

Biotecnologia – Avanços e perspectivas

Décio Karam, Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Membro da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, Conselheiro do Conselho Científico para Agricultura Sustentável

A biotecnologia pode ser entendida como sendo um conjunto de conhecimentos (Figura 1) voltados ao desenvolvimento de técnicas associadas a seres vivos que gerem produtos para contribuir na solução de problemas biológicos.



Figura 1. Esquema de definição de biotecnologia

A biotecnologia vem contribuindo para o desenvolvimento da agricultura atual através das plantas geneticamente modificadas originadas dos avanços do conhecimento sobre o DNA (*ácido desoxirribonucleico*) a partir dos achados do bioquímico alemão Johann Friedrich Miescher em 1869, do pesquisador russo Andrei Nicolaevitch Belozersky e pelos cientistas James Watson e Francis Crick que foram responsáveis pela identificação da molécula, seu isolamento e descrição da dupla hélice, respectivamente, que resultou na obtenção do DNA recombinante. A partir dessa técnica o isolamento e a transferência de pedaços de gene de um organismo para outro deram início a modificação genética de organismos, gerando os organismos geneticamente modificados (OGM) ou transgênicos.

Na agricultura atual a revolução genica pode ser considerada a partir do desenvolvimento da primeira planta geneticamente modificada (GM) para a alimentação humana, que obteve autorização para comercialização em 1994, do tomate de maturação prolongada, FlavrSavr, desenvolvido pela empresa Calgene, que apresentava alterações metabólicas para desacelerar o processo de amadurecimento, impedindo, assim, o amolecimento dos frutos sem que a cor e o sabor fossem alterados. No mesmo ano a mesma empresa desenvolveu a canola com concentração aumentada de ácido láurico. Já a primeira soja transgênica introduzida no mercado deu-se no ano de 1995 pela Monsanto, com tolerância ao herbicida glifosato.

No Brasil foi editada a Medida Provisória nº 131, em 26 de setembro de 2003, que passou a regulamentar o plantio de organismos geneticamente modificados (transgênicos) em escala comercial no país. No Congresso Nacional, a MP nº. 131 não sofreu mudanças significativas, convertendo-se na lei nº. 10.184, de 15 de dezembro de 2003. Na safra 2005/2006, a comercialização da soja “**R**oundup **R**eady” (soja RR), com tolerância ao herbicida glifosato, passou a ser normatizada no país, embora existam relatos de plantio de soja tolerante a este herbicida datada no final dos anos 1990. Para a cultura do milho as primeiras liberações comerciais transgênicas ocorreram em 2007 com duas cultivares resistentes a insetos da ordem lepidóptera e um cultivar tolerante ao herbicida glufosinato de amônio. Atualmente, vinte e nove eventos em milho, seis em soja, doze em algodão, um em feijão e um em eucalipto estão liberados pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio (Figura 2 e Tabela 1) para serem comercializados, sendo que destes, vinte e cinco apresentam estaqueamento relativos à Resistência a Insetos e Tolerância a Herbicidas (Tabela 1), equivalente a 52% dos eventos liberados.



Adaptado CTNBio, 2015

Figura 2. Evolução dos eventos transgênicos aprovados para liberação comercial no Brasil (1998 – 2015).

Salienta-se que a liberação dos OGMs no Brasil passa pela deliberação na Comissão Técnica de Biossegurança (CTNBio), onde os aspectos relacionados a biossegurança são analisados, assessorando o Governo Federal na formulação, atualização e implementação da Política Nacional de Biossegurança relativa aos organismos geneticamente modificados, bem como no estabelecimento de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente, para atividades que envolvam a construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento, liberação e descarte de OGM e derivados.

De acordo com o Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento existe até 2015 um total de 32.264 cultivares registrados, dos quais 6.285 são cultivares geneticamente modificados, representando na cultura da soja 59%, para o milho 38% e para o algodão 28% (Figura 3).

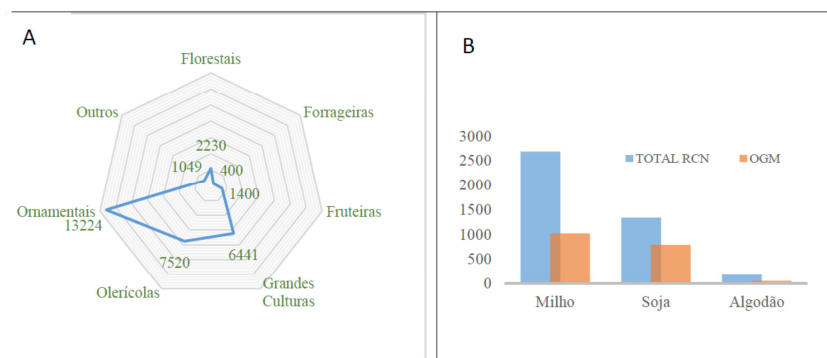


Figura 3 Cultivares inscritos no Registro Nacional de Cultivares (A) e o total de cultivares geneticamente modificados registrados das principais culturas.

Segundo o Serviço Internacional para a Aquisição de Aplicações em Agrobiotecnologias (International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications- ISAAA), entidade sem fins lucrativos, mais de 181,5 milhões de hectares foram plantados com culturas geneticamente modificadas em 2014, sendo observado um aumento contínuo na área plantada, ao redor de 100 vezes em um período de 19 anos. Em 2014, vinte e oito países utilizavam culturas geneticamente modificadas sendo que os países em desenvolvimento (Brasil, Argentina, Índia, China, Paraguai, África do Sul, Paquistão, Uruguai, Bolívia, Filipinas, Republica da União de Myanmar, México, Colômbia, Burquina Faso, Sudão, Chile, Honduras, Cuba, Costa Rica e República Popular do Bangladesh) plantaram mais de 96 milhões de hectares, enquanto os países desenvolvidos ou industrializados (Estados Unidos da América, Canadá, Austrália, Espanha, Portugal, República Checa, Eslováquia e Romênia) plantaram apenas 87 milhões de hectares. Dos 1,5 bilhões de hectares plantados no mundo, 12,1% foram com culturas geneticamente modificadas, sendo estas cultivadas por 18 milhões de produtores (ISAAA, 2015)

Tabela 1. Eventos transgênicos liberados para comercialização no Brasil

Espécie	Nome Comercial	Eventos	Característica	Proteína	Requerente	Ano
Soja	Roundup Ready	GTS-40-3-2	TH	CP4-EPSPS	Monsanto	1998
	Cultivance	BPS-CV-127-9	TH	Csr-1-2	BASF & Embrapa	2009
	Liberty Link TM	A2704-12	TH	PAT	Bayer	2010
	Liberty Link TM	A5547-127	TH	PAT	Bayer	2010
	Intacta RR2 PRO	MON87701 & MON89788	TH e RI	CP4-EPSPS Cry1Ac	Monsanto	2010
	ASD*	DAS-68416-4	TH	aad12 pat	Dow Agrosociences	2015
	Yield Gard	MON810	RI	Cry1Ab	Monsanto	2007
	Liberty Link	T25	TH	PAT	Bayer	2007
	TL	Bt	TH e RI	Cry1Ab PAT	Syngenta	2007
	Roundup Ready 2	NK603	TH	CP4-EPSPS	Monsanto	2008
TG	GA21	TH	mEPSPS	Syngenta	2008	
Herculex	TC1507	TH e RI	Cry1F PAT	Du Pont & DowAgroScience	2008	
Milho	YR YieldGard/RR2	NK603 & MON810	TH e RI	CP4-EPSPS Cry1Ab	Monsanto	2009
	TL/TG	Bt11 & GA21	TH e RI	Cry1Ab PAT mEPSPS	Syngenta	2009
	Viptera-MIR162	MIR162	RI	VIP3Aa20	Syngenta	2009
	HR Herculex/RR2	TC1507 & NK603	TH e RI	Cry1F PAT CP4-EPSPS	Du Pont	2009
	Pro	MON89034	RI	Cry1A.105 Cry2Ab2	Monsanto	2009
	TL TG Viptera	Bt11 & MIR162 & GA21	TH e RI	Cry1Ab VIP3Aa20 mEPSPS	Syngenta	2010
	PRO2	MON89034 7 NK603	TH e RI	Cry1A.105 Cry2Ab2 CP4-EPSPS	Monsanto	2010
	Yield Gard VT	MON88017	TH e RI	CP4-EPSPS Cry3Bb1	Monsanto	2010
	Power Core PW/Dow	MON89034 & TC1507 & NK603	TH e RI	Cry1A.105 Cry2Ab2 Cry1F PAT CP4-EPSPS	Monsanto e Dow Agrosociences	2010
	HX YG RR2	MON810 & TC1507 & NK603	TH e RI	cry1Ab Cry1F PAT CP4EPSPS	Du Pont	2011
	TC1507xMON810	TC1507 & MON810	TH e RI	Cry1F Cry1Ab PAT	Du Pont	2011
	MON89034 x MON88017	MON89034 & MON88017	TH e RI	Cry1A.105 Cry2Ab2 Cry3Bb1 CP4-EPSPS	Monsanto	2011
	Herculex XTRA™ maize	TC1507 x DAS-59122-7	TH e RI	Cry1F PAT cry34Ab1 cry35Ab1	Du Pont & DowAgroScience	2013
	Viptera4	Bt11xMIR162xMIR604xG A21	TH e RI	Cry1Ab PAT VIP3Aa20 mcry3A mEPSPS	Syngenta	2014
	MIR 604	MIR604	RI	mcry3A	Syngenta	2014
	ASD	DAS-40278-9	TH	aad-1v3	Dow Agrosociences	2015
	ASD	NK603 x T25	TH	CP4-EPSPS PAT	Monsanto	2015
	ASD	TC1507 x MON810 x MIR162 x NK603	TH e RI	Cry1F cry1Ab PAT VIP3Aa20 CP4-EPSPS	Du Pont	2015
	ASD	TC1507xMIR162xNK603	TH e RI	Cry1F PAT VIP3Aa20 CP4-EPSPS	Du Pont (RN15)	2015
	ASD	TC1507xMIR162	TH & RI	Cry1F PAT VIP3Aa20	Du Pont (RN15)	2015
ASD	MIR162xNK603	TH e RI	VIP3Aa20 CP4-EPSPS	Du Pont (RN15)	2015	
ASD	MON810xMIR162	RI	Cry1Ab VIP3Aa20	Du Pont (RN15)	2015	
ASD	TC1507 x MON810 x MIR162	TH e RI	Cry1F pat VIP3Aa20 cry1Ab	Du Pont	2015	
Algodão	Bolgard I	MON531	RI	Cry1Ac	Monsanto	2005
	Roundup Ready	MON1445	TH	CP4-EPSPS	Monsanto	2008
	Liberty Link	LLCotton25	TH	PAT	Bayer	2008
	Bolgard I Roundup Ready	MON531&MON1445	TH e RI	Cry1Ac CP4-EPSPS	Monsanto	2009
	Widestrike	281-24-236 & 3006-210-23	TH e RI	Cry1Ac Cry1F PAT	Dow Agrosociences	2009
	Bolgard II	MON15985	RI	Cry2Ab2 Cry1Ac	Monsanto	2009
	GlyTol	GHB614	TH	2mEPSPS	Bayer	2010
	TwinLink	T304-40 & GHB119	TH e RI	Cry1Ab Cry2Ae PAT	Bayer	2011
	MON88913	MON88913	TH	CP4-EPSPS	Monsanto	2011
	GlytolxTwinLink	GHB614 x T304-40 x GHB 119	TH e RI	Cry1Ab, cry2Ae, 2mepsps	Bayer	2012
GTxLL	GHB614 x LLCotton25	TH	2mepsps, bar	Bayer	2012	
BolgardIII Roundup Ready Flex	MON 15985 x MON 88913	TH e RI	Cry1Ac e cry2Ab2 e CP4-EPSPS	Monsanto	2012	
Feijão	Embrapa 5.1	Embrapa 5.1	R VMD	não se aplica	Embrapa	2011
Eucalipto	ASD	H421	AVM	cell1	Futuragene	2015

TH – Tolerância a Herbicida; RI – Resistência a Insetos, R VMD – Resistência ao Vírus do Mosaico Dourado do Feijoeiro; AVM - aumento volumétrico de madeira
Adaptado CTNBio, 2015

Apesar da evolução agrícola promovida pelas cultivares transgênicas, devemos ter em mente que sem o avanço do melhoramento genético no Brasil nos últimos vinte anos, nada teria acontecido e de nada adiantaria o processo da transgenia que atualmente vem ocorrendo de maneira definitiva e acelerada nas cultivares modernas. Nas últimas safras o Brasil

apresentou novos patamares de produtividade, só antes alcançado por países desenvolvidos e detentores de alta tecnologia, a exemplo dos Estados Unidos. No Brasil é comum encontrarmos, nos dias atuais, produtores de milho com médias de produtividade variando de 10.000 kg ha⁻¹ a 12.000 kg ha⁻¹, havendo áreas com patamares de até 15.000 kg ha⁻¹, enquanto na soja as produtividades têm alcançado patamares superiores a 7.000 kg ha⁻¹.

Novos avanços estão sendo incorporados à agricultura oriundos da biotecnologia dentre esses destaca-se o uso de RNAi (RNA interferente), mecanismo exercido por moléculas de RNA complementares com a função de silenciarem a expressão gênica ou dificultarem a transcrição de genes específicos. A Monsanto vem desenvolvendo o uso de RNAi para a quebra de resistência de plantas ao herbicida glyphosate, enquanto outras empresas se dedicam a quebra da resistência de insetos ao BT. Com esta tecnologia as empresas podem solucionar em parte os problemas enfrentados com a seleção de resistência advinda do uso contínuo deste herbicida. Portanto, a biotecnologia tem sido considerada segundo a professora Nina V. Fedoroff da universidade da Pensilvânia, Estados Unidos, a ferramenta que permite acelerar o processo evolutivo através de modificações genéticas.

Mundialmente ainda pesquisas são voltadas a inserção de diferentes genes nas plantas para indução de diversas características agrônômicas dentre as quais podemos citar a tolerância a estresse abióticos, a mudança na taxa de crescimento e desenvolvimento, a resistência a doenças, a modificação na qualidade do produto e ao sistema de controle de polinização.

A biotecnologia, portanto, é um processo contínuo que resulta em quantidade e qualidade de alimentos para uma população crescente com melhor sustentabilidade do sistema produtivo. Contudo, toda tecnologia depende de seu uso correto e adequado para que a mesma possa expressar todo seu potencial tecnológico.

Referencias

ISAAA. International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications. Disponível em <http://www.isaaa.org/resources/publications/biotech_booklets/top_10_facts/download/Top%2010%20Facts%20Booklet.pdf> Acesso em: 28 de julho de 2015

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/registros-autorizacoes/registro/registro-nacional-cultivares>>. Acesso em: 28 de julho de 2015.