

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA

GUILHERME PIRES D'ÁVILA DE ALMEIDA

**Avaliação de resíduos de glyphosate e AMPA, produtividade, teor de óleo, conteúdo de proteína bruta e aminoácidos na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) resistente ao glyphosate**

Piracicaba  
2011



GUILHERME PIRES D'ÁVILA DE ALMEIDA

**Avaliação de resíduos de glyphosate e AMPA, produtividade, teor de óleo,  
conteúdo de proteína bruta e aminoácidos na soja (*Glycine max* (L.) Merrill)  
resistente ao glyphosate**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010

Tese apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Área de Concentração: Química na Agricultura e no Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Valdemar Luiz Tornisielo

Piracicaba  
2011

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

**Seção Técnica de Biblioteca - CENA/USP**

Almeida, Guilherme Pires D'Ávila de

Avaliação de resíduos de glyphosate e AMPA, produtividade, teor de óleo, conteúdo de proteína bruta e aminoácidos na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) resistente ao glyphosate / Guilherme Pires D'Ávila de Almeida; orientador Valdemar Luiz Tornisielo. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010. - - Piracicaba, 2011.

105 p.: fig.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Química na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

1. Controle químico 2. Herbicidas 3. Organismos geneticamente modificados 4. Segurança alimentar I. Título

CDU 632.95.028:633.34

## **DEDICATÓRIA**

À minha família que me apoiou durante todo o período da pós-graduação e que me ensinou os valores essenciais para a formação de um homem de bom caráter. Em especial ao meu saudoso pai, Paulo de Almeida Filho e saudosos avôs e avós João Pires D'Ávila, Sylvia Morena Pires D'Ávila, Paulo de Almeida e Henriette Karam de Almeida.

À companheira Alessandra Morgado pelo carinho e compreensão.



## **AGRADECIMENTOS**

- Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, e em especial ao Laboratório de Ecotoxicologia;
- Ao meu orientador Valdemar Luiz Tornisielo que incentivou minha passagem ao Doutorado e acreditou nas minhas idéias;
- Aos professores Siu Mui Tsai, Pedro Jacob Christoffoleti, Natal Antonio Vello e Cássio Hamilton Abreu Júnior pelas suas ricas contribuições;
- A todos os meus amigos pessoais e profissionais, pelo apoio nos momentos mais difíceis e pela compreensão da minha ausência em várias ocasiões;
- Aos colegas do CENA/USP e do Laboratório de Ecotoxicologia, em especial Alberto Ricordi, Ana Carolina Ribeiro Dias, Bruna Alexandre, Nádia Hortense Torres, Priscila Lopes Silva, Rodrigo Pimpinatto e àqueles que compartilharam momentos de dedicação junto à APG CENA/USP;
- À pesquisadora Jussara Borges Regitano, pelo incentivo e amizade;
- A todos os funcionários do CENA/USP, em especial à Cleusa e ao João O. Salvador, que não mediram esforços para me ajudar nesta desafiadora etapa da minha vida.
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela bolsa concedida, em nível de doutorado;
- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo apoio financeiro;
- A todos que contribuíram no desenvolvimento deste trabalho.

De coração, agradeço a todos.





## RESUMO

ALMEIDA, G. P. A. **Avaliação de resíduos de glyphosate e AMPA, produtividade, teor de óleo, conteúdo de proteína bruta e aminoácidos na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) resistente ao glyphosate.** 2011. 105 p. Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

O objetivo deste trabalho foi avaliar resíduos de glyphosate e AMPA, produtividade, teor de óleo, conteúdo de proteína bruta e aminoácidos na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) resistente ao glyphosate (SRG) após a aplicação de formulações deste herbicida. Foram desenvolvidos experimentos em replicata (E1 e E2) em área de lísímetro sob condições de campo e a campo. O objetivo dos experimentos em área de lísímetro foi quantificar resíduos de três formulações fortificadas com  $^{14}\text{C}$ -glyphosate na SRG. O cultivar de soja utilizada foi o MSOY 7575RR em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições para E1 e E2. Os tratamentos foram glyphosate (sal de isopropilamina, sem adjuvante), Roundup Original e Roundup Ready na dose de  $1,2 \text{ kg e.a ha}^{-1}$  para as três formulações. A aplicação foi realizada aos 25 DAE. Cada planta recebeu  $0,96 \text{ mg}$  de equivalente ácido (e.a.) de glyphosate com radioatividade total aplicada de  $18,33 \text{ kBq}$ . A colheita dos grãos, caules, cascas das vagens, folhas e raízes analisadas ocorreram no estágio de maturação plena (R8). A coleta das folhas tratadas ocorreu entre 40 e 55 DAE. Todos os materiais coletados foram moídos. Alíquotas foram oxidadas e quantificadas por espectrometria de cintilação líquida. Não houve diferença estatística entre as formulações em E1 e E2, porém formulações com adjuvantes aumentaram os resíduos de glyphosate. O valor máximo de resíduos encontrado nos grãos foi de  $1,95 \text{ mg kg}^{-1}$ . Os experimentos de campo utilizaram o cultivar de soja MSOY 8000RR em delineamento experimental de parcelas subdivididas em blocos ao acaso, com quatro repetições dos seguintes tratamentos: Rodeo, Roundup Original, Roundup Ready, Roundup WG e Controle para as seguintes parcelas (programas) e respectivas doses: Única - U20 (aplicação única de  $1,2 \text{ kg e.a glyphosate ha}^{-1}$  aos 20 dias após a emergência – DAE), Única - U30 (aplicação única de  $1,2 \text{ kg e.a glyphosate ha}^{-1}$  aos 30 DAE), Seqüencial - S20 (aplicação de  $0,96 \text{ kg e.a glyphosate ha}^{-1}$  aos 20 DAE e aplicação seqüencial de  $0,72 \text{ kg e.a. glyphosate ha}^{-1}$  aos 35 DAE) e Seqüencial - S30 (aplicação de  $0,96 \text{ kg e.a glyphosate ha}^{-1}$  aos 30 DAE e aplicação seqüencial de  $0,72 \text{ kg e.a glyphosate ha}^{-1}$  aos 45 DAE). A colheita dos grãos analisados em E1 e E2 ocorreu no estágio R8. As variáveis analisadas em grãos da SRG foram: produtividade, teor de óleo, proteína bruta, aminoácidos, resíduos de glyphosate e AMPA. Houve diferença significativa entre os tratamentos somente para resíduos de glyphosate a AMPA. Houve metabolismo de glyphosate em AMPA e translocação de ambos para os grãos da SRG, exceto para os tratamentos Roundup Original e Roundup Ready, nos programas U20 e S20 do experimento E2. As maiores concentrações de resíduos de glyphosate nos tratamentos Roundup Original e Roundup Ready em U20 e S20 do E2 são devido à presença de adjuvantes destas formulações e à baixa produtividade de grãos. A absorção de AMPA pelas raízes de plantas após a aplicação desta substância no solo é uma hipótese a ser testada. A maior concentração de resíduos de glyphosate foi  $0,28 \text{ mg kg}^{-1}$ , menor que o LMR brasileiro,  $10 \text{ mg kg}^{-1}$ .

Palavras-chave: Agrotóxicos. Segurança alimentar. Soja transgênica. Organismos geneticamente modificados.

## ABSTRACT

ALMEIDA, G. P. A. **Determination of glyphosate and AMPA residues, yield, oil, crude protein content and amino acids in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 2011. 105 p. Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

The objective of this work was to determine glyphosate and AMPA residues, yield, oil, crude protein content and amino acids in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) after glyphosate formulations treatment. Experiments (E1 and E2) were performed in lysimeter area under field conditions and under field conditions. Lysimeter area experiments under field conditions aimed to quantify residues of three formulations of  $^{14}\text{C}$ -glyphosate in glyphosate-resistant soybean to this herbicide (GRS). The GRS cultivar used was MSOY 7575RR in a completely randomized design with four replications each treatment. E2 is the E1 replicated 15 days after E1 planting. The treatments were glyphosate isopropylamine, Roundup Ready and Roundup Original at  $1.2 \text{ kg ae ha}^{-1}$  for the three formulations. The application was applied on 25 DAE. Each plant received 0.96 mg of acid equivalent (a.e.) glyphosate applied with 18.33 kBq of total radioactivity. Harvest of grains, stems, pod husks, leaves and roots was done at the stage of full maturity (R8). Treated leaves were collected between 40 and 55 DAE. All analysed material was grounded. Aliquotes were oxidized and quantified by liquid scintillation spectrometry. There were no statistical differences among treatments. However, formulations with adjuvants have increased glyphosate residues in GRS. The highest glyphosate residual concentration found in grains was  $1.95 \text{ mg kg}^{-1}$ . Field experiments were conducted using MSOY 8000 RR variety. The experimental design was a split plot with programmes as main randomized plots and five treatments as subplots having four replications. The treatments were Rodeo, Roundup Original, Roundup Ready, Roundup WG and Control. Programmes were U20 (unique application of  $1.2 \text{ kg ha}^{-1}$  a.e. glyphosate at 20 DAE), U30 (unique application of  $1.2 \text{ kg ha}^{-1}$  a.e. glyphosate  $\text{ha}^{-1}$  at 30 DAE), S20 (application of  $0.96 \text{ kg ha}^{-1}$  a.e. glyphosate at 20 dae followed by a sequential application of  $0.72 \text{ kg ha}^{-1}$  a.e. glyphosate at 35 DAE) and S30 (application of  $0.96 \text{ kg ha}^{-1}$  a.e. glyphosate at 30 dae followed by a sequential application of  $0.72 \text{ kg ha}^{-1}$  a.e. glyphosate at 45 DAE). The analysed variables were: yield, oil content, crude protein, amino acids and glyphosate and AMPA residues. There was glyphosate metabolism in AMPA and translocation of both to GRS grains. The exceptions were Roundup Original and Roundup Ready treatments of E2 on U20 and S20 programmes, most likely due the adjuvants of these formulations and the low E2 yield. AMPA uptake by soybean roots after this substance application to the soil is a hypothesis to be tested. The highest residue concentration found in GRS grains was  $0.28 \text{ mg kg}^{-1}$ , lower than the Brazilian MRL,  $10 \text{ mg kg}^{-1}$ .

Keywords: Pesticides. Food safety. Transgenic soybean. Genetically modified organisms.

## Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

