



## BIOTECNOLOGIA E INOVAÇÃO

# O futuro da agricultura em nossas mãos

# CiB

Conselho de Informações  
sobre Biotecnologia

A **TURBULÊNCIA** que atingiu o Brasil em 2016 não foi capaz de desestruturar a forte agricultura nacional. A robustez do setor é resultado do investimento do País em ciência e da ousadia de nossos agricultores. Se, até os anos 70 do século passado, a expansão agrícola brasileira deu-se com a incorporação de novas áreas; hoje, ela é fundamentada em ganhos de produtividade e preocupação com a sustentabilidade.

Até o momento, os sistemas agrícolas brasileiros conseguiram atender a demandas nacionais e internacionais. A biotecnologia, sem dúvida, teve contribuição para esse processo. Entretanto, em face dos cenários cada vez mais complexos, nossa agricultura enfrentará o desafio de continuar agregando valor, segurança e qualidade aos alimentos com velocidade e eficiência superiores às aquelas demonstradas até agora.

Os avanços alcançados, ainda que significativos, não vão garantir os mesmos resultados por muito tempo. A economia global e a agricultura estão caminhando na direção da convergência de conhecimentos. Já é preciso pensar em regulamentar e estimular, por exemplo, plantas desenvolvidas com novas técnicas de engenharia genética e culturas que produzem compostos para outras indústrias.

A boa notícia é que o Brasil tem condições de se destacar nesse cenário. Temos centros de pesquisa e cientistas de excelência, agricultores inovadores e experiência em agricultura tropical. Devemos agora apostar na modernização dos processos de tomada de decisão e na coordenação entre eles para construirmos hoje esse amanhã promissor. Este especial compartilha com o leitor essa visão.

## Perspectivas da agricultura brasileira na visão da COP-13

O setor agrícola brasileiro, que lança mão de técnicas sofisticadas, já reflete a agricultura sustentável discutida nesses e em tantos outros foros.



Rodrigo C. A. Lima

*Advogado, doutor em Comércio Internacional, especializado em barreiras não tarifárias e desenvolvimento sustentável, e diretor-geral da Agroicone*

Leonardo Munhoz

*Advogado, mestre em Direito Ambiental e pesquisador da Agroicone*

Em dezembro de 2016, ocorreu a COP-13, reunião da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), que tem como objetivos evitar a perda da biodiversidade, promover sua conservação e incentivar o acesso aos recursos genéticos e a repartição de benefícios oriundos. Em paralelo, ocorreu a MOP9, do Protocolo de Cartagena, que trata da biossegurança de Organismos Vivos Geneticamente Modificados (OVGMs), e a MOP2, do Protocolo de Nagoya, cujos focos são o acesso e a repartição de benefícios dos recursos genéticos.

As discussões ocorridas nesses encontros são fundamentais. Na COP-13, por exemplo, as partes definiram que, para alimentar o mundo de maneira sustentável, deve-se evitar a perda da fertilidade dos solos, proteger recursos hídricos e florestas, adotar tecnologias e inovações que permitam ganhar produtividade e reduzir impactos, melhorar a eficiência no uso de defensivos e assegurar a biossegurança dos OVGMs e das novas técnicas de biologia sintética.

A agricultura moderna, que lança mão de técnicas sofisticadas, já reflete a agricultura sustentável discutida nesses e em tantos outros foros. O setor agrícola brasileiro, por exemplo, adota técnicas de baixo carbono como plantio direto, usa insumos de maneira racional, conserva o solo e conjuga produção e conservação de vegetação nativa. Naturalmente, há grupos e países que levam para as reuniões da CDB a visão de que há somente um modelo de agricultura, aquele que restringe as ferramentas disponíveis para o agricultor enfrentar os desafios do campo.

Justamente por isso que é essencial mostrar as diferentes agriculturas do Brasil, desde as mais sofisticadas tecnicamente, passando pelos modelos de integração com pequenos agricultores e pelas cooperativas, até chegar à agricultura orgânica. O aprimoramento das práticas produtivas e das políticas que incentivam os diversos modelos de produção brasileiros é o caminho para impulsionar o País como líder na produção de alimentos, energias renováveis e fibras.

A biossegurança de OVGMs foi outro tema relevante tratado nas negociações. O Guia de Avaliação de Risco, criado nos últimos sete anos, foi reconhecido como referência, mas não formalmente adotado. Isso vai permitir que países criem documentos baseados em informações científicas e, efetivamente, façam as melhores avaliações de risco. Prevaleceu uma solução equilibrada. O uso de informações digitais de origem genética foi outro grande tema da COP-13 e deverá gerar muitas discussões nos próximos anos.

Promover as metas de biodiversidade e incentivar boas práticas produtivas é um desafio dos países e dos atores privados que utilizam recursos naturais como insumos-base para as suas atividades. Cabe ao setor agrícola brasileiro trazer para o centro das discussões os casos de sucesso e os aprimoramentos que já fazem parte da prática agrícola nacional. Assim, gradativamente, vai se colaborar com o estabelecimento das fronteiras do desenvolvimento sustentável.

## Caminho para a sustentabilidade da biotecnologia agrícola

O alto índice de adoção da transgenia no campo, indicativo de sua eficiência, exige que a taxa de adoção do refúgio também seja elevada.



Adriana Brondani

*Doutora em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e diretora executiva do Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB)*

Não é possível falar de agricultura brasileira sem mencionar números expressivos. Com práticas sustentáveis, emprego de tecnologia e produtores comprometidos, geramos parte significativa dos alimentos, das fibras e das energias renováveis consumidos em todo o mundo. Na

safrá 2016/17, só em grãos, o País colherá 215,3 milhões de toneladas, segundo levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab).

Quando se fala em grãos, soja e milho aparecem como as principais culturas produzidas no País. Ambos correspondem a quase 90% da produção. A soja deve alcançar uma produção acima de 100 milhões de toneladas, e o milho, quase 85 milhões de toneladas, distribuídos entre primeira e segunda safra. Não por acaso, está disponível para essas culturas, além de para o algodão, a inovação das sementes geneticamente modificadas (GM).

Há outros dados que impressionam. De acordo com o último levantamento do Serviço Internacional para Aquisição de Aplicações Agrobiotecnológicas (ISAAA), a área plantada com culturas transgênicas no Brasil foi de 44,2 milhões de hectares, a segunda maior do mundo. Nesta área, aproximadamente 39% foram cultivados com plantas resistentes a insetos (plantas Bt). O cultivo dessa tecnologia em grandes áreas pode resultar na seleção de pragas-alvo resistentes às toxinas Bt. Diante disso, a implementação de um programa de Manejo da Resistência de Insetos (MRI) é indispensável, e o refúgio é a principal estratégia deste tipo de programa.

O refúgio é uma área cultivada com plantas não Bt em lavouras de soja, milho ou algodão transgênicas cujo objetivo é produzir insetos suscetíveis às proteínas inseticidas que irão se acasalar com os insetos resistentes provenientes das áreas Bt, gerando novos indivíduos suscetíveis à tecnologia. A ideia é manter uma população de pragas

### Funcionamento das áreas de refúgio





vulneráveis ao efeito inseticida da variedade transgênica e preservar os benefícios da tecnologia.

O percentual da área que deve ser usado como refúgio varia de acordo com a cultura transgênica utilizada. As áreas de refúgio devem estar localizadas a uma distância máxima de 800 metros da lavoura com tecnologia Bt, e a planta deve ser da mesma espécie, além de ter ciclo e porte iguais aos da variedade Bt. A proporção é de 20% para a soja e o algodão e de 10% para o milho.

Elevar a taxa de adoção de refúgio é um desafio. Para haver um índice maior de agricultores com proteção correta da sua lavoura por meio da adoção do refúgio, empresas produtoras de sementes, cooperativas, associações e acadêmicos já estão engajados em atividades de educação e de extensão rural. O programa Boas Práticas Agrônomicas em Culturas Bt é uma dessas iniciativas fundamentais para ajudar os agricultores a tomarem as decisões mais adequadas aos seus sistemas de produção.

Também chamado de BOAS pelos produtores, o projeto objetiva estreitar vínculos com o homem do campo, estabelecendo-se como parceiro e fonte confiável de informações técnicas sobre a melhor forma de utilizar a biotecnologia agrícola e preservar a eficácia das sementes Bt. Desde

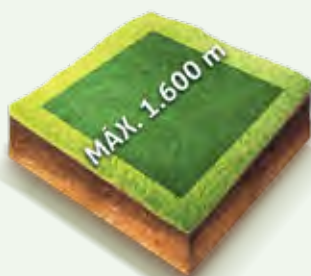
## O REFÚGIO TEM COMO OBJETIVO MANTER AS PRAGAS VULNERÁVEIS AO EFEITO INSETICIDA DA PLANTA TRANSGÊNICA.

Em julho de 2015, o programa já percorreu 31 cidades de nove estados produtores, com impacto em 10 mil agricultores por meio de atividades interativas conduzidas por uma equipe multidisciplinar de profissionais em congressos do setor, feiras agrícolas e dias de campo.

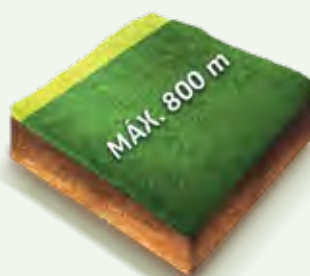
Os números apresentados pelo Brasil na adoção de tecnologias no campo são impressionantes. Mas, é necessário, também, que todo o setor apoie os programas de educação e de extensão rural, essenciais para a manutenção da eficiência, da durabilidade da tecnologia e da diminuição de insetos resistentes à Bt. Informações técnicas e esclarecimento de dúvidas podem ser encontrados no site [www.boaspraticasagronicas.com.br](http://www.boaspraticasagronicas.com.br).

## Como plantar nas áreas de refúgio

**BORDADURA/PERÍMETRO**



**MODELO BLOCO**



**MODELO FAIXA**



**IMPORTANTE RESPEITAR:** Tamanho mínimo da área | Distância máxima de 800 metros

## Próxima fronteira tecnológica da agricultura

Uma nova revolução lança mão das mais recentes descobertas para expandir as possibilidades de realizações em termos de introdução de características em plantas.



Alexandre Nepomuceno

*Engenheiro agrônomo, pós-doutor em Biologia Molecular e pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)*

A base genética disponível para o melhoramento de plantas sempre foi limitada pelo fato de não ser possível introduzir características de uma espécie em outra. A transgenia revolucionou esse cenário, abrindo caminho para o desenvolvimento de plantas que possuem características novas obtidas por meio de novos métodos.

No fim do século passado, um trabalho de 10 anos foi celebrado por pesquisadores do mundo todo: o primeiro sequenciamento do genoma de uma

planta. Hoje, 17 anos depois, com a utilização da nova geração de sequenciadores de DNA e poderosos programas de bioinformática e modelagem computacional, os cientistas podem comemorar o sequenciamento de genomas a cada semana. Toda essa informação genética gerada pelas tecnologias de alto desempenho é, agora, a base para uma nova revolução que expande as possibilidades do que é realizável em termos de introdução de características em plantas.

Até recentemente, as ferramentas disponíveis de engenharia genética permitiam unicamente alterações dos blocos maiores de seqüências de DNA inseridos de forma aleatória no genoma da espécie-alvo. Avanços na área, agora, permitem a obtenção de novas variações, com modificações dirigidas a uma determinada região do genoma-alvo, como mutações específicas, inserções e substituições de genes e/ou blocos de genes. Essas técnicas são alternativas poderosas para o desenvolvimento de plantas com alto valor agregado para a agricultura, a indústria ou a Medicina.

**A TRANSGENIA PERMITIU O DESENVOLVIMENTO DE VARIEDADES COM CARACTERÍSTICAS QUE NÃO PODERIAM SER OBTIDAS DE OUTRA MANEIRA.**



## EXEMPLOS DE APLICAÇÕES DA ENGENHARIA GENÉTICA DE PRECISÃO



**Canola:** técnica de ODM (Mutação Direcionada por Oligonucleotídeos – pequenos fragmentos de DNA) para gerar plantas resistentes a herbicidas;



**Soja:** técnica dos “dedos de zinco” (“*zinc-finger*”) para induzir com sucesso mutações em um gene específico (DICER-LIKE4);



**Arroz:** mutações direcionadas a uma determinada parte do genoma mediadas pela estratégia TALEN (Transcription Activator-Like Effector Nucleases), originando uma planta resistente a uma bactéria causadora de grandes perdas aos rizicultores.

Estas abordagens e outras são utilizadas para melhorar diversas plantas, com o diferencial de poder criar um indivíduo com nova variação genética sem possuir um gene de outra espécie. O fato de os vegetais melhorados serem idênticos aos que lhes deram origem indica que as mutações não resultaram em características adversas.

## POTENCIAL E REGULAMENTAÇÃO

Com grande potencial de alterações específicas nos genomas vegetais, as variedades obtidas pela Engenharia Genética de precisão poderão ser regulamentadas pelos órgãos governamentais competentes de forma diferente das plantas transgênicas tradicionais. Autoridades em todo o mundo analisam e se posicionam sobre essa questão. Como cada inovação terá suas especificidades, a abordagem proposta no Brasil, da análise caso a caso, pode ser considerada um modelo.

Desta maneira, a Engenharia Genética de precisão consolida-se como uma das áreas de maior interesse na pesquisa genética avançada. O seu potencial na agricultura é enorme. Para manter a sua competitividade e a sua posição de destaque global nesse setor, o Brasil necessita analisar a biossegurança e incentivar a pesquisa. O estímulo à sua adoção deverá ser com velocidade igual ou maior do que a observada para as inovações agrícolas hoje em uso no campo. Um futuro promissor depende de decisões adequadas no presente.







## RETROSPECTIVA 2016

### JANEIRO

#### Batata transgênica

A agência reguladora de alimentos e medicamentos dos EUA aprovou uma batata geneticamente modificada (GM) com quatro novas características. A planta é menos suscetível a danos e à doença da pinta preta, tem menor teor de asparagina (aminoácido que, se aquecido a altas temperaturas, pode causar mal à saúde), maior capacidade de resistir ao frio quando armazenada e resistência ao fungo *Phytophthora infestans*, causador da requeima da batata.

#### Segurança em longo prazo

O projeto Avaliação de Risco de Transgênicos e Comunicação das Evidências (GRACE, na sigla em inglês) divulgou os resultados de testes sobre a segurança de Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) para a saúde animal. A conclusão é de que não há qualquer indicação de que o milho GM cause efeitos adversos. O trabalho, financiado pela União Europeia, é considerado de longo prazo.

### FEVEREIRO

#### Ciência brasileira

Pesquisadores do Brasil e de outros seis países – EUA, China, Índia, Austrália, Japão e Israel – sequenciaram o genoma de plantas silvestres de amendoim coletadas na Bolívia e na Argentina. O mapeamento genético revelou que a espécie de amendoim cultivada hoje é similar a seus ancestrais, cultivados pelos povos pré-colombianos. O estudo foi publicado na revista *Nature Genetics*, e os resultados estão disponíveis para toda a comunidade científica mundial.

### MARÇO

#### Biotecnologia e saúde

Pesquisadores dos EUA, por meio da técnica de edição de genomas CRISPR, eliminaram o DNA do vírus HIV-1 do genoma de uma célula humana cultivada em laboratório e que estava contaminada pelo vírus. Adicionalmente, quando essas células foram expostas novamente ao vírus, estavam protegidas contra reinfecção. Foi a primeira vez que se descobriu como evitar novas infecções.

## ABRIL

### Adoção crescente

O Brasil cultivou 44,2 milhões de hectares com culturas transgênicas em 2015, um crescimento de 5% em relação a 2014. Nenhum outro país do mundo apresentou um crescimento tão expressivo. No Brasil, a intensa adoção desta tecnologia no campo reflete a confiança que os produtores depositam nela. As informações são do relatório do ISAAA.

## MAIO

### Academia garante segurança de OGMs

Transgênicos são seguros para as alimentações humana e animal e para o meio ambiente. Esta é a conclusão de um novo estudo publicado pela Academia Nacional de Ciências, Engenharia e Medicina dos Estados Unidos. Para compor o relatório, o comitê de pesquisadores examinou mais de mil publicações acadêmicas sobre OGMs, ouviu mais de oitenta manifestações em audiências públicas e seminários e analisou mais de 700 comentários enviados pela população.

## JUNHO

### Biotecnologia sustentável

Levantamento da consultoria inglesa PG Economics mostra que as culturas GM favorecem a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis. De acordo com o relatório, em dezenove anos de adoção da biotecnologia agrícola, as culturas GM foram responsáveis por uma redução significativa das emissões de gases do efeito estufa. Em 2014, esta diminuição evitou que 22,4 milhões de toneladas de dióxido de carbono fossem jogados na atmosfera, o equivalente à remoção de 10 milhões de carros das ruas por um ano.

### Aval de peso

Diversos ganhadores do Prêmio Nobel organizaram-se para manifestarem publicamente apoio aos transgênicos e pedirem ao Greenpeace que reveja seu posicionamento contrário aos OGMs. Assinaram o documento 123 laureados com o Nobel, e o texto está disponível no site criado para a ação, denominada Apoie a Agricultura de Precisão (Support Precision Agriculture, em inglês).





## JULHO

### Consumidor americano e transgênicos

Os EUA sancionaram a lei que define as regras para a rotulagem de transgênicos no país. O objetivo é proporcionar aos consumidores mais informações sobre os alimentos que consomem. De acordo com a nova normativa, os rótulos podem dispor a informação sobre o ingrediente geneticamente modificado (GM) de três maneiras: com texto, símbolo ou por meio de um código digital.

## AGOSTO

### Consumidor brasileiro e transgênicos

Levantamento conduzido pelo Ibope Conecta revela que a grande maioria dos brasileiros (73%) afirma já ter consumido transgênicos, e, entre os

27% que não sabem ou afirmam que não ingeriram, 59% se mostram abertos a experimentar. Em linha com os estudos científicos, os testes e as análises de biossegurança, que garantem que os transgênicos são seguros para as alimentações humana e animal e para o meio ambiente, apenas uma minoria acredita que eles fazem mal (33%) ou causam reações alérgicas (29%).

## SETEMBRO

### Benefícios da Bt

De acordo com estudo conduzido por pesquisadores da Universidade de Virgínia, nos EUA, a adoção de culturas GM resistentes a insetos (Bt) otimizou o uso de insumos agrícolas nessas lavouras, contribuindo para a prática de uma agricultura sustentável. Os cientistas envolvidos no projeto analisaram dados de mais 10 mil produtores de soja e milho entre 1998 e 2011, superando, em muito, os estudos realizados até então, limitados a dois anos.

## OUTUBRO

### De olho no futuro

A fim de discutir os potenciais da tecnologia CRISPR (do inglês Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats), Embrapa e CIB realizaram um *workshop* internacional. Essa técnica de edição de genomas permite modificar o DNA, deletando e inserindo genes em um organismo, inclusive eliminando genes causadores de doenças. A tecnologia é considerada revolucionária por permitir a manipulação genética com maior precisão, rapidez e menor custo.

## NOVEMBRO

### E se...

Usando um modelo para calcular os impactos econômico e ambiental das lavouras GM, cientistas dos EUA descobriram que substituir as atuais



plantações transgênicas de soja, milho e algodão por variedades convencionais provocaria um aumento de 0,27% a 2,20% no preço dos alimentos. De acordo com a pesquisa, banir os transgênicos também desencadearia impactos ambientais negativos, a exemplo da conversão de florestas em áreas de agricultura (para compensar a menor produtividade das variedades convencionais).

## DEZEMBRO

### Vinte anos de transgênicos na Argentina

A adoção da biotecnologia agrícola na Argentina, ao longo de vinte anos (1996-2016), resultou em um benefício acumulado de US\$ 126,9 milhões. Destes ganhos gerados pela adoção dos OGMs, 68% ficaram com o setor produtivo, 26% com

o Governo e 8% com os desenvolvedores das tecnologias. O estudo indica, também, que, nesse período, o uso da biotecnologia agrícola gerou mais de 2 milhões de postos de trabalho.

### Ferramentas biotecnológicas

Ao longo de 2016, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) analisou e aprovou um grande número de tecnologias aplicáveis à agricultura, à Medicina e à produção de energia. O trabalho dos membros da Comissão avaliou como seguros para as saúdes humana e animal e para o meio ambiente 18 novos transgênicos – 9 plantas, 2 vacinas, 6 microrganismos e 1 medicamento. Estes números levam-nos ao recorde de 103 inovações aprovadas desde o início dos trabalhos da CTNBio. ■

