

Efeito de doses de herbicida inibidor do fotossistema II em plântulas de *Brachiaria decumbens* spp.

Kathery Brennecke¹

Vera Lucia Monelli Sossai²

Flávia Maria Ferraz³

Bruno Almeida Carmelindo⁴

Resumo

Por meio deste trabalho, buscou-se avaliar o controle de sementes *Brachiaria decumbens* com o uso de diferentes doses de herbicida pré-emergente. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitotecnia da Universidade Camilo Castelo Branco. Foram utilizadas sementes de *Brachiaria decumbens*, submetidas a quatro tratamentos com quatro repetições, com doses de 0, 500, 1000 e 1500 mg.L⁻¹ do herbicida, dispostas no delineamento inteiramente ao acaso. Como herbicida, foi utilizado o produto Combine* 500 SC que, em sua composição, tem (5-tert-butyl-1,3,4-thiadiazol-2-yl)-1,3-dimethylurea, Tebutiurom 500 g/L (50,0% m/v). As sementes foram imersas por 2 horas em suas dosagens e depois separadas e colocadas em papel de germitest. Logo em seguida, os papéis foram enrolados e levados ao germinador com temperatura variando de 25 a 30°C, por um período de 14 dias. No final do período de germinação, foi feita a contagem da porcentagem de plântulas germinadas e a leitura do comprimento da parte aérea e da raiz, quando foi constatado que todas as variáveis foram afetadas pelo aumento das dosagens do herbicida Combine. A subdose aumentou o crescimento da parte aérea das plântulas.

Palavras-chave: Controle de germinação. Controle químico. Plantas daninhas.

Introdução

A cultura da cana-de-açúcar é uma das mais importantes atividades econômicas na história do Brasil. Atualmente, sua importância é devida à sua extensa utilidade, pois pode ser empregada para nutrição animal sob a forma de forragem e como matéria-prima para fabricação de rapadura, aguardente, açúcar e álcool. Porém, um dos principais comprometimentos para o sistema de cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é a alta infestação de plantas daninhas na cultura, a qual é capaz de interferir na produtividade e desenvolvimento da planta (KUVA et al., 2003). As perdas anuais causadas por plantas invasoras têm tido uma grande importância econômica e, nesse sentido, a *Brachiaria decumbens*, em áreas agricultáveis, é causadora de grandes danos, pois é uma planta de difícil controle, principalmente por possuir alta agressividade tanto vegetativa quanto reprodutiva. (BRAZ; DURIGAN, 1992; DITOMASO, 2000).

Para amenizar as perdas de produção e evitar a elevação de custos, o uso do controle químico de plantas invasoras é uma prática no Brasil e é realizado com o uso de herbicidas pré e pós-emergentes

1 Universidade Camilo Castelo Branco, *campus* Descalvado, professora doutora. katherybr@yahoo.com.br .

2 Universidade Camilo Castelo Branco, *campus* Descalvado, professora mestre. veramonelli@gmail.com .

3 Universidade Camilo Castelo Branco, *campus* Descalvado, aluna do mestrado Stricto Sensu em Produção Animal. flavia.ferra@cheminova.com.br.

4 Universidade Camilo Castelo Branco, *campus* Descalvado, aluno do curso de Agronomia. brunocarmelo87@hotmail.com.

que, aplicados em doses corretas, matam ou retardam o crescimento das plantas daninhas, tendo como vantagens a economia de mão de obra e a rapidez da aplicação (PROCÓPIO et al., 2003).

COMBINE® 500 SC é um herbicida comumente utilizado para controle de *Brachiaria decumbens* spp em cultura de cana-de-açúcar, em pré-emergência, por apresentar uma série de características favoráveis, como, por exemplo, a seletividade a essa cultura. Possui sua formulação em suspensão concentrada, em sua composição 500g/L do princípio ativo (Tebutiuron) e possui alta solubilidade (2.500mg L^{-1} a 25°C), tendo, portanto, movimentação facilitada no solo. Porém, possui uma elevada persistência, com meia vida de 12 a 18 meses (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).

Segundo Ferreira et al. (2005), é imprescindível o conhecimento do mecanismo de ação de cada herbicida para se trabalhar com segurança, por exemplo, no rodízio e na mistura de herbicidas, quando necessário, com o objetivo de prevenir o aparecimento de plantas resistentes a herbicidas.

Oliveira Jr. (2001) afirma que umas das coisas mais importantes é esclarecer a diferença entre mecanismo de ação e modo de ação, pois o mecanismo de ação diz respeito ao primeiro ponto do metabolismo das plantas onde o herbicida age. Sendo assim, o mecanismo de ação é normalmente o primeiro de uma série de eventos metabólicos que interferem na expressão final do herbicida sobre a planta. O conjunto desse evento metabólico, incluindo os sintomas visíveis da ação do herbicida sobre a planta, denomina-se modo de ação.

Pertencente ao grupo químico das ureias, o COMBINE® 500 SC tem como princípio ativo o Thibutiuron, cujo mecanismo de ação é a inibição do Fotossistema II.

Nesse mecanismo de ação, ocorre a inibição da fotossíntese bloqueando o transporte de elétrons na fase luminosa, quando a taxa de fixação de CO_2 declina poucas horas após a aplicação nas plantas sensíveis. Como um inibidor do fotossistema II, a morte das plantas acontece por outros motivos além da falta de carboidratos em decorrência da inibição da reação luminosa da fotossíntese; as plantas suscetíveis, no entanto, morrem mais rapidamente quando expostas à luz depois de pulverizadas do que quando pulverizadas e colocadas no escuro (FERREIRA et al. 2005).

Diante do exposto, justifica-se essa pesquisa com o objetivo de verificar diferentes doses (abaixo e acima da recomendada) do herbicida COMBINE 500 SC na fase de germinação de sementes de *Brachiaria decumbens*.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia da Universidade Camilo Castelo Branco, *campus* Descalvado, nos meses de julho e agosto de 2013.

Foram utilizadas sementes de *Brachiaria decumbens*, submetidas a quatro tratamentos com quatro repetições, com doses de 0, 500, 1000 e 1500 mg.L^{-1} do herbicida, dispostas no delineamento inteiramente ao acaso.

Como herbicida, foi utilizado o produto Combine® 500 SC que, em sua composição, tem (5-ter-butyl-1,3,4-thiadiazol-2-yl)-1,3-dimethylurea, Tebutiuron 500 g/L (50,0% m/v).

As sementes foram embebidas nas soluções com o herbicida e colocadas em papel de germi-test; posteriormente, foram avaliadas de acordo com seu índice de germinação (RAS, 2009) e comprimento de plântulas (ISTA, 2006).

Durante o período experimental, as sementes foram submetidas aos testes de pureza da semente (RAS, 2009) e tetrazólio (RAS, 2009) para verificar a pureza e a viabilidade das sementes utilizadas com resultados de 73,87% e 80%, respectivamente.

Os dados foram submetidos à análise de variância da regressão, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do Software ASSISTAT versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2009).

Sobre o teste de germinação, pode-se afirmar que sua finalidade é determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, o qual pode ser usado tanto para comparar a qualidade quanto para estimar o valor para semeadura em campo (RAS, 2009).

Para esse teste, duas mil sementes foram separadas e desinfestadas por 2 horas em uma solução de hipoclorito a 0,1%. Posteriormente, foram lavadas em água destilada.

Essas sementes foram separadas em 4 lotes de 400 sementes, as quais foram imersas, por 2 horas, em soluções concentradas de acordo com os tratamentos com o herbicida (0, 500, 1000 e 1500 mg.L⁻¹). A dosagem recomendada do produto é de 2,0 L/ha, correspondente a 1000 g/L do ingrediente ativo. No tratamento sem adição do regulador vegetal, as sementes foram imersas em água destilada.

O teste foi realizado em papel de germitest. Nos papéis foram colocadas duas folhas de papel filtro, das quais uma foi umedecida com 2,5 vezes seu peso de água destilada, de acordo com o recomendado pelo RAS (2009).

Posteriormente, as sementes já passadas pela imersão das concentrações, por 2 horas, foram separadas e colocadas nos papéis de germitest, com espaçamentos entre sementes de 1,5 cm e, posteriormente, enrolados no papel. Logo em seguida, foram levadas ao germinador com temperatura variando em 25 e 30°C, de acordo com o RAS (2009).

O papel de germitest foi utilizado para que não houvesse nenhuma interferência em função da aplicação do herbicida posteriormente.

Para cada tratamento foram utilizadas 400 sementes, divididas em 4 repetições de 100 sementes, totalizando 20 rolos de papéis. A área do papel de germitest utilizada foi de 37,5 cm x 30 cm.

As contagens do teste de germinação foram realizadas aos 14 dias após a semeadura, de acordo com o RAS (2009).

A germinação é um dos parâmetros da qualidade fisiológica da semente. O teste de germinação tem por objetivo determinar o potencial máximo de germinação do lote de sementes, cujo valor poderá ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e estimar o valor de semeadura no campo (ISTA, 1993).

Dentro desse contexto, o teste foi realizado para conferir a proporção de números de sementes que produziram plântulas classificadas como normais, de acordo com o que é estabelecido como padrão no RAS (2009).

Essa avaliação é obtida computando-se as plântulas normais, germinadas a partir do sétimo dia, contadas de dois em dois dias, até o término da contagem das emergências das plântulas normais ou ao final de 14 dias.

Determinar o comprimento médio das plântulas normais é importante, uma vez que existem diferenças entre plântulas, e as plântulas que expressam maiores valores, segundo Nakagawa (1999), são as mais vigorosas.

Para isso, após 14 dias de germinação, foram efetuadas leituras do comprimento, por meio de uma régua milimetrada, tanto da porção parte aérea quanto da porção raiz.

Resultado e discussão

Os resultados médios obtidos no presente experimento podem ser encontrados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados médios de germinação (%), comprimento da parte aérea e da raiz (cm) encontrados ao longo do experimento.

Tratamento	Germinação	Comprimento parte aérea	Comprimento raiz
	%	----- cm -----	
0	98,0	3,8	5,9
500	94,8	4,5	5,8
1000	87,0	3,6	2,4
1500	79,3	1,9	0,8
Regressão Linear	56,25 **	97,32 **	680,38 **
Regressão Quadrática	1,45 n.s	66,25 **	26,34 **
C.V %	4,45	8,50	8,58

Fonte: Elaboração dos autores.

Em relação à germinação, podem-se observar diferenças significativas ($p < 0,05$) na porcentagem de sementes de *Brachiaria decumbens* germinadas em função das doses de Combine, conforme demonstrado na Figura 1.

Observa-se ainda que houve um efeito linear, de proporções contrárias, em função das doses, isto é, de acordo com o aumento das doses, pode-se observar uma diminuição na porcentagem de germinação.

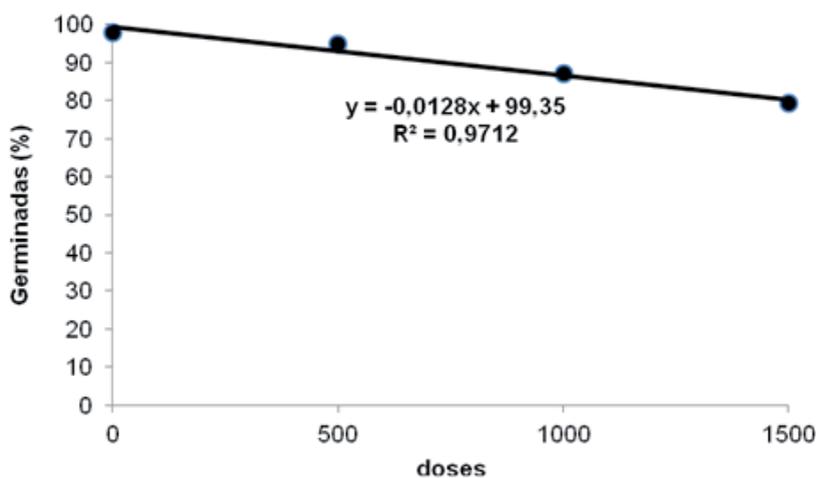


Figura 1. Porcentagem de sementes germinadas em função das doses de Combine aplicadas em *Brachiaria decumbens*.

Fonte: Elaboração dos autores.

Segundo a recomendação do RAS (2007), a dose para a cultura da cana-de-açúcar do ingrediente ativo Tebutiurum é de 0,8-1,0(L/ha) para solo arenoso, 1,0-1,2(L/ha) para solo areno-argiloso e 1,2(L/ha) para solos argilosos.

Observa-se que a subdose do produto não alterou o processo de germinação quando comparada à testemunha.

Foram encontradas diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) para o comprimento da parte aérea de *Brachiaria decumbens* spp., em função das dosagens de Combine, conforme apresentado na Figura 2.

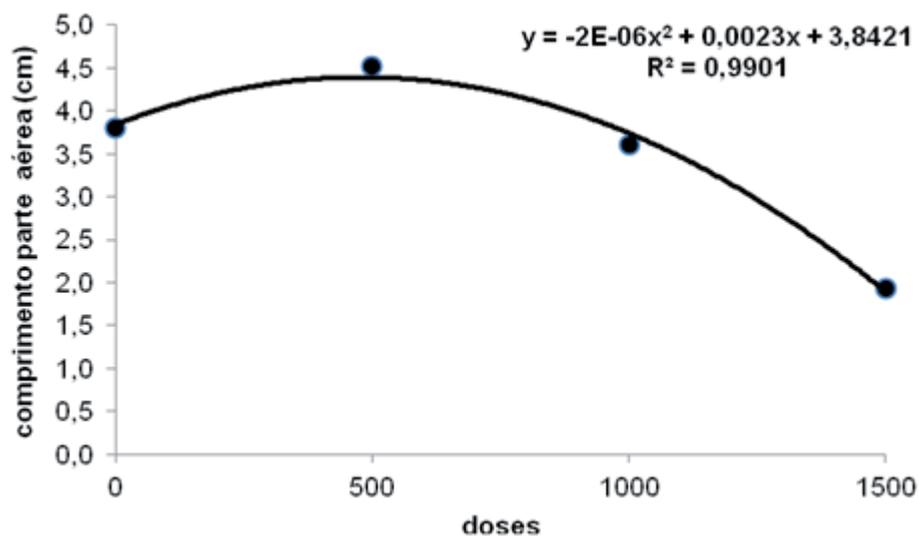


Figura 2. Comprimento da parte aérea de *Brachiaria decumbens* spp em função das doses de Combine.
Fonte: Elaboração dos autores.

Pode-se observar que, na dose de 500 mg/L do princípio ativo de Combine, foram encontrados os maiores comprimentos da parte aérea. Essa dose representa metade do valor recomendado do produto.

Essa resposta pode ser representada pelo efeito de hormese que, segundo Cox Junior (2009), é um fenômeno de dose-resposta distinguido por estimulação em baixa dosagem e inibição em alta dosagem. Essa relação bifásica tem características quantitativas bem determinadas, sendo estabelecida uma faixa bem definida de limite entre o efeito estimulante e o tóxico.

Segundo Silva et al. (2012), resultados referentes ao efeito de hormese com aplicação de herbicidas foram observados para os seguintes princípios ativos: simazine, glyphosate, paraquat e oxifluorfem, proporcionando aumento na biomassa de plantas.

O herbicida Combine é classificado como inibidor do fotossistema II, visto que obstrui a ligação do processo fotossintético, cessando o fluxo desses elétrons no sistema (MARCHI et al., 2008).

As moléculas de clorofilas, entretanto, continuam captando energia solar, e, embora a fotossíntese seja inibida, as plantas suscetíveis não morrem apenas por um déficit nutritivo, mas também pela peroxidação de lipídeos da membrana, já que o elétron que deveria ser incorporado como energia química (ATP e NADPH) forma radicais livres nas células (MARCHI et al., 2008).

Com a aplicação desses herbicidas, as plantas não são afetadas pelo processo de inibição até emergirem e começarem a fazer a fotossíntese. No caso de germinação, as primeiras folhas, apesar de serem drenos, são dependentes ainda da reserva de carboidratos das raízes, o que pode ter contribuído para o crescimento delas na testemunha, na subdose e na dosagem recomendada.

De acordo com Mark et al. (2008), os herbicidas que inibem o fotossistema II, translocados pelo xilema, controlam principalmente dicotiledôneas e algumas gramíneas apenas.

A partir da dosagem de 1000 mg/L, pode-se observar, em análise visual, os sintomas de deficiência da parte aérea. Porém, na dosagem de 500 mg/L, algumas plantas já apresentavam queimaduras, muito provavelmente pelas condições controladas de temperatura e umidade. Marchi et al. (2008) comentam que, com herbicidas à base de ureia, controladores do fotossistema II, os sintomas acontecem mais rapidamente em condições de umidade e calor constantes.

Foram encontradas diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) quando estudado o comprimento de raiz em função das dosagens de Combine, conforme demonstrado na Figura 3.

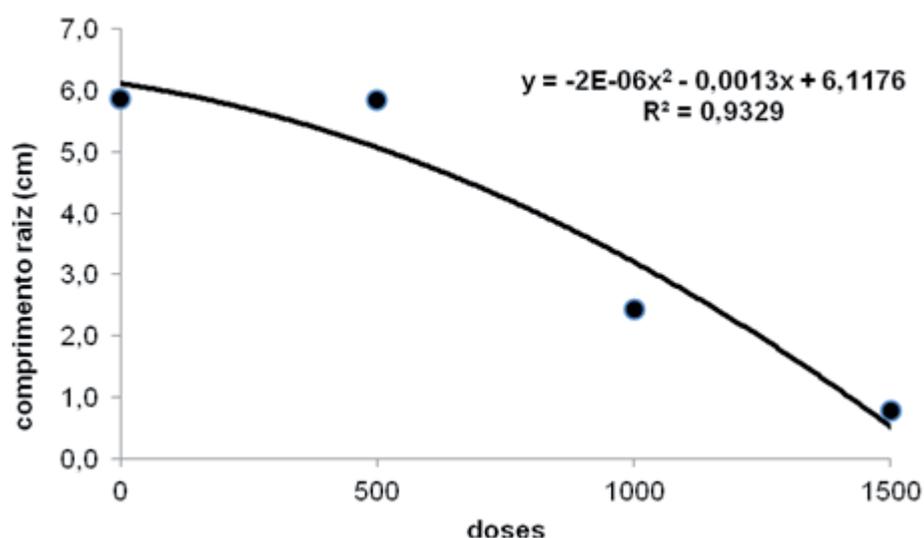


Figura 3. Comprimento da raiz de *Brachiaria decumbens* spp em função das doses de Combine. Fonte: Elaboração dos autores.

Até a dosagem de 500 g/L de ingrediente ativo (i.a), isto é, metade da dose recomendada, não houve efeito significativo em função do crescimento da raiz. Mas, com a dosagem de 1000 g/L de i.a, observam-se reduções acentuadas. Como mostra o gráfico, mesmo sem diferenças significativas, pode ser observado um discreto aumento na dosagem de 500 g/L, que pode ter sido ocasionado pelo efeito de hormose.

Em condições experimentais, avaliando todos os tratamentos visualmente em laboratório, pode-se observar que, a partir da dosagem de 1000 g/L, a raiz praticamente não se desenvolveu, havendo apenas indícios de sua presença.

Esse fato pode ter explicações no caráter químico/fisiológico da planta que, associado ao mecanismo de ação da molécula química do herbicida, poderá apresentar seletividade pela translocação diferencial das raízes das plantas para as folhas. Isso ocorre devido à presença de glândulas localizadas nas raízes e ao longo do xilema, que adsorvem esses produtos químicos, impedindo que sejam translocados até seus sítios de ação, localizados nos cloroplastos (FERREIRA et al., 2005), promovendo assim o crescimento da parte aérea e o não crescimento da raiz. Para afirmar esse evento, no entanto, outros experimentos deverão ser conduzidos.

Conclusão

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que todas as variáveis foram afetadas pelo aumento das dosagens do Herbicida Combine.

Para o crescimento da parte aérea, a subdosagem apresentou um aumento, indicando possível efeito de hormese.

The effect of photosynthesis inhibitory herbicide in *Brachiaria decumbens* spp seedings

Abstract

The aim of this study was to evaluate the control of *Brachiaria decumbens* seeds using different doses of pre-emergent herbicide. The experiments were conducted at the Laboratory of Plant Science at Camilo Castelo Branco University, we used *Brachiaria decumbens* seeds under four treatments with four replications, and doses 0, 500, 1000 and 1500 mg L⁻¹ of the herbicide, and arranged them in a completely randomized design. We used SC * 500 Combine herbicide whose composition is (5-tert-butyl-1,3,4-thiadiazol-2-yl)-1,3-dimethylurea, tebutiuron 500 g / L (50.0 % w / v). The seeds were soaked for 2 hours respectively in their dosages, and after that they were separated and put on germitest paper. Soon after, the papers were rolled up and taken to the germination chamber with temperature ranging from 25 to 30 °C for 14 days. After fourteen days of germination, we calculated the percentage of germinated seedlings and read the length of shoot and root, so it was found that all variables were affected by increasing doses of the Combine herbicide. The subdose did change the behavior of germination and seedling growth.

Keywords: Germination control. Chemical control. Weed.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

BRAZ, B. A.; DURIGAN, J. C. Eficiência biológica de herbicidas aplicados em pós emergência, isolados ou em misturas, para o controle de *Brachiaria decumbens* Stapf, na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 10, n. 5, p.15-22, 1992.

CARBONARI, C.A.; VELINI, E.D.; CORREA, M.R.; NEGRISOLI, E.; ROSSI, C.V.S.; OLIVEIRA, C.P. Efeitos de períodos de permanência de clomazone + hexazinona no solo e na palha de cana-de-açúcar antes da ocorrência de chuvas na eficácia de controle de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.28, n.1, 2010.

COX JÚNIOR, L. A. Hormesis Without Cell Killing. **Risk Analysis**, v. 29, n. 3, p. 393- 400, 2009.

DITOMASO, J. M. Invasive weeds in rangelands: species, impacts and management. **Weed Science**, Lawrence, v. 48, n. 2, p. 255-265, 2000.

FERREIRA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, R. L. Mecanismos de ação de herbicidas: an intensive course on the activity, selectivity, behavior, and fate of herbicides in plants and soils. **West Lafayette**. Purdue University, 2003. 975 p.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). International Rules for Seed Testing. **Seed Science & Technology**, 21, suplement, p. 288. 1993.

KUVA, M.A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ALVES, P.L.C.A. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.19, n.3, p.323-330, 2001.

MARCHI, G.; MARCHI, E. S. C.; GUIMARÃES, T. G. **Herbicidas: Mecanismo de ação e uso**. Documento 277 Embrapa Cerrados, 35p., 2008.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 48-85, 2009.

OLIVEIRA JR., R. S. Mecanismo de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA Jr, R.S.; CONSTANTIN, J. (Coord.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, p.209-260. 2001.

PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.; VARGAS, L.; FERREIRA, A.F. **Manejo de Plantas Daninhas na Cultura da Cana-de-açúcar**. Viçosa, MG. 2003. 150p.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 4.ed. Londrina: Ed. dos Autores, 2005. 648p.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, R. A.; MATSUMOTO, S. N.; BARBOSA, G. M.; COSTA, R. Q.; OLIVEIRA, M. N. Aplicação de subdoses de Glyphosate na fase de estabelecimento da cultura da soja e do milho. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 140-149, 2012.

Histórico editorial

Submetido em: 06/11/2014

Aceito em: 04/12/2014