Figura 1b). Houve um decréscimo médio quando as plantas foram submetidas ao déficit hídrico de aproximadamente 1,112 mg g⁻¹ massa seca.

CONCLUSÕES

As plantas de *B. pilosa* foram controladas de forma satisfatória pelos herbicidas fomesafen, chlorimuron-ethyl e imazethapyr e que o lactofen foi ineficiente.

Com as condições descritas neste estudo, sugere-se que o déficit hídrico reduz a eficiência dos herbicidas.

O aumento do conteúdo de carboidratos solúveis é dependente da condição hídrica e do herbicida aplicado e os teores de proteínas solúveis foram reduzidos com a aplicação dos herbicidas e a imposição do déficit hídrico.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate conditions the effectiveness of acetolactate synthase (ALS) and protoporphyrinogen oxidase (PROTOX) inhibitors in the *Bidens pilosa* control under two water deficit conditions, as well as to determine the influence of water deficit under the contents of soluble carbohydrates and protein of weed. The experimental design was randomized completely design with the treatments, with four replications, setup in a factorial scheme 4x2, with four herbicides (fomesafen lactofen, chlorimuron-ethyl and imazethapyr), and two water conditions (-0.5 MPa and -0.01MPa). At 7, 14, 21 and 28 days after application (DAA), was assessed visually control efficiency of herbicides. For the determination of organic solutes plants were collected at 24, 48, 72 and 96 hours after application (HAA). Herbicides controlled efficiently plants of *B. pilosa*, except lactofen, whereas the water deficit affected the efficiency of control of all the herbicides. The soluble carbohydrate content increased with the imposition of water deficit, however, herbicides and water deficit further reduction of soluble proteins in plants of *B. pilosa*.

KEYWORDS: Carbohydrates. Protein. *Bidens pilosa*.

REFERÊNCIAS

- BALBINOT JUNIOR, A. A.; FLECK, N. G. Manejo de plantas daninhas na cultura de milho em função do arranjo especial de plantas e características dos genótipos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 245-252, 2005.
- BRADFORD, M. A rapid and sensitive method for quatitation of microgram quantities of protein utilizing the principle-dye binding. **Analytical Biochemistry**, Saint Louis, v. 72, n. 1-2, p. 248-254, 1976.
- BRAY, E. A. Plant responses to water deficit. **Trends in Plant Science**, Amsterdam, v. 2, n.2, p. 48-54, 1997.
- DUBOIS, M. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical chemistry**, Chapel Hill, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.
- GALON, L. et al. Controle de plantas daninhas e seletividade de herbicidas à cultura da soja, aplicados em dois volumes de calda. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 325-330, set. 2007.
- KLAR, A. E. Evapotranspiração. In: KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1984. 408 p.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2ª ed. São Paulo: BASF, 1999. Tomo II. 978 p.

LACHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Translition: Padro CHBA. Ed. Rima, São Carlos, 2006.

MARTINS, M. O. **Aspectos fisiológicos do nim indiano sob déficit hídrico em condições de casa de vegetação**. 2008. 84f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008.

OLIVEIRA Jr., R. S. Mecanismo de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA Jr., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Coord.). **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba, PR: Omnipax, 2011. p. 141-192.

PEREIRA, M. R. R. et al. Efeitos de herbicidas sobre plantas de *Brachiaria plantaginea* submetidas a estresse hídrico. **Planta Daninha**. Viçosa-MG, v. 28, número especial, p. 1047-1058, 2010.

RICHARDS, L. A. Pressure-membrane apparatus, construction and use. **Agronomy Engineering**, Madison, v. 28, p. 451-454, 1947.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5ª ed. Londrina, PR: Grafmarke, 2005. 591 p.

ROMAN, E. S.; VARGAS, L.; RIBEIRO, M. C. F. Efeito do teor de umidade do solo na seletividade e na eficácia de carfentrazone-ethyl no controle de plantas daninhas na cultura da soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Passo Fundo, v. 4, n. 2, 2005.

SCARPONI, L. et al. Effects of chlorimuron-ethyl, imazethapyr and propachlor on free amino acids e protein formation in *Vicia faba* L. **Journal Agriculture Food Chemical**, Davis, v. 45, n. 9, p. 3652-3658, 1997.

SCARPONI, L.; NEMAT ALLA, M. M.; MARTINETTI, L. Consequences on nitrogen metabolism in soybean (*Glycine max* L.) as a result of imazethapyr action on acetohydroxyacid synthase, **Journal Agriculture Food Chemical**, Davis, v. 43, n. 3, p. 809-814, 1995.

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

SOUZA, F. C. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos de *Emilia coccínea* (Sims) F. Don e *Digitaria horizontalis* Wild. submetidas à mistura de clomazone+ametrina**. 2009. 48f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, 2009.

ZANATTA, J. F. et al. Teores de água no solo e eficácia do herbicida fomesafen no controle de *Amaranthus hybridus*. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 1, p. 143-155, 2008.