

Leandro Paiola Albrecht¹, Alfredo Junior Paiola Albrecht¹, Tamara Thaís Mundt¹, Felipe Gustavo Wagner¹, Aderlan Ademir Bottcher¹, Gabriel Viana de Araujo¹, Juliano Bortoluzzi Lorenzetti¹, Maikon Tiago Yamada Danilussi¹

¹Universidade Federal do Paraná-UFPR, Setor Palotina, Departamento de Ciências Agronômicas, Palotina-PR, CEP 85950-000. E-mail: lpalbrecht@yahoo.com.br; ajpalbrecht@yahoo.com.br.com.br; tamarathaism@gmail.com; felipe_g_wagner@hotmail.com; kashivaqui.esf@gmail.com; gabrielvianaaraujo0@gmail.com; lorenzetti@jib@gmail.com; maikondanilussi@gmail.com

RESUMO: O manejo das plantas daninhas na cultura da soja se tornou mais dinâmico nos últimos anos. Uma das tecnologias disponíveis no mercado é a soja LibertyLink® (soja LL), que consiste em uma cultivar de soja geneticamente modificada que possui tolerância ao herbicida glufosinate. O presente trabalho tem por objetivo caracterizar o sistema LibertyLink®. A sucessão constante de aplicação do herbicida glyphosate, que costuma ocorrer, pode ser alterada no sentido de evitar a seleção de novos biótipos de plantas daninhas resistentes. A tecnologia LL se apresenta como uma ótima opção para o produtor, porém cuidados devem ser tomados com relação ao aumento das doses para que não se tenha prejuízos no desempenho agrônômico da soja LL.

PALAVRAS-CHAVE: glufosinate, Glycine max, Planta daninha.

LIBERTYLINK® TRANSGENIC SOYBEAN AND ITS MANAGEMENT

ABSTRACT: Weed management in soybean cultivation has been more dynamic in recent years. One of the technologies available on the market is LibertyLink® soybean (LL soy), which consists of a genetically modified soybean cultivar that has tolerance to the herbicide glufosinate. The objective of the present work is to characterize the LibertyLink® system. In this way, a constant sequence of glyphosate herbicide applications, which usually occurs, can be used as one of the most effective antioxidants in the body. The LibertyLink® technology presents itself as a great option for the producer. In spite of that, every care must be taken regarding the increase of the doses, because they may significantly harm any agronomic performance of the LL soybean.

KEY WORDS: glufosinate, Glycine max, Weed.

INTRODUÇÃO

A soja LibertyLink® (soja LL) apresenta tolerância ao glufosinato de amônio ou ammonium glufosinate (glufosinate), devido ao evento transgênico em que introduziu-se o gene modificado da fosfinotricina acetyltransferase (*pat*), que tem por função codificar a enzima fosfinotricina-N-acetil tranferase (PAT), originária de uma bactéria do solo, *Streptomyces viridochromogenes*. A inserção do gene *pat*, foi por meio do processo de biobalística, onde este gene expressa uma enzima que catalisa a conversão do glufosinate para produtos não tóxicos (em n-acetyl-Lglufosinate - NAG), levando a inativação do ingrediente

ativo e conferindo a planta de soja a característica de tolerância a este herbicida. A sequência de nucleotídeos do gene *pat* foi modificada por mutagênese de sítio dirigida para diminuir o número de bases G:C, promovendo maior expressão da proteína PAT (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, 2018).

Esta tecnologia já está liberada para cultivo na Argentina, Canadá, Brasil, Estados Unidos e Uruguai (Conselho de Informações sobre Biotecnologia - CIB, 2018). No Brasil o evento já foi aprovado pela CTNBio e liberado para cultivo e comercialização na safra 2015/16, só que sem genótipos disponíveis em escala para os produtores rurais. E foi com o intuito de aumentar as opções para o controle de plantas daninhas e proporcionar a rotação de mecanismos de ação de herbicidas que, desenvolveu-se a tecnologia Liberty Link[®] (LL). Esta tecnologia, atualmente encontra-se registrada no Brasil para as culturas do algodão, milho e soja (CTNBio, 2018). As cultivares de soja LL, possibilitam a aplicação de glufosinate em pós-emergência na cultura, pelo fato deste evento apresentar tolerância a este herbicida (Gonçalves et al., 2014).

Portanto, esse sistema que envolve cultivos LL, em especial a soja LL, apresenta enorme potencial e estará presente em várias tecnologias no mercado brasileiro. Essa revisão tem por objetivo expor o limitado marco teórico referente à tecnologia transgênica de soja tolerante a glufosinate e traçar perspectivas.

GLUFOSINATE E O MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

O glufosinate é um herbicida do grupo químico homoalanina substituída, muito utilizado para a dessecação nas culturas de algodão, batata, feijão e soja (Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2018). É um herbicida que apresenta amplo espectro de controle de plantas daninhas derivado de uma toxina fúngica do gênero *Streptomyces* (Barberis, 2012), considerado um herbicida não seletivo de ação total (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2018a).

O glufosinate apresenta absorção via foliar pelas plantas e sua translocação pode ser via floema e xilema, seu mecanismo de ação na planta pode ser de forma de contato ou ainda por alterações metabólicas. No caso de ação de contato este herbicida destrói a epiderme das folhas, levando a necrose da região alvo. Com relação às alterações metabólicas o glufosinate atua inibindo a glutamina sintetase, responsável pela transformação da amônia ou amônio (NH₃ ou NH₄) nas células durante. Este processo resulta em um acúmulo de amônia (o) na célula, levando a morte da mesma (Rodrigues e Almeida, 2011; Brito, 2016).

Após a absorção, as plantas pulverizadas com o glufosinate mostram rápido acúmulo de amônia (o), acompanhado da destruição de cloroplastos, redução dos níveis de fotossíntese e diminuição na produção de aminoácidos, com isso, resulta na inibição da fotossíntese e morte celular (Sauer et al., 1987). Nos sintomas de fitointoxicação deste herbicida percebe-se o amarelecimento das folhas, seguido de murchamento e morte da planta, podendo demorar de uma a duas semanas (Bunharo et al., 2014). É um produto extremamente tóxico (classificação toxicológica I), altamente solúvel em água – 1,37.106 mg L⁻¹; tem comportamento de ácido fraco – pKa < 2,0; Coeficiente de partição octanol/água (Kow) <0,1; Não é volátil – pressão de vapor < 0,1 mPa (Rodrigues e Almeida, 2011).

Quanto ao seu comportamento no solo, este herbicida apresenta fraca adsorção aos colóides do solo e alta mobilidade. Apresenta alta lixiviação, porém não foi constatado presença de glufosinate em profundidades além de 15cm, devido a sua rápida degradação microbiológica (Rodrigues e Almeida, 2011). Diferentes autores relatam a interferência das condições ambientais na eficiência do herbicida, segundo Anderson (1993), fatores como baixa temperatura e baixa umidade relativa diminuem a eficácia do herbicida, devido a planta diminuir seu metabolismo sob estas condições. Estes fatores influenciam no processo de absorção e translocação do herbicida na planta (Coetzer et al., 2001)

O herbicida glufosinate não apresenta efeito pré-emergente, pois não apresenta efeito residual para o controle de plantas daninhas (Ritter e Menbere, 2001). Há trabalhos que relatam sobre o uso de sulfato de amônio no aumento da eficiência, absorção, translocação do glufosinate nas plantas daninhas, aumentando a superfície de absorção foliar, mostrando-se eficiente no controle de espécies como *Echinochloa crus-galli*, *Setaria faberi* (Maschhoff et al., 2000).

Há confirmações de casos de resistência de plantas daninhas ao glufosinate pelo mundo. Os relatos são: a *Eleusine indica* encontrada na Malásia, *Lolium perene* na Nova Zelândia, *Lolium perenne* ssp. *multiflorum* (confirmada nos Estados Unidos nos estados de Oregon e Califórnia e na Nova Zelândia) e *Lolium rigidum* na Grécia (HEAP, 2018).

No mercado, considerando uma molécula pós-patente, o glufosinate é conhecido comercialmente como Finale[®], Liberty[®], Fascinate[®] e Patrol[®] (MAPA, 2018b). Estes herbicidas pertencem ao mecanismo de ação da inibição da glutamina sintetase e possuem registro para algumas das principais plantas daninhas mais problemáticas, como: capim-colchão, capim-amargoso, buva, trapoeraba, caruru, poaia, entre outras (ADAPAR, 2018).

O uso do glufosinate é uma opção no controle de plantas daninhas em dessecação e em pós-emergência da soja LL. Em muitos casos o alvo do glufosinate será plantas daninhas com biótipos resistentes, como os expressivos casos de resistência a glyphosate, outro herbicida de amplo espectro e seletivo a soja RR. Nesse contexto, cita-se dois grandes problemas no manejo integrado de plantas daninhas (MIPD), o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e a buva (*Conyza* spp.).

Nos últimos anos relatos de buva resistente a herbicidas aumentaram no Brasil, sendo que as três espécies registradas como resistentes são: *C. bonariensis*, *C. canadensis* e *C. sumatrensis* resistentes ao glyphosate; *C. sumatrensis* resistente ao chlorimuron-ethyl, e com resistência múltipla para glyphosate e chlorimuron-ethyl (Heap, 2017a). E estudos realizados na UFPR - Setor Palotina, demonstram que na região oeste do Estado do Paraná existem biótipos de *C. sumatrensis* com resistência múltipla aos herbicidas: paraquat, glyphosate e chlorimuron-ethyl (Heap, 2017d).

No controle de buva, o glufosinate é uma importante opção. Oliveira Neto et al. (2010) realizaram um experimento para o controle químico de plantas daninhas do gênero *Conyza* e constataram controles satisfatórios das plantas com o herbicida glufosinate. Além disso, os autores observaram excelentes controles (>95%) quando o herbicida foi utilizado sobre plantas de buva inferiores a 10 cm de altura. Nesse contexto, eles indicam que existe correlação entre o estágio de aplicação e o efeito do herbicida. Plantas com altura inferior a 6 cm demonstraram 95% e plantas com 21 cm de altura apresentaram apenas 55% de controle. O que corrobora com considerações de Brito (2016), Nardi (2015) e Albrecht et al. (2017).

Nesse sentido pesquisas foram realizadas avaliando o controle de espécies, como a buva, em pós-emergência da planta daninha e da soja LL, usando o glufosinate como base de manejo nos comparativos. O controle satisfatório de altas populações de *Conyza* spp., em estágio avançado foi realizado apenas com a aplicação de doses de 1400, 2100 e 2800 g i.a ha⁻¹ de glufosinate, que são doses superiores às recomendações técnicas do produto (Wagner, 2018). Em termos gerais os ensaios demonstraram que o glufosinate possui alta eficiência no controle de buva entre 6 a 8 cm, respondendo linearmente em performance ao incremento de dose. Observando que para capim-amargoso, os melhores controles foram para plantas em até dois perfilhos.

SELETIVIDADE DO GLUFOSINATE E A SOJA LL

A importância de se estudar a seletividade sobre cultivos transgênicos e entender os mecanismos de fitointoxicação ficou evidente, já no início, com a soja RR. Inúmeros trabalhos apontam para os efeitos secundários e deletérios do glyphosate sobre a soja RR, que são prováveis acima de 1440 g e.a. ha⁻¹ e praticamente certos a partir de 2000 g e.a. ha⁻¹ (Cesco et al., 2018; Krenchinski et al., 2017; Albrecht et al., 2014a, Albrecht et al., 2014b; Albrecht et al., 2012; Albrecht et al., 2011). Mas para a soja LL, será que se pode encontrar efeitos similares e a mesma lógica?

A seletividade do glufosinate é garantida para a soja LL, pelos fabricantes, em doses de bula (de 500 a 700 g i.a. ha⁻¹), no entanto, no manejo podem haver excessos. Assim fica a pergunta, qual seria o limite para não se gerar fitointoxicação na soja LL? Essa pergunta é válida para ser respondida, pois podem haver manejos com aplicações sequenciais em pós-emergência da soja LL e uso de altas doses (acima do limite de 700 g i.a. ha⁻¹). E porque se usaria doses altas? A pergunta é respondida interpretando o item anterior, onde afirma-se que o incremento na dose pode propiciar aumento no controle de espécies como a buva.

Mas entende-se que, a utilização contínua e repetitiva contribuiu para o aparecimento de biótipos resistentes, e, sabe-se que doses elevadas de herbicida (fora do recomendado por bula) agravam o problema, além de ocasionar injúrias à cultura de interesse, prejuízos ambientais e aumentar os custos (Albrecht et al. 2013; Mundt, 2018).

Em pesquisas focadas na cultura do algodão Puertas de Freitas e Silva et al. (2016) observaram sintomas de intoxicação crescente em plantas de algodão no decorrer do período avaliado, um dia após a aplicação (DAA) até 10 dias. Aos 3 DAA a intoxicação era de aproximadamente 10%, enquanto que aos 10 DAA a intoxicação era de 95%, utilizando uma dose de 2,0 L p.c. ha⁻¹. Enquanto Latorre (2014) observou efeitos negativos em cultivares de algodão com o aumento das doses de glufosinate, em que na dose de 3 L p.c. ha⁻¹ houve uma severidade de 35% nas plantas da cultivar FM 975WS aos 29 DAA. Já Carbonari et al. (2016) comparou duas cultivares de algodão contendo o gene *pat* (FM 975WS e IMACD 6001LL) e observou que a cultivar FM 975WS apresentou níveis muito menores do gene *pat* (ca. 500 $\Delta\Delta Cq$), o que significa que as doses suportadas por essa cultivar são menores do que as suportadas pela cultivar IMACD 6001LL.

Na cultura no milho Krenchinski (2018) observou que as tecnologias VT PRO[®], Herculex[®], Agrisure TL[®] e Viptera 3[®] apresentaram menor expressão do gene *pat*, e conseqüentemente maiores teores de glufosinate e amônia, e maior injúria visual. Krenchinski

(2018) também registrou que o rendimento de grãos não foi afetado negativamente pela aplicação de 500 g i.a ha⁻¹ em nenhum dos híbridos testados. E que a adoção da aplicação de glufosinate em associação a outros herbicidas não proporcionou redução de produtividade no milho, o que corrobora com Araujo (2018).

A inserção do gene *pat* fornece um nível de tolerância ao glufosinate (Carbonari et al., 2016). O gene *pat* metaboliza rapidamente o glufosinate em NAG e MPB (Latorre, 2014), por isso plantas com a tecnologia LL possuem capacidade de se recuperarem das injúrias causadas pelo herbicida (Mundt, 2018; Krenchinski, 2018). Tanto Carbonari et al. (2016) como Krenchinski (2018) concluem que a expressão do gene *pat* é proporcional ao nível de resistência de cada tecnologia nas variedades de algodão e híbridos de milho, respectivamente. Os resultados preliminares de Mundt (2018) em soja LL, concordam com as conclusões de Carbonari et al. (2016) e Krenchinski (2018).

Em seus estudos Mundt (2018) constatou que o glufosinate, dependendo da dose, causa injúrias visuais e diminuição da clorofila, no entanto, as plantas tem alta capacidade de recuperação da intoxicação. As doses de glufosinate de 2100 e 2800 g i.a. ha⁻¹ resultaram em uma maior fitointoxicação da soja LL, e potencial na redução da produtividade, porém nas demais doses demonstrou alta seletividade para a soja LL nas condições ambientais avaliadas (anos com precipitações acima da média histórica), sem apresentar diferença significativa na produtividade com as testemunhas capinadas (Wagner, 2018). Mundt et al. (2015), Mundt et al. (2016) e Mundt (2018) concluem que dentro das doses testadas, até 750 g i.a. ha⁻¹ de glufosinate, foi totalmente seletivo a soja LL, não afetando a produtividade e a qualidade das sementes da soja LL.

PERSPECTIVAS DA SOJA LL

A tecnologia LL está presente em vários híbridos de milho (de distintas empresas: VT PRO[®], Herculex[®], Agrisure TL[®] e Viptera 3[®]) e é marcante no manejo da cultura do algodão no Brasil. Apesar de liberada pela CTNBio e comercialmente, ainda não há em 2018 a soja LL disponível para os produtores, no entanto, a expectativa é grande. Essa perspectiva favorável se concentra nos anseios do setor produtivo, sobretudo no tocante ao controle de plantas daninhas com biótipos resistentes, seja a glyphosate, paraquat, herbicidas inibidores da ALS, entre outros.

Com o sistema Enlist[™], por exemplo, chegará ao produtor a soja LL, que estará somada a outras tecnologias transgênicas, como a tolerância ao glyphosate e ao 2,4-D, além

da resistência a pragas (*Bt*). Outro aspecto a se destacar é a aquisição pela Basf da plataforma de controle de plantas daninhas associada ao herbicida Liberty[®], a base de glufosinate. Salienta-se ainda o fato de que o glufosinate é um herbicida pós-patente, o que tornará factível sua comercialização por muitas empresas do segmento de agroquímicos, possivelmente barateando o seu valor de mercado. Elementos como os supramencionados, vislumbram a viabilização e aumento de desempenho no manejo integrado de plantas daninhas.

A presença da soja LL nos sistemas produtivos, envolvendo grandes culturas, propiciará mais uma ferramenta no controle de plantas daninhas com herbicidas. Porém, atenção deverá ser direcionada a rotação, não só de culturas, mas também de eventos transgênicos, para que seja possível o manejo da soja espontânea e a devida rotação de mecanismos de ação dos herbicidas. Por fim, considerando a alta performance do herbicida glufosinate em diversas plantas daninhas, cuidado deverá ser dada ao seu uso em pós-emergência da cultura da soja LL, que mesmo tolerante, possui o seu limite em termos de seletividade.

CONSIDERAÇÃO FINAL

O glufosinate apresenta alta seletividade à soja LL (750 g i.a. ha⁻¹), permite a rotação de mecanismos de ação de herbicidas na cultura e melhora o manejo integrado de plantas daninhas nos sistemas produtivos de grandes culturas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Glufosinato**. 2018 Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/34265d004745965b9e1dde3fbc4c6735/g05-2712.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 13 de maio de 2018.

ALBRECHT, A.J.P.; ALBRECHT, L.P.; PELLIZZARO, E.C. Dessecação antecipada melhora a semeadura de grãos. **Revista Campo & Negócios**, Uberlândia, v. 34, p. 12-15, 2017.

ALBRECHT, A.J.P.; ALBRECHT, L.P.; KRENCHINSKI, F.H.; PLACIDO, H.F.; LORENZETTI, J.B.; VICTORIA FILHO, R.; BARROSO, A.A.M. Behavior of RR soybeans subjected to different formulations and rates of glyphosate in the reproductive period. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 851-859, 2014a.

ALBRECHT, L.P.; ALBRECHT, A.J.P.; BRACCINI, A.L.; OLIVEIRA JR., R.S.; ZOBIOLE, L.H.S.; ÁVILA, M.R. The role of glyphosate in RR soybean production and seed quality. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 401-407, 2014b.

ALBRECHT, L.P.; ALBRECHT, A.J.P.; VICTORIA FILHO, R. Soja RR e o Glyphosate. In: ALBRECHT, L.P.; MISSIO, R.F. (1ª Ed.). **Manejo de cultivos transgênicos**. Palotina: Editora UFPR, p.25-45, 2013.

ALBRECHT, L. P.; BARBOSA, A.P.; SILVA, A.F.M.; MENDES, M.A.; ALBRECHT, Alfredo J. P.; ÁVILA, M. R. RR soybean seed quality after application of glyphosate in different stages of crop development. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 373-381, 2012.

ALBRECHT, L.P.; BARBOSA, A.P.; SILVA, A.F.M.; MENDES, M.A.; MARASCHI-SILVA, L.M.; ALBRECHT, A.J.P. Desempenho da soja roundup ready sob aplicação de glyphosate em diferentes estádios. **Planta daninha**, Viçosa, v.29, n.3. 2011.

ANDERSON, D.M.; SWANTON, C.J.; HALL, J.C.; MERSEY, B.G. The influence of temperature and relative humidity on the efficacy of glufosinate-ammonium. **Weed Research**, UK, v. 33, p. 139-147, 1993.

ARAUJO, G.V. **Altas doses de glyphosate e amônio-glufosinato em milho com as tecnologias RR2 e LL**. 2018, 20 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2018.

BARBERIS, L.R.M. **Metodologia para determinação de efeitos fisiológicos e metabólicos do glufosinato em soja**. 2012. 66 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP – Campus Botucatu. Botucatu, 2012.

BRITO, I.P.F.S. **Sensibilidade de indivíduos e progênes de *Bidens pilosa* e *Conyza sumatrensis* ao amônio glufosinato**. 73 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquisa Filho”, UNESP – Campus Botucatu. Botucatu, 2016.

BRUNHARO, C.A.C.G; CHRISTOFFOLETI, P.J; NICOLAI, M; Aspectos do mecanismo de ação do amônio glufosinato: culturas resistentes e resistência de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, v. 13, n. 2. p. 163-177, 2014.

CARBONARI, C. A.; LATORRE, D.O.; GOMES, G.L.G.C.; VELINI, E.D.; OWENS, D.K.; PAN, Z.; DAYAN, F.E. Resistance to glufosinate is proportional to phosphinothricin acetyltransferase expression and activity in Liberty Link® WideStrike® cotton. **Planta**, Heidelberg, v. 243, n. 4, p. 925-933, 2016.

CESCO, V. J. S.; ALBRECHT, A. J. P.; RODRIGUES, D. M.; KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, L. P. Associations Between Herbicides and Glyphosate in Agronomic Performance of RR2 Intact Soybean. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 36, p. 1-8, 2018.

COETZER, E.; AL-KHATIB, K.; LOUGHIN, T.M. Glufosinate efficacy, absorption, and translocation in amaranth as affected by relative humidity and temperature. **Weed Science**, USA, v. 49, n. 1, p. 8-13, 2001.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA - CTNBio. **Parecer Técnico nº 2286/2010**. 2010. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/ind ex.php/content/view/14751.html>>. Acesso em: 13 de maio de 2018.

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA - CIB. **Eventos Aprovados**. 2018. Disponível em: < <http://cib.org.br/biotecnologia/regulacao/ctnbio/brazilian-commercial-approvals/a-5547-127-liberty-link/>>. Acesso em: 13 de maio de 2018.

GONÇALVES, V.D.B. et al. Eficiência e seletividade do glufosinato de amônio (Liberty) aplicado em pós-emergência visando o controle de *Commelina benghalensis*, *Amaranthus hybridus* e *Digitaria horizontalis* na cultura da soja Liberty Link®. In: XXIX Congresso brasileiro da ciência das plantas daninhas, 2014, Gramado. **Anais...** Londrina, SBCPD, 2014.

HEAP, I. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds**. Online. Disponível em: <www.weedscience.org>. Acesso em: 13 de maio de 2018.

HEAP I. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds**. 2017a. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/Summary/Country.aspx?CountryID=5>> Acessado em: 28/08/2017.

HEAP I. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds**. 2017b. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/Details/Case.aspx?ResistID=16082>> Acessado em: 28/08/2017.

KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; CESCO, V. J. S.; RODRIGUES, D. M.; PORTZ, R. L.; ZOBIOLE, L. H. S.. Glyphosate affects chlorophyll, photosynthesis and water use of four Intacta RR2 soybean cultivars. **Acta Physiologiae Plantarum**, Switzerland, v. 39, p. 1-13, 2017.

LATORRE, D. O. **Intoxicação e alterações metabólicas do algodão sensível e resistente ao amônio glufosinate**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP – Campus Botucatu. Botucatu, 2014.

MASCHHOFF, J.R.; HART, S.E.; BALDWIN, J.L. Effect of ammonium sulfate on the efficacy, absorption, and translocation of glufosinate. **Weed Science**, USA, v. 48, n. 1, p. 2–6, 2000.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Finale. bula**. 2018a Disponível em:< <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Herbicidas/FINALE.pdf>>. Acesso em: 13 de maio de 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Consulta de ingrediente ativo**. 2018b Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/ap_ing_ativo_detalhe_cons?p_id_ingrediente_ativo=134. Acesso em 20 de Junho de 2018.

MUNDT, T.T. **Desempenho da soja LL sob doses de glufosinato de amônio**. 2018, 16 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2018.

MUNDT, T.T.; ALBRECHT, L.P.; PEREIRA, V.G.C.; ALBRECHT, A.J.P.; VENTORIM, M.F.; HERRERA, G.C.; VICTORIA FILHO, R. Tecnologia Liberty Link® em soja submetida

a altas doses de glufosinato de amônio. In: XXX Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2016, Curitiba. **Anais...**, Londrina, SBCPD, 2016.

MUNDT, T.T.; ALMEIDA, D.S.; WAGNER, F.G.; BACCIN, L.C.; ALBRECHT, A.J.P.; ALBRECHT, L.P.; HERRERA, G.C. Vigor das sementes e desenvolvimento de plântulas da soja Liberty Link[®] sob doses de amônio-glufosinato. In: XX Congresso Brasileiro de Sementes, 2017, Foz do Iguaçu. **Anais...**, Londrina, Abrates, 2017.

NARDI, R. **Manejo de dessecação pré-semeadura da soja no controle de *Conyza* spp.** 2015, 23 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2015.

PUERTAS DE FREITAS e SILVA, I.; CARBONARI, C. A.; GOMES, G.L.G.C.; VELINI, E.D.. Absorption velocity of glufosinate and its effects on weeds and cotton. **Agrociencia**, México, v. 50, n. 2, p. 239-249, 2016.

OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; DAN, H.A.; BRAZ, G.B.P.; JUMES, T.M.C.; SANTOS, G.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S. Manejo de *Conyza bonariensis* com glyphosate + 2,4-D e amônio-glufosinate em função do estágio de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, v. 9, n. 3, p. 73-80, 2010.

RITTER, R.L.; MENBERE, H. Weed Management Systems Utilizing Glufosinate-Resistant Corn (*Zea mays*) and Soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, Cambridge, v. 15, n. 1, p. 89-94, 2001.

RODRIGUES, B.N; ALMEIDA, F.S. **Guia de Herbicidas**, 6. ed., Londrina. 696 p. 2011.

SAUER, H.; WILD, A.; RÜHLE, W. The effect of phosphinotricin (glufosinate) on photosynthesis. II. The causes of inhibition of cell photosynthesis. **Biosciences**, Verlag der Zeitschrift für Naturforschung, v. 42, n. 3, p. 270-278, 1987.

WAGNER, F.G. **Desempenho da soja Liberty Link[®] sob aplicação de glufosinato de amônio e associações.** 2018, 27 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2018.