

Introdução

Avaliação de risco implica reunir sistematicamente a informação disponível acerca dos riscos potenciais para identificar o perigo e avaliar o efeito dose-resposta à exposição. Para a adequada análise da avaliação do risco são necessárias informações sobre o propósito da liberação e descrição prévia do Organismo Geneticamente Modificado (OGM). De maneira geral, poderiam ser apresentadas as seguintes situações de risco: capacidade de transferência de material genético; instabilidades fenotípica e genética; patogenicidade, toxicidade e alergenicidade; potencial de sobrevivência, estabelecimento e disseminação; e outros efeitos negativos sobre organismos não - alvo da modificação genética. Neste trabalho foi avaliado o trigo transgênico tolerante ao glifosato (CP4 EPSPS) a partir de dados publicados na literatura*.

Metodologia

O Método GMPRAM ** é uma ferramenta para a busca sistematizada de informações de forma a permitir a avaliação do risco envolvido no emprego de determinado OGM e a partir desta análise possibilita a adoção de medidas para evitar ou controlar tal risco. A metodologia prevê o entendimento dos Fatores de Ponderação, que subsidiam os cálculos dos Índices de Ponderação, os quais possibilitarão o preenchimento das Planilhas da Evidência do Risco. A elaboração e preenchimento destas planilhas têm como objetivo a identificação das informações relevantes para a avaliação de risco. Posteriormente, aqueles dados são plotados na Matriz de Avaliação que permite a visualização de forma abrangente daqueles riscos envolvidos, possibilitando estabelecer em qual nível as ações mitigatórias devem ser tomadas para o uso seguro do OGM (Figura 4). Dessa matriz resultam as recomendações de ações a serem tomadas de acordo com os dados obtidos e identificados para a tecnologia sob avaliação. As medidas são agrupadas seguindo um nível crescente de exigências. O método sugere indicadores gerais que preconizam uma avaliação segura do OGM, os mais relevantes estão apresentados nas Figuras 1, 2 e 3. O software GMP-RAM, pode ser acessado no site da Embrapa Meio Ambiente: http://www.cnpma.embrapa.br/forms/gmp_ram.php3

As Figuras 1, 2 e 3 apresentam os principais indicadores da Planilha de Evidência de Risco para caso do trigo transgênico tolerante ao glifosato (CP4 EPSPS).

Figura 1

Riscos Potenciais	Critérios para Avaliação	Informação para Avaliação	Fatores de Moderação	Índice de Risco	Fatores de Moderação	Índice de Significância
			Outro	Exponencial	Percentual	
Potencial Fonte de Exposição - Introdução de Tecnologia [R]	Probabilidade de gera- mulação nos organismos alvos	O planejamento das introduções visa à minimização do experiéncial, mas não é sempre assim.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diminuição de efeitos de tecnologia			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 2

Risco Potencial	Cálculo para Avaliação	Informação para Avaliação	Fatores de Moderação	Índice de Risco	Fatores de Moderação	Índice de Sinalização
Potencial Fonte da Exposição: Ocorrências esperadas [acidentes]						
[n] Determinação da DGM dentro da faixa operacional	Treinamento da equipe	Já treinamento pose corretamente conduta para o acidente	2 2 2	2	2 2	4
	Destinação final do DGM	Não (o desastre no estudo avaliado)	1 1 1	1	1 1	

Figura 3

Risco Potencial	Câmbio para Avaliação	Informações para Avaliação	Fatores de Moderação	Índice de Risco	Fatores de Moderação	Índice Significado
Potencial Fonte de Exposição - Analise caso a caso de evento						
41) Questão de Saúde Pública	Risco de cíclone	500 ingredientes ativos (monoglicero, triglicerídeos, hidroxídeos, hidroxídeos, hidroxídeos e hidroxídeos de ácidos graxos)	4	2	1	6
63) Questão de Saúde Pública	Risco do aplicado:	O risco é menor de 0,004 a 109,1 % de toxicidade cutânea, 1,03 a 10,15 hidroxídeos, representando um risco maior ou	4	2	1	8

Resultados

Observa-se que não existe risco potencial para a biodiversidade, caso algumas medidas de manejo e monitoramento sejam seguidas. Os herbicidas glifosato e imazamox, os quais são usados na cultura do trigo, realmente apresentam riscos menores para a saúde humana e para o meio ambiente que outros herbicidas associados com o sistema de produção convencional. Quanto ao uso pelos agricultores, todos os herbicidas apresentaram riscos consideráveis por isto uma medida de gerenciamento deve ser tomada, dentre elas, o uso de Equipamento de Proteção Individual e a conscientização do seu uso efetivo. Tanto o trigo tolerante a glifosato quanto o tolerante a imidazolinone apresentam riscos mais baixos do que muitos outros herbicidas associados com sistemas de produção convencionais avaliados neste estudo.

Figura 4. Matriz para avaliação do risco do PGM para o caso do trigo GM

Matriz de Avaliação de Risco

		ÍNDICE DE RISCO			
		1-3 MUITO BAIXO	4-7 BAIXO	8-15 MÉDIO	16-32 ALTO
ÍNDICE DE SIGNIFICÂNCIA	1-3 MUITO BAIXO	Verde	Amarelo	Verde	Amarelo
	4-7 BAIXO	Amarelo	Verde	Amarelo	Verde
8-15 MÉDIO	Amarelo	Verde	Amarelo	Preto	
16-32 ALTO	Preto	Preto	Preto	Preto	
1-3 MUITO BAIXO	Verde	Amarelo	Verde	Amarelo	
4-7 BAIXO	Amarelo	Verde	Amarelo	Verde	
8-15 MÉDIO	Amarelo	Verde	Amarelo	Preto	
16-32 ALTO	Preto	Preto	Preto	Preto	

LEGENDA:

- SEM RESTRIÇÕES
- REQUER MONITORAMENTO
- REQUER MANEJO
- REQUER RESTRIÇÕES
- NÃO RECOMENDADO

* PETERSON, R.K.D. AND L.M. SHAMA. 2005. A comparative risk assessment of genetically engineered, mutagenic, and conventional wheat production systems. *Transgenic Research* 14:859-875.

** A metodologia GMP - RAM está descrita no artigo publicado na Revista *Applied Biosafety* (<http://www.absa.org>) JESUS, K. R. E.; LANNA, A. C.; VIEIRA, F. D.; ABREU, A. L.; LIMA, D. U. *A proposed Risk Assessment Method for Genetically Modified Plants*. *Applied Biosafety*, Vol. 11(3), pp. 127-137; 2006.



Avaliação dos Riscos Ambientais e Alimentares do Trigo Geneticamente Modificado

MÉTODO GMP-RAM PARA AVALIAÇÃO CASO A CASO DE PLANTAS GENETICAMENTE MODIFICADAS

Simone M. N. Cremonezi
Mestranda em Biotecnologia ICB-USP

Katia R. E. Jesus-Hitzschky.
Embrapa Meio Ambiente

Denis U. Lima
Bayer Cropscience Ltda/Bioscience

Análise de Risco - Plantas Geneticamente Modificadas																
Arquivo		Riscos Potenciais		Códigos para Avaliação		Informações para Avaliação		Fatores de Moderação		Índice de Risco		Fatores de Moderação		Índice de Significância		
								Aumento		Redução						
Potencial Fator de Exposição - Ingestão Genética																
[a] Desenvolvimento de doenças e desenvolvimento de resistência a antibiótico	Características do círculo	Não no regredido não tem chance ou imunidade em nenhum nível	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	1							1	1	1	1
	Características do receptor	Não tem receptores não tem capacidade de absorver	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	1							1	1	1	1
	Presença de segmentos genéticos estruturais ou não desejados, reguladores, mutações que alteram o crescimento, alguma reacção	Não foi introduzida a estrutura genética nem uma sequência peculiar (não pertence ao organismo que o produziu)	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	1							1	1	1	1
			<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	1										
[b] Sufragante de outras características negativas	Estabilidade da inserção	Construção genética estável	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	1							1	1	1	1
	Avaliação comparativa e larva/pupa, resiste às pragas e doenças	Não houve diferença notavelmente significativa entre as variedades evaluadas	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0	1							1	1	1	1

Mais informações

Embrapa Meio Ambiente
Área de Comunicação Empresarial
Caixa Postal 69
Cep 13820-000 Jaguariúna/SP
Telefone: [19] 3867-8741
Fax: [19] 3867-8740
sac@cnpma.embrapa.br
www.cnpma.embrapa.br

Apoio financeiro



Silvana C. Teixeira Estevão (Embrapa Meio Ambiente)
Fotos: Arquivo Embrapa 100 exemplares - novembro de 2007