



## AVALIAÇÃO DA GENOTOXICIDADE EM SOJICULTORES EXPOSTOS A AGROQUÍMICOS NO ESTADO DO MATO GROSSO

Amanda Souza Scotti<sup>1</sup>  
Arielly Furtado Bento De Oliveira<sup>2</sup>  
Juliana da Silva<sup>3</sup>

### RESUMO

O crescimento do plantio de soja intensificou o uso de agroquímicos para evitar a propagação de pragas nas plantações, havendo a necessidade de se monitorar a exposição ocupacional dos agricultores, já que os mesmos estão expostos durante todo o processo de manejo. Foram avaliadas 148 pessoas residentes nas regiões noroeste e médio-norte do estado do Mato Grosso, sendo 77 indivíduos expostos aos agrotóxicos do plantio de soja e os demais indivíduos não expostos. Foram encontrados números significativos de danos ao DNA no ensaio de micronúcleo bucal (BMCyt), com um aumento de micronúcleos, células binucleadas e brotos nucleares nos indivíduos expostos em comparação ao controle. Indivíduos do grupo exposto com o gene de reparo *XRCC1\*192Trip/-* apresentaram maiores taxas de células binucleadas (grupo exposto). Quando o gene de reparo *XRCC1* foi associado ao gene de metabolismo *PON1* também foi observado um aumento de células binucleadas no grupo exposto (genes *XRCC1\*192Trip/-* e *PON1\*192Arg*). No entanto, indivíduos do grupo exposto com os genes *XRCC1\*192Arg/Arg* combinados com *PON1\*192Gln/Gln* apresentaram um maior índice de células com cromatina condensada. Desta forma, podemos constatar os produtores de soja do estado do Mato Grosso aumentaram os danos genéticos relacionados às exposições aos agrotóxicos. Diante desses resultados é notável a importância de se reiterar os malefícios do uso indiscriminado das misturas complexas na saúde humana.

**Palavras chave:** Sojicultura; Agroquímicos; Genotoxicidade.

### INTRODUÇÃO

A *Glycine Max* (L.) Merrill, popularmente conhecida como soja, é uma leguminosa rica em proteínas e óleos, sendo muito utilizada na produção de biocombustíveis alternativos e na alimentação humana e animal. Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor e exportador do grão no mundo, possuindo 27% da produção mundial. Neste contexto, destaca-se o estado do Mato Grosso, com uma produtividade de 3.165 kg/há, tornando-se o maior produtor do país (EMBRAPA, 2016).

---

1 Aluno do curso de graduação Biomedicina – Bolsista PROBIC/FAPERGS – amanda\_scotti15@hotmail.com

2 Aluno do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional de Genética e Toxicologia Aplicada – arielly\_bento@hotmail.com

3 Professor do curso de graduação Ciências biológicas e PPGbioSaúde – juliana.silva@ulbra.br

Com o crescimento do plantio de soja houve-se a necessidade de se intensificar o uso de agrotóxicos (fungicidas, herbicidas e inseticidas). Os agrotóxicos são substâncias biologicamente ativas que atuam contra pragas presente em lavouras e pastos. Entretanto, devido às semelhanças entre os diversos tipos de moléculas biológicas, esses produtos tendem a possuir baixa seletividade, tornando-se tóxicos a outras células-alvo. Em diferentes estudos os agroquímicos têm demonstrando possuir propriedades mutagênicas, sendo capazes de induzir diferentes processos genéticos (BOLOGNESI; HOLLAND, 2016). Portanto, para avaliar os efeitos da exposição ocupacional a agrotóxicos diversos biomarcadores tem sido utilizado, já que permitem determinar respostas mensuráveis dos mecanismos tóxicos e susceptibilidade individual (PAULA, 2010).

Diante disto, o presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito dos polimorfismos PON 1, OGG1 e XRCC1 na modulação do dano ao DNA e na morte celular pela exposição a agrotóxicos do plantio de soja no estado de Mato Grosso (Brasil).

## **METODOLOGIA**

A pesquisa foi realizada com 148 pessoas residentes nas regiões noroeste e médio-norte do estado do mato grosso. Do total de participantes, 77 foram indivíduos expostos aos agrotóxicos do plantio de soja, e os demais compõem uma amostra constituída de indivíduos não expostos, cuja ocupação profissional esteja ausente de substâncias genotóxicas. Foram inclusos na pesquisa pessoas do sexo masculino com idade mínima de 18 anos. Participantes fumantes, com histórico de câncer ou doença crônica e que estivessem fazendo uso de medicamentos foram excluídos do estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê Nacional de Ética em Pesquisa, sendo o número do parecer de aprovação 1.890.765. Ainda foi obtido o consentimento por escrito de cada indivíduo antes do início do estudo.

Para o Ensaio de Micronúcleo em Mucosa Oral (BMCyt) as amostras foram coletadas por meio de raspagem bucal. Em seguida, as amostras foram imersas em solução de sacomanno, centrifugadas, lavadas, coradas com reagente schiff e analisadas em microscópio óptico. Para se verificar a susceptibilidade de cada indivíduo foi feita a detecção dos genótipos de reparo XRCC1 e OGG1 e do gene de metabolização PON1 por meio de Reação de Cadeia da Polimerase (PCR). A visualização foi feita em gel de poliacrilamida corado com nitrato de prata.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do ensaio BM cyt estão descritos na tabela 01. As avaliações das células epiteliais de mucosa oral revelaram uma maior frequência de micronúcleo, broto nuclear, broken-egg e células binucleadas no grupo exposto quando comparado ao grupo controle. Em relação aos parâmetros de alterações morfológicas pôde ser observado no grupo exposto um aumento de células com cromatina condensada e cariorrética em relação ao controle.

<b>Parâmetros</b>	<b>Grupo Não-exposto</b>	<b>Grupo Exposto</b>
<b>Dano ao DNA</b>		
MN	0.9 ± 1.0	3.3 ± 2.1***
BUD nuclear	2.6 ± 1.8	6.7 ± 3.1***
Célula binucleada	8.2 ± 3.5	9.5 ± 4.0*
<b>Morte Celular</b>		
Cromatina Condensada	28.6 ± 10.0	54.6 ± 13.9***
Célula cariorrética	52.4 ± 16.6	91.0 ± 35.5***
Célula Picnótica	4.4 ± 2.2	5.2 ± 3.4
Célula Cariolítica	48.8 ± 26.5	58.4 ± 36.6

\*Significativo P <0,05; \*\*\*Significativo P <0,001 em relação ao grupo não exposto.

Os genótipos estudados (*PON1*, *XRCC1* e *OGG1*) foram associados a diferentes biomarcadores de dano e morte celular. Nos biomarcadores de dano celular (Tabela 02) foi observado um aumento de células binucleadas em indivíduos *XRCC1*\*192Trip/- quando comparado aos *XRCC1*\*192Arg/Arg no grupo exposto. Tais resultados foram corroborados quando se associou o gene de metabolização *PON1* aos genes de reparo *XRCC1* e *OGG1*, havendo um aumento dessas células em indivíduos expostos que possuem os genes *XRCC1*\*192 Trip/- e *PON1* \*192 Arg/. Ainda na associação entre os genótipos pôde ser observado um aumento de células NBud em indivíduos não-expostos *XRCC1*\*192Trip/- e *PON1*\*192Arg/ (Tabela 02).

	Grupo	Micronúcleo	BUD nuclear	Ponte Nuclear
PONI Gln/Gln	<b>Não Exposto</b>			
	XRCC1*194 Arg/Arg	1.13 ± 1.29	3.26 ± 2.05	8.56 ± 2.72
	XRCC1*194 Trp-	0.25 ± 0.50	3.50 ± 3.10	14.00 ± 7.75
	<i>P</i>	0.19	0.92	0.13
	OGG1*326 Ser/Ser	0.85 ± 1.21	3.92 ± 2.46	10.23 ± 4.80
	OGG1*326 Cys-	1.08 ± 1.32	2.69 ± 1.80	8.46 ± 3.50
	<i>P</i>	0.66	0.23	0.25
	<b>Exposto</b>			
	XRCC1*194 Arg/Arg	3.52 ± 2.45	6.41 ± 3.99	10.04 ± 4.15
	XRCC1*194 Trp-	2.67 ± 1.53	6.67 ± 4.04	11.67 ± 5.51
	<i>P</i>	0.67	0.86	0.53
	OGG1*326 Ser/Ser	3.60 ± 2.68	6.20 ± 2.46	11.20 ± 4.51
OGG1*326 Cys-	3.10 ± 1.66	6.90 ± 6.04	8.20 ± 2.74	
<i>P</i>	0.98	0.49	0.08	
PONI Arg/-	<b>Não Exposto</b>			
	XRCC1*194 Arg/Arg	0.75 ± 0.75	2.00 ± 1.25	8.04 ± 2.71
	XRCC1*194 Trp-	1.56 ± 1.42	3.22 ± 1.56	6.67 ± 3.12
	<i>P</i>	0.13	<b>0.04</b>	0.31
	OGG1*326 Ser/Ser	0.95 ± 0.92	2.33 ± 1.43	7.24 ± 2.95
	OGG1*326 Cys-	0.94 ± 1.12	2.25 ± 1.44	8.31 ± 2.65
	<i>P</i>	0.79	0.86	0.24
	<b>Exposto</b>			
	XRCC1*194 Arg/Arg	3.29 ± 2.00	7.02 ± 2.66	8.61 ± 3.78
	XRCC1*194 Trp-	3.75 ± 2.22	6.75 ± 2.99	13.75 ± 4.03
	<i>P</i>	0.61	0.67	<b>0.03</b>
	OGG1*326 Ser/Ser	3.52 ± 1.63	6.85 ± 2.40	8.74 ± 3.39
OGG1*326 Cys-	3.06 ± 2.48	7.22 ± 3.06	9.56 ± 4.89	
<i>P</i>	0.27	0.56	0.58	

Ainda foi verificado o efeito individual dos genótipos associados à morte celular. No grupo controle foi observado um aumento de células picnóticas em indivíduos XRCC1\*192Trp/- quando comparado com os indivíduos XRCC1\*192 Arg/Arg; contudo essa diferença não foi observada no grupo exposto. Quando se associou o gene de metabolização PON1 com os genes de reparo XRCC1 e OGG1 pôde ser observado um aumento de células com cromatina condensada em indivíduos ocupacionalmente expostos XRCC1\*192Arg/Arg e PON1\*192Gln/Gln.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista que os testes de biomonitoramento utilizados permitiram verificar os efeitos da exposição ocupacional aos agroquímicos, podemos concluir que os produtores de soja do estado do Mato Grosso estão expostos a diversas misturas complexas de substâncias químicas que apresentam potencial genotóxico e mutagênico, sendo necessário destacar influência dos genótipos de reparo e metabolização neste processo. Diante disso, salienta-se a

importância do uso dos equipamentos de proteção em todo o processo de produção da soja como forma de prevenção a efeitos genotóxicos.

## REFERÊNCIAS

BENEDETTI, Danieli. **Avaliação da Genotoxicidade Ocasionalada pela Exposição Ocupacional em Sojicultores Associada à Suscetibilidade Genética**. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Molecular Aplicada a Saúde) – Universidade Luterana do Brasil. Canoas/RS, 2012.

BENEDETTI, Danieli et al. Occupational Medicine & Health Affairs. 2014..

BENEDETTI, Danieli et al. Genetic damage in soybean workers exposed to pesticides: evaluation with the comet and buccal micronucleus cytome assays. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 752, n. 1, p. 28-33, 2013.

BOLOGNESI, Claudia; HOLLAND, Nina. The use of the lymphocyte cytokinesis-block micronucleus assay for monitoring pesticide-exposed populations. **Mutation Research/Reviews in Mutation Research**, v. 770, p. 183-203, 2016.

COSTA, Carla; TEIXEIRA, João Paulo. Efeitos genotóxicos dos pesticidas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 19-31, 2012.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA Soja. Brasília/DF, 2016.

THOMAS, Philip et al. Buccal micronucleus cytome assay. **Nature protocols**, v. 4, n. 6, p. 825, 2009.