

# Impacto da Aplicação de Glifosato na Microbiota do Solo Cultivado com Soja Geneticamente Modificada

**Camila Muller Dallmann** <sup>1</sup>

**Lea Schneider** <sup>2</sup>

**Giani Mariza Bärwald Bohm** <sup>3</sup>

**Claudio Rafael Kuhn** <sup>3</sup>

**Resumo:** O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de soja geneticamente modificada (GM<sub>RR</sub>), contudo efeitos como inerentes à transformação genética, o uso do glifosato no controle de plantas daninhas e seu impacto sobre a planta e a microbiota do solo, nas condições edafoclimáticas do Brasil, ainda não foram devidamente elucidados e não constituem consenso. O trabalho avaliou o impacto do glifosato na microbiota do solo cultivado com soja BRS 243 RR e BRS Cambona no Centro Agropecuário da Palma da Universidade Federal de Pelotas na safra 2008/2009. O comportamento da microbiota do solo foi avaliado mediante avaliação de parâmetros como determinações de contagem bacteriana e de fungos, carbono orgânico total, o carbono da biomassa microbiana, a respiração basal e o quociente metabólico. Os tratamentos com glifosato e soja GM<sub>RR</sub> não apresentaram efeitos sobre os teores de COT (carbono orgânico total) e biomassa microbiana (CBM), porém os tratamentos com maiores níveis de herbicida apresentaram maior quociente metabólico, pelo aumento nos níveis de CO<sub>2</sub> e a redução da biomassa. As contagens de microrganismos revelaram impacto negativo do glifosato sobre a população de fungos, com redução da população microbiana.

**Palavras-chave:** soja geneticamente modificada, glifosato, microbiota do solo.

---

<sup>1</sup> Bolsista PIBITI/CNPQ, estudante de Química do IFSul.

<sup>2</sup> Bolsista Institucional IFSul, graduanda em Gestão Ambiental.

<sup>3</sup> Professor do Curso Superior de Gestão Ambiental do IFSul.

**Abstract:** Brazil is the third great world producer of genetically soy modified. However, the effect of genetic transformation includes the use of the herbicide glyphosate in the control of harmful plants and its impact on the plant and the soil microorganisms. These effects were not still elucidated properly and there are no consent about them. This work evaluated the impact of glyphosate in the soil microbiota cultivated with soy BRS 243 RR and BRS Cambona at the Agricultural Center of the Federal University of Pelotas during the 2008/2009 crop. The behavior of the soil microbiota/microorganisms was evaluated using following parameters: fungus and bacterial counts, total organic carbon (COT), the carbon of the microbial biomass, the basal breathing and the metabolic quotient. The treatments with glyphosate and soy GM<sub>RR</sub> haven't presented effects on the levels of COT and microbial biomass (CBM). However, the treatments with high levels of glyphosate have presented larger metabolic quotient, by an increase in the levels of CO<sub>2</sub> and the reduction of the biomass. The counts of microorganisms revealed impact of the herbicide over the population of fungus with reduction of the microbial population.

**Key words:** soy genetically modified; glifosato; soil microorganisms

## 1. Introdução

A soja responde por 90% da produção de óleo vegetal no Brasil. Isso significa que a indústria processadora brasileira é fortemente amparada pela cultura da soja tornando-a uma cultura promissora para contribuir na produção de biodiesel, embora com restrições para tal finalidade (baixo conteúdo de óleo (18 a 24% e ainda ser uma cultura dependente de insumos fósseis). Mesmo assim, é citada como uma das principais culturas na produção de biodiesel, constituindo-se um marco de partida que pode vir a ser aditivada por outras oleaginosas mais viáveis (como a mamona), tanto do ponto de vista econômico como sócio-ambiental, durante o processo de estabelecimento deste mercado (POUSA et. al, 2007; ANP, 2007).

Nessa cadeia produtiva, o Brasil se destaca como um dos principais produtores mundiais de soja, ocupando a terceira posição, com 14,5 milhões de hectares cultivados em 2007 e com projeção para o segundo lugar a curto prazo, incluindo cultivares geneticamente modificadas resistentes ao glifosato (GM<sub>RR</sub>) e não modificadas (NM), disputando a liderança com os EUA, na pauta de produção e exportação desse grão, do farelo e do óleo, produção de biocombustível, além de sub-produtos como proteínas isoladas, lecitina, fibras, entre outros (AGROLINK, 2007).

O cultivo intensivo de soja GM<sub>RR</sub> com o gene da enzima EPSPS, que confere resistência ao glifosato, incorporou nova sistemática de manejo de plantas daninhas, possibilitando uma ou mais aplicações de um herbicida que até então não vinha sendo utilizado na pós-emergência. O uso intensivo de produtos químicos, em sua maioria xenobióticos, tem provocado a formação e deposição de grandes quantidades de resíduos. Dentre esses produtos, podem-se citar os herbicidas que estão entre os produtos mais comercializados no mundo devido à necessidade de controle das ervas daninhas. O glifosato, pesticida da classe dos herbicidas, apresenta elevada eficiência na eliminação de ervas daninhas, sendo um produto não-seletivo, sistêmico e pós-emergente, cuja venda contabiliza o total de US\$ 1,2 bilhão/ano (AMARANTE e SANTOS, 2002).

Os efeitos adversos decorrentes da introdução do glifosato no meio ambiente podem ser sentidos pela comunidade biótica, ocasionando desequilíbrios bioquímicos como na decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes. Os microrganismos, principalmente bactérias e fungos, têm sido descritos como os principais degradadores de matéria orgânica presente no solo e na água. A introdução de compostos químicos nesses ambientes acaba servindo como fonte de nutrientes, principalmente de carbono, nitrogênio e fósforo (MONTEIRO, 2001).

A ação dos microrganismos sobre substâncias xenobióticas presentes no meio ambiente constitui-se mecanismo de suma importância, sendo reconhecida como o principal fator que determina a taxa e a extensão em que são degradados no ambiente. Além disso, as taxas de degradação são influenciadas pela biomassa microbiana ativa e pela disponibilidade do composto para a degradação (BEIGEL e CHANNY, 1999).

Existem dúvidas, contudo, dúvidas se o cultivo de soja GM<sub>RR</sub>, por meio de

alterações da planta aliada à prática agrícola de utilização do herbicida glifosato pode afetar a comunidade bacteriana do solo, bem como é possível que haja alterações no próprio metabolismo da planta (Busse et al., 2001; Haney et al., 2002). Essa indagação pode ser estendida para a microbiota simbiote, podendo ou não modificar o perfil assim como a eficiência da fixação biológica de nitrogênio (FBN) (KING et al., 2001; REDDY e ZABLOTOWICZ, 2003; ZABLOTOWICZ e REDDY, 2007, BOHM et al., 2008).

Este trabalho teve como objetivo analisar o efeito decorrente da adição de glifosato na microbiota do solo, associada à soja geneticamente modificada (GM<sub>RR</sub>), avaliando-se parâmetros como respiração basal, carbono orgânico total, biomassa microbiana, quociente metabólico e contagens de fungos e bactérias.

## 2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido na safra de 2008/2009, em condições de campo, no Centro Agropecuário da Palma (CAP), da Universidade Federal de Pelotas, localizado no município do Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. O solo da área experimental é classificado como Podzólico vermelho amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006), com pH em água 5,6, índice SMP 6,5, CTC efetiva 4,6, matéria orgânica 1,4% e 16% de argila. Os genótipos de soja GM<sub>RR</sub> (BRS 243RR) e não modificada BRS Cambona foram fornecidas pela Embrapa-Trigo (Passo Fundo-RS). A fertilização foi realizada com 250 kg.ha<sup>-1</sup> de P e K, utilizando-se adubo 0-20-20 na semeadura, realizada na primeira quinzena de dezembro/2008.

### 2.1 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento totalizou 24 unidades experimentais com 10m<sup>2</sup> (2,0 x 5,0m) decorrentes do delineamento inteiramente casualizado, composto por um fatorial 3x2x4 (três doses de herbicida; duas cultivares: GM<sub>RR</sub> e não modificada – BRS cambona; quatro repetições) adotando como controle a cultivar não modificada sem herbicida. Na análise estatística, aplicou-se análise de variância, com os valores médios comparados por meio do teste de Tukey, com nível de significância de 5%, nos seguintes tratamentos:

TA- Soja Cambona sem aplicação de herbicida, com capina manual aos 28 dias após a semeadura (das); T1 - soja GM<sub>RR</sub> BRS 243 RR sem aplicação de herbicida, com capina manual aos 28 das; T3 - soja GM<sub>RR</sub> BRS 243 RR com uma aplicação de glifosato a 960 g ia ha<sup>-1</sup>, aos 28 das; T4 - soja GM<sub>RR</sub> BRS 243 RR com uma aplicação de glifosato a 1920 g ia ha<sup>-1</sup>, aos 28 das e, T5- soja GM<sub>RR</sub>

BRS 243 RR com uma aplicação de glifosato 3840 g ia ha<sup>-1</sup>, aos 28 das.

## 2.2 Determinações analíticas

Quarenta dias após a semeadura, correspondendo ao estágio V2 do desenvolvimento da planta foram retiradas com auxílio do trado de rosca, quatro sub-amostras de solo, a 20 cm da planta, com uma profundidade entre 0-20 cm, de cada unidade experimental para contagem de microrganismos (bactérias e fungos), análise química (carbono orgânico total-COT) e atividade microbiana do solo (carbono da biomassa microbiana-CBM e respiração basal-RB). Calculou-se a relação entre CBM/COT e RB/CBM.

A enumeração de bactérias e fungos foi realizada utilizando-se o método padrão de contagem de microrganismos em placas. As amostras de solo (10g) foram misturadas em Erlenmeyer com 90 mL de água destilada esterilizada, realizando-se diluições decimais sucessivas até 10<sup>-7</sup>. De cada diluição, retiraram-se alíquotas (0,1ml) em triplicata para as placas com meios para bactérias (ágar PCA) e fungos (ágar BDA, acidificado a pH 3,5 com ácido tartárico 10%). Após solidificação, foram incubadas a 37°C, 48hs (bactérias) e 25°C, 5d (fungos)(JAHNEL et al., 1999).

Osteores de COT foram determinados pelo método de Walkley-Black conforme descrito por TEDESCO et al. (1995). O CBM foi determinado baseando-se no método descrito por VANCE et al. (1987). Para eliminação dos microrganismos, entretando, substituiu-se o clorofórmio por tratamento com microondas a 2.450 MHz, durante quatro minutos. Esse procedimento foi validado por FERREIRA et al. (1999).

O CBM foi calculado pela fórmula:  $CBM = (C_i - C_{ni}) / K_c$ , sendo, CBM= carbono da biomassa microbiana do solo; C<sub>i</sub>= Leitura da amostra irradiada; C<sub>ni</sub>= Leitura da amostra não irradiada; K<sub>c</sub>= 0,33 (fator de correção adotado por BOHM et al. (2007). Os resultados foram expressos em µg g<sup>-1</sup> solo.

A relação CBM/COT foi obtida pela razão entre o carbono da biomassa microbiana e o carbono orgânico total do solo.

A RB, a qual consiste em mensurar a atividade microbiana pela decomposição do carbono orgânico e da quantificação do CO<sub>2</sub> liberado, foi determinada conforme método proposto por ANDERSON & DOMSCH (1978) e adaptado por SANTOS et al. (2004). Cada repetição de 100 g de solo foi acondicionada em frascos de vidro com capacidade de 0,8 L, hermeticamente fechados. Para cada tratamento, 4 repetições foram adicionados de 2g sacarose, e outras 4 permaneceram sem adição desse açúcar. Em cada frasco, colocou-se um becker de 50 mL contendo 20 mL de NaOH 1 M, à temperatura de 21°C. A RB do solo foi determinada pela quantificação do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) liberado no processo de respiração microbiana durante 26 dias de incubação. O CO<sub>2</sub> foi quantificado por titulação, com uma solução de HCL 1 M após a adição de uma solução de BaCl<sub>2</sub> (25% m/v) e 3 gotas de fenolftaleína (1%) como indicador.

A quantidade de CO<sub>2</sub> liberada em cada tratamento e período de avaliação

foi calculada através da fórmula:  $RB = (VPB - VA) \times M \text{ ácido} \times Eq. C-CO_2$ , sendo: VPB= volume de HCL gasto na prova em branco; VA= Volume de HCL gasto na amostra; M ácido= concentração do HCL; Eq. C-CO<sub>2</sub>= equivalente grama do C-CO<sub>2</sub> (6). Os resultados foram expressos em mg C-CO<sub>2</sub> 100g<sup>-1</sup>.

A taxa de respiração por unidade de biomassa ou quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) foi obtida pela relação entre a taxa de respiração basal, que consiste na medida da produção de CO<sub>2</sub>, resultante da atividade metabólica do solo, e biomassa microbiana (ANDERSON & DOMSCH, 1990).

### 3 Resultados e Discussão

O impacto do herbicida glifosato e da soja geneticamente modificada sobre a microbiota do solo pode ser avaliado através de determinações microbiológicas (Tab. 1) como a evolução do CO<sub>2</sub> do solo, que tem sido utilizada como índice de atividade microbiana, de biomassa ativa e, ainda, do metabolismo do carbono lábil do solo (SOUZA et al., 1994).

Tabela 1: Carbono orgânico total do solo (COT), carbono da biomassa microbiana (CBM), Taxa de respiração Basal (Tx RB) e quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>). CAP/UFPel, 2009

Tratamentos	COT (%)	CBM (µg g <sup>-1</sup> )	Tx RB (mg CO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )	qCO <sub>2</sub> 10 <sup>-4</sup>
TA Cambona NM capina	10,19 <sup>a</sup>	364,01 <sup>a</sup>	0,189 <sup>a</sup>	5,133 <sup>a</sup>
T1 BRS 243RR capina	10,04 <sup>a</sup>	372,32 <sup>a</sup>	0,164 <sup>a</sup>	4,582 <sup>a</sup>
T2 BRS 243RR glifosato 960 g/ha <sup>1</sup>	10,62 <sup>a</sup>	410,54 <sup>a</sup>	0,277 <sup>b</sup>	6,920 <sup>b</sup>
T3- BRS 243RR glifosato 1920 g/ha <sup>1</sup>	10,47 <sup>a</sup>	358,53 <sup>a</sup>	0,336 <sup>b</sup>	9,453 <sup>b</sup>
T4 BRS 243RR glifosato 3840 g/ha <sup>1</sup>	9,95 <sup>a</sup>	353,06 <sup>a</sup>	0,415 <sup>b</sup>	11,815 <sup>b</sup>

Médias seguidas pelas mesmas letras, na mesma coluna, não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV-coeficiente de variação.

Coefficiente de variação (CV): COT= 17,18; CBM=12,06; TxRB= 13,41; qCO<sub>2</sub>= 18,91.

Os resultados indicam que as condições utilizadas no experimento exerceram efeito sobre o CO<sub>2</sub> liberado, com as maiores doses de herbicida apresentando maiores taxas de respiração basal –TxRB (Fig. 1) em comparação ao controle (TA) e a cultivar GM<sub>RR</sub> (T1), representando, assim, perdas desse composto para a atmosfera, o que indica a não assimilação de nutrientes por parte da microbiota.

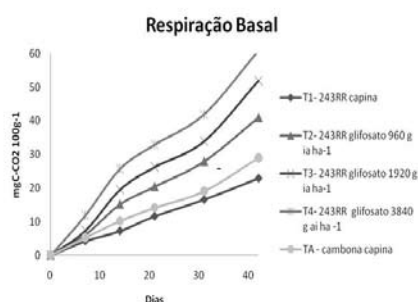


Figura 1- Liberação de CO<sub>2</sub> do solo com soja GM<sub>RR</sub> BRS 243 e Soja Cambona (TA) no período de 40 dias de incubação da safra de 2008/2009

Conforme relatado por CASTRO JUNIOR et al. (2006), o uso do glifosato não trouxe alterações significativas sobre os níveis de CO<sub>2</sub>, utilizando cepas isoladas de fungos. Segundo WARDLE e PARKINSON (1990), a produção de CO<sub>2</sub> também está relacionada com a decomposição do glifosato no solo e, para HANEY et al. (2000), a aplicação de glifosato pode vir a estimular a atividade dos microrganismos do solo. Pode ainda haver aumento da atividade microbiana, mediante mineralização do carbono e nitrogênio. A taxa de metabolização dos xenobióticos varia de acordo com o tipo do solo, no qual uma grande quantidade de matéria orgânica resulta em baixa degradação, provavelmente, pelo composto encontrar-se adsorvido. Já em solos arenosos existe rápida degradação pela baixa adsorção segundo (CHEAR et al., 1998).

O nível de carbono orgânico total (COT) não diferiu ( $p < 0,05$ ), indicando que o solo utilizado no experimento possui quantidades de matéria orgânica incorporadas nele em níveis adequados para a sua fertilidade, sendo tais condições influenciadas por aspectos físicos adequados (clima, revolvimento do solo) e oxidação química inorgânica, lixiviação, decomposição microbiana e decomposição e desintegração pelos animais do solo.

O incremento nos valores do quociente metabólico ( $p < 0,05$ ) para as maiores doses de glifosato justificam-se pela relação entre os maiores níveis de TxRB e o CBM. O carbono da biomassa (CBM) foi menor apenas nos tratamentos com maiores doses de glifosato (T3 e T4) sem, entretanto, apresentar alterações significativas tanto em relação ao controle como ao tratamento com soja GM<sub>RR</sub> sem herbicida. O efeito na redução de biomassa com o uso de fertilizantes pode ocorrer, possivelmente, pela difícil metabolização da substância ou sua não utilização como fonte de nutrientes, no caso o carbono (CASTRO JUNIOR et al., 2006).

Nas contagens microbianas para bactérias e fungos (Tab. 2), os tratamentos com herbicida indicaram alterações na população de fungos ( $p < 0,05$ )

Tabela 2. Contagem de microrganismos em amostras de solo cultivado com soja GM<sub>RR</sub> e aplicação de glifosato. CAP/UFPEL, 2009

TRATAMENTOS	BACTÉRIAS*	FUNGOS*
T <sub>A</sub> Cambosa NM capina	0,925 <sup>a</sup>	2,530 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub> BRS 243RR capina	0,670 <sup>a</sup>	2,662 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub> BRS 243RR glifosato 960 g/ha <sup>1</sup>	1,175 <sup>a</sup>	0,377 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub> BRS 243RR glifosato 1920 g/ha <sup>1</sup>	0,457 <sup>b</sup>	0,152 <sup>b</sup>
T <sub>4</sub> BRS 243RR glifosato 3840 g/ha <sup>1</sup>	1,037 <sup>a</sup>	0,120 <sup>b</sup>

Médias seguidas pelas mesmas letras, na mesma coluna, não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

\* Unidades formadoras de colônias (UFC): 10<sup>7</sup> UFC.g<sup>-1</sup> por grama de amostra.

Coefficiente de variação (CV): Bactérias = 30,85; Fungos = 46,09

Em condições similares, CASTRO JÚNIOR et al. (2006) verificaram número maior de bactérias e efeito negativo da adição de herbicida na população de fungos. Alguns fatores interferentes como as condições do clima (excesso ou falta de chuvas, altas temperaturas, estiagem), o tipo de solo (composição química), podem apresentar maior dificuldade na metabolização do carbono como substrato para os fungos. Além disso, a estimulação das taxas respirométricas, normalmente, está correlacionadas com a diminuição da diversidade biológica (FERREIRA et. al., 1998), corroborando, dessa maneira, para os resultados do experimento, nos quais se verificaram as maiores taxas de respiração basal (TxRB) e redução da diversidade, pela redução das contagens de fungos nos tratamentos com maiores doses de herbicida.

## 4 Conclusões

A utilização de herbicida e soja geneticamente modificada (GM<sub>RR</sub>) associada à aplicação de herbicida reduziu a microbiota fúngica do solo e não alterou significativamente a contagem bacteriana;

O uso de glifosato nas maiores concentrações (T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>) provocou uma maior liberação de dióxido de carbono (p<0,05) alterando o quociente metabólico (p<0,05);

Não houve impacto (p<0,05) da aplicação do herbicida em relação às análises de carbono orgânico total (COT) e carbono da biomassa microbiana (CBM), mesmo se observada uma redução nessa última nas maiores doses de glifosato.



## **Agradecimentos**

Ao CNPq pelo recurso financeiro através do Edital MCT/CNPq 14/2008 - Universal e pela bolsa de estudo PIBITI. Ao Centro Agropecuário da Palma pela instalação do experimento e à Embrapa Trigo pelo fornecimento das sementes.

## Referências

- AGROLINK- Disponível na Internet em <<http://www.agrolink.com.br>>. Acesso em jan. 2007.
- AMARANTE, O.P.; SANTOS, T.C. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002.
- ANDERSON, J.P.E.; DOMSCH, K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.10, p.215-221, 1978.
- ANP, 2007 ANP, 2007 <[http://www.anp.gov.br/petro/leilao\\_biodiesel.asp](http://www.anp.gov.br/petro/leilao_biodiesel.asp)> Acesso em: Abril 2007.
- BEIGEL, C.; CHANNAY, M.P. Degradation of formulated and unformulated fungicide in soil. **Soil Biology & Biochemistry**, v.31, n. 4, p. 59-65, 1999.
- BOHM, G.M.B.; CASTILHOS, D.; PIGOSSO, G.; TRICHEZ, D.; ROMBALDI, C. V. Efeito do controle de plantas daninhas na biomassa e atividade microbiana em Planossolo cultivado com soja BRS 244RR. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v 13, n. 4, 2007.
- BOHM, G.M.B. et al. Resíduos de glifosato e ácido aminometilfosfônico, e teores de isoflavonas em soja BRS 244 RR e BRS 154 cultivadas em Planossolo. *Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 28 (supl.), p. 192-197, 2008.
- BUSSE, M.D.; RATCLIFF, G.A.; SHESTAK, C.J.; POWERS, R.F. Glyphosate toxicity and the effects of long-term vegetation control and soil on soil microbial communities. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.33, p.1777-1789, 2001.
- CASTRO JR., J.V.; SELBACH, P.A.; ZACHIA AYUB, M.A. Avaliação do herbicida glifosato na microbiota do solo. **Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente**, Curitiba, v. 16, jan./dez, 2006.
- CHEAR, U.B.; KIRKWOOD, R.C.; LUM, K.Y. Degradation of four commonly used pesticides in Malaysian agricultural soils. *Journal Agric. Food Chem.*, v. 46, p. 1217-1223, 1998.
- FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F.A.O.; VIDOR, C. Utilização do microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.23, p.991-996, 1999.
- HANEY, R.L.; SENSEMAN, A.S.; HONS, E.M. Effect of glyphosate on soil microbial activity and biomass. **Weed Science**, v.48, n.1, p. 89-93, 2000.
- HANEY, R.L.; SENSEMAN, S.A.; HONS, F. M. Bioremediation and Biodegradation: Effect of Roundup Ultra on Microbial Activity and Biomass from Selected Soils. *Journal Environmental Quality*, Texas, v.31, p.730-735, 2002.
- JAHNEL, M.C.; CARDOSO, E.J.B.N.; DIAS, C.T.S. Determinação do número mais provável de microrganismos do solo pelo método de plaqueamento por gotas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.23, p. 553-559, 1999.
- KING, C.A.; PURCELL, L. C.; VORIES, E.D. Plant growth and nitrogenase activity o glyphosate-tolerant soybean in responde to foliar glyphosate applications. *Agronomy Journal*, v.93, p.179-186, 2001.
- MONTEIRO, R.T.R. Biodegradação de pesticidas em solos brasileiros. In: VARGAS, M.C.; MARTINS, J.T. **Biodegradação**. Piracicaba: EMBRAPA Meio Ambiente, 2001.
- Pousa, G. André L.F. Santos and Paulo A.Z. Suarez. History and policy of biodiesel in Brazil. *Energy Policy*. V. 35, p. 5393-5398, 2007.
- REDDY, K.N; ZABLOTOWICZ, R. M. Glyphosate-resistant soybean response to various salts of glyphosate and glyphosate accumulation in soybean nodules. **Weed Science**, v.51, p.496-502, 2003.

SANTOS, V.B.; CASTILHOS, D.D.; CASTILHOS, R.M.V.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A.S.; SILVA, D.G. Biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um planossolo sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.10, n.3, p. 333-338, 2004.

SOUZA, A.P.; FERREIRA, F.A.; SILVA, A.A. Respiração microbiana do solo sob doses de glifosato e imazapir. *Planta Daninha*, v. 17, n. 2, p. 245-262, 1994.

VANCE, E.D; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extracion method for measuring soil microbial biomass c. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford,v.19, n.6, p.703-707, 1987.

WARDLE, D.A.; PARKINSON, D. Influence of the herbicide glyphosate on soil microbial community structure. *Plant and Soil*, v. 122, n. 1, p.29-37, 1990.

ZABLOTOWICZ, R. M.; REDDY, K.N. Nitrogenase activity, nitrogen content, and yield responses to glyphosate in glyphosate-resistant soybean. *Crop Protection*, v.26, p.370-376, 2007.