

### 3. Recursos Genéticos: A Biotecnologia e a Segurança Alimentar

*Afonso Celso Candeira Valois*

*Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Aposentado da Embrapa, Engenheiro Agrônomo, Mestre, Doutor e Pós-Doutor em Genética, Melhoramento de Plantas e Biotecnologia.*



#### Contextualização

Algumas áreas científicas são intrinsecamente ligadas à de Recursos Genéticos, como a da Biotecnologia (quando aplicada na agricultura, ciência dos alimentos e medicina), e a da Segurança Alimentar (na produção, transporte e armazenamento de alimentos), (ARANTES, 2012).

Desta forma, ao pensar em Biotecnologia e Segurança Alimentar, verifica-se que é premente a incessante busca por *know-how* agrícola, que corresponde a: 1) fazer através do uso da tecnologia apropriada apoiada na experiência de sua aplicação; 2) fazer com conhecimento de causa proporcionada pela tecnologia *per se*; 3) fazer com habilidade baseada na técnica aprimorada. Essas três linhas de busca por *know-how*, direcionados ao “fazer”, são sobejamente determinantes para o comportamento ideal do ser humano e, respaldados pelo altivo conhecimento, que corresponde ao “fazer com o saber” com seu pleno uso através da excelência em ciência, educação e ética (VALOIS, 2018).

De maneira geral, o mundo vem sendo regido pelas relevantes ondas do desenvolvimento humano (VALOIS, 2017), com destaque para as seguintes:

a) a agricultura coincide com a domesticação das plantas, e o primeiro registro de domesticação na América do Sul, data de 12.000 (CLEMENT *et al.* 2015), período em que o ser humano deixa de ser exclusivamente nômade, passando a se fixar por períodos mais longos, pela sobrevivência graças à agricultura;

b) a matemática, física e química, que possibilitaram a James Watson e Francis Crick, em 1953, a descoberta da estrutura espacial do DNA, com sua hélice dupla e fitas semiconservativas (GANDER *et al.*, 1996; MENEGUINI, 2003), acelerando o desenvolvimento da biologia molecular e os métodos de grande precisão, como a engenharia genética, que permite a transferência de genes entre espécies



Figura 1. Watson e Crick, em 1953 (MENEGUINI, 2003).

próximas ou distantes, e possibilita a remoção de características indesejáveis de reações alérgicas, toxicidade ou predisposição às doenças;

c) a bioinformática, com seus bancos de dados sobre as nuances da biologia molecular;

d) os parques industriais, possibilitando oportunidades de trabalho e renda para a sociedade;

e) a conectividade geográfica, coibindo o isolamento de comunicação entre pessoas, comunidades, povos e nações.

A biotecnologia é precursora do desenvolvimento de produtos por processos biológicos, utilizando a técnica do DNA recombinante. Possibilita, ainda, o uso industrial de procedimentos de fermentação de microrganismos (produção de álcool, ou de cultura de tecido), para a extração de produtos secundários como metabólitos, além de desenvolver processo tecnológico que dá margem ao emprego de material biológico para fins científicos e industriais. Tem, assim, como resumo da sua mais simples definição, a manipulação de organismos vivos ou de seus produtos gerando bens de consumo e serviços. Ainda como definição auxiliar, a biotecnologia significa qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica, tendo como fundamento a manipulação da biologia molecular e celular (MEIRA GUSMÃO *et al.*, 2018).

Os produtos obtidos por biotecnologia são aqueles cujo material genético tenha sido alterado de maneira distinta da que ocorre naturalmente, através de metodologias avançadas de genética, biologia molecular, biologia celular, cultura de células, órgãos e tecidos, engenharia genética e clonagem (VALOIS, 2018).

As aplicações da biotecnologia são efetuadas principalmente na agricultura, silvicultura, aquicultura e pecuária, em especial na produção de alimentos, mas também nas medicina humana (produção da insulina etc.) e veterinária. Ainda são aplicadas na elaboração de químicos específicos, ecologia, energia, agroindústria (fermentados e biomassa), meio ambiente (biomonitoração, biorremediação, tratamento de efluentes e resíduos, controle biológico, manejo integrado de pragas e doenças, além da substancial redução da aplicação de agrotóxicos na agricultura e outros). As nuances das biotecnologias podem também auxiliar na obtenção de alimentos seguros à saúde, livres de perigos físicos, químicos, biológicos e ambientais, considerando a primazia da segurança alimentar e nutricional (VALOIS, 2016).

Com recursos genéticos, as oportunidades para a biotecnologia estão direcionadas na área vegetal para a produção de grãos, produção de frutas, hortaliças e fibras, obtenção de alimentos funcionais (aqueles que fazem bem a saúde), proteção sanitária e processamento de alimentos e fibras (CARVALHO *et al.*, 2006). Ainda nesse mesmo sentido, a biotecnologia é capaz de elevar as vantagens competitivas e comparativas da agricultura, principalmente por:

a) acelerar a velocidade de inovações;

b) incrementar a produtividade;

c) reduzir custos;

d) gerar produtos e processos mais seguros;

e) criar produtos com novos atributos (aroma, composição, cor, ciclo, porte, resistência a fatores adversos, sabor e tamanho);

f) vislumbrar novas possibilidades de biofábricas para a agricultura e pecuária.

Quando se trata do pré-melhoramento e do melhoramento genético vegetal e, a biotecnologia tem sido reconhecida como uma ferramenta poderosa, e em alguns casos essencial, em áreas “não convencionais” como: cultura de tecidos *in vitro*, produção de haploides (cultura de anteras), hibridação somática, obtenção de variantes somaclonais, obtenção de embriões somáticos, uso de marcadores moleculares e engenharia genética (Ex: Uso da tecnologia do DNA recombinante, para obtenção de plantas geneticamente modificadas).

Numa visão holística, os avanços na compreensão dos processos genéticos, para melhor provisão de alimentos, tiveram início em 1866, com a descoberta por Gregor Mendel das Leis da Hereditariedade (Leis de Mendel), cuja redescoberta em 1900, por Hugo de Vries, Erich von Tschvermak e Carl Correns, permitiu o incremento na produção, produtividade e resistência (biótica) e tolerância (abiótica) de genótipos, com destaque para o início da comercialização do milho híbrido em 1922 (BOREM, 2002; VALOIS, 2018).

No entanto, com a progressão geométrica de crescimento da população mundial (Em 2017, com cerca de 7,6 bilhões de pessoas) e crescimento aritmético da quantidade de alimentos (hoje com aproximados quatro bilhões de toneladas/ano), além de fatores como a coevolução patógeno-hospedeiro com quebra da resistência, aparecimento de novos condicionantes biológicos da agricultura, necessidade da abrangência de novos nichos ecológicos de exploração, alterações climáticas e edáficas, êxodo rural (com menos pessoas atuando no campo para produzir alimentos para mais pessoas vivendo nas grandes cidades), além de outros, conduziu para que novos métodos de criação de genótipos e refinados esquemas de seleção de plantas e animais fossem colocados em prática, lembrando que a produção de cereais terá que aumentar para 3 bilhões toneladas/ano em relação aos 2,5 bilhões produzidos atualmente. A produção de carne precisará aumentar em mais de 200 milhões de toneladas (ONU, 2017; FAO, 2017).

Assim, aparece com destaque a criação das plantas transgênicas (transgênico = espécie de ser vivo, geneticamente modificado, com material genético de outra espécie: animal, micro-organismo ou planta) como vigorosa alternativa para o incremento da agricultura em bases sustentáveis, sem se constituir em panaceia (solução para todos os impedimentos da agricultura). O marco inicial surge em 1973 quando Stanley *Cohen* e Herbert *Boyer* conseguiram transferir gene de rã para bactéria, tendo como base a universalidade do código genético, ou quase (GANDER *et al.*, 1996). Os genótipos transgênicos (que ocorrem espontaneamente na natureza), são também obtidos pelos cientistas através de refinadas técnicas modernas de melhoramento genético usando *Agrobacterium*, biobalística, eletrosporação e outros métodos (PHIL MCCLEAN, 2011).

De lá para cá muitos avanços ocorreram, cuja visão atual e estratégica em relação à revolução biotecnológica, concernente às plantas transgênicas, aponta para as seguintes fases:

1) caracterização agrônômica (resistência a condições bióticas e abióticas);

2) investimento em qualidade e processamento (óleos essenciais, proteínas, vitaminas e minerais);

3) obtenção de fármacos e nutracêuticos (alimentos com vacinas, vitaminas, minerais e fármacos);

4) concentração em químicos específicos (biofábricas e produção de matéria prima para indústria) (VALOIS, 2014).

Mesmo diante das conhecidas vantagens comparativas, do transgênico em relação ao material tradicional, não se pode negar a existência de certa resistência social ao uso de plantas transgênicas, em especial quando do uso de *Agrobacterium* (KLEBA, 1998). No entanto, até aos dias atuais, não são conhecidos trabalhos científicos que comprovem cientificamente danos à saúde dos consumidores, embora seu cultivo remonte aos anos de 1990 (China) e 1994 (Estados Unidos). Talvez, a base de tudo isso tenha sido as disputas comerciais entre empresas estrangeiras, evoluindo para subjetividades relacionadas ao radicalismo, obsessão, ideologismo, histeria, sentido emocional e, até o confundimento com desígnios religiosos, como também por se constituir em técnica relativamente nova, o que tem sido recorrente quando há avanços da genética ao longo do tempo (VALOIS, 2003).

Assim, em atenção a esse comportamento de resistência ao novo, de parte da sociedade brasileira, há necessidade de esclarecimentos, o que tem sido feito com responsabilidade ética e compromisso social, econômico, político e ambiental com bastante rigor e moral, especialmente pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia dentre outras instituições de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) e Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Tudo isso sob o ponto de vista da bioética e das normas da biossegurança, atuando rigorosamente em relação às recomendações emanadas da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), regida por especialistas de origem interministerial e da sociedade civil organizada, e obedecendo a rígida legislação brasileira. Nesse sentido, as instituições nacionais tiveram que se preparar convenientemente para o atendimento às exigências da CTNBio, onde, no geral, despontam as seguintes demandas em relação aos transgênicos (EMBRAPA, 2018; CTNBio, 2018):

- a) análise genética;
- b) segurança alimentar;
- c) segurança ambiental;
- d) segurança nutricional;
- e) sanidade humana e animal;
- f) saneamento básico;
- g) políticas públicas;
- h) certificação da cadeia produtiva;
- i) mitigação das perdas nas colheitas;
- j) origem de procedência e rotulagem;
- k) resistência/tolerância de plantas a estresses bióticos e abióticos;
- l) produção de fitoterápicos, vacinas e medicamentos;

- m) uso múltiplo de genes e controle de fluxo gênico;
- n) direitos de propriedade intelectual;
- o) redução da aplicação de agrotóxicos na agricultura.

O Brasil cultivou 44,2 milhões de hectares (ha) com culturas transgênicas em 2015, um crescimento de 5% em relação a 2014 ou o equivalente a dois milhões de ha. Nenhum outro país do mundo apresentou um crescimento tão expressivo. Com essa área, a agricultura brasileira está atrás apenas dos Estados Unidos (70,9 milhões de ha) no ranking mundial de adoção de biotecnologia agrícola. Em 2016 o Brasil chegou a 52,6 milhões de hectares, sendo 33,87 com soja, 17,73 com milho e 1,01 com algodão, permanecendo ainda atrás dos EUA. Vale salientar que na safra 2017-2018 informações extra oficiais dão conta que o Brasil pode suplantar pela primeira vez a produção de soja dos Estados Unidos, com 17 milhões de toneladas contra 16 milhões do país norte-americano. No Brasil, os transgênicos representavam cerca de 70% dentre as cultivares de soja, em 2011, demonstrando a preferência dos agricultores por estes genótipos, em relação aos oriundos do melhoramento genético tradicional! (FREITAS, 2011; ISAAA 2016; VALOIS, 2018).

Sempre é bom enfatizar que, neste contexto dos recursos genéticos de plantas, que se pode obter genótipos com o uso de genes exógenos oriundos de outras famílias ou gêneros de plantas (o que seria impossível de se viabilizar utilizando-se apenas do melhoramento genético tradicional, em face do isolamento reprodutivo entre determinadas espécies). Como exemplo, genes de resistência à vassoura-de-bruxa do cacauero (*Crinipellis pernicioso (Stahel) Singer*) podem estar no genoma do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum (Willd. ex Sprengel) Schumann.*) ou no do cacauero (*Theobroma cacao L. subsp. cacao*), que possuem a barreira do isolamento reprodutivo entre si, o que impede a exploração dessa resistência por melhoramento genético convencional (VALOIS, 2003).

O tema de transgênicos foi muito discutido no Brasil. Em vários estados da federação brasileira houve aceitação e contestação, mas o bom-senso tem prevalecido. Essa busca incansável do entendimento sobre OGM também contou com a nossa participação em palestras pelas universidades brasileiras e mesmo do exterior! (VALOIS, 2018).

No Brasil, passados 20 anos da primeira liberação da soja, há no campo apenas cultivares de cinco espécies agrícolas transgênicas aprovadas: algodão, eucalipto, feijão, milho e soja (CTNBio, 2018).

A visão estratégica do papel da biotecnologia é bastante otimista, destacando-se as seguintes aplicações (VALOIS, 2016):

- a) produção de alimentos com melhores propriedades nutricionais e funcionais;
- b) estudos genômicos, proteômicos, metabolômicos, epigenômicos e transcripto-mas;
- c) manipulação de doenças - conhecimento, diagnóstico, preservação e tratamento de enfermidades, prevenção dietética de doenças, estudo de compostos e estimulantes do sistema imune nos alimentos para a definição de doenças;
- d) redução dos efeitos de princípios ativos estimulantes;

- e) biorremediação na despoluição de ambientes líquidos e solos;
- f) medidas antecipadoras de segurança biológica da agricultura, pecuária, florestas e áreas afins;
- g) proteção preventiva e curativa contra ações de biossabotagem e agrossabotagem.

## Conclusão

No Brasil, o pleno desenvolvimento da biotecnologia encontra grandes oportunidades, principalmente por ser o país de maior megabiodiversidade do planeta, por sua riqueza patrimonial em recursos genéticos de animais, microrganismos e plantas. No entanto, há necessidade principalmente do incremento de oportunidades, em empregos e na formação de pessoal capacitado, além de dignamente remunerados e em número significativo. Deve-se priorizar, a nível estadual e federal, também a modernização e ampliação da infraestrutura de laboratórios e do apoio logístico, especialmente nas universidades, instituições de pesquisa, e empresas. As instituições financiadoras devem priorizar projetos competitivos viabilizando-os com a devida remuneração com robustos recursos financeiros. Finalmente, seria interessante incentivar e vulgarizar no Brasil, a instalação de parques tecnológicos para perenizar a CT&I, ainda latentes no país, visando formar futuros cientistas e modernizar a biotecnologia nacional!

## Referências

- ARANTES, O.M.N. **A bioética e a segurança alimentar: alimentos geneticamente modificados**. Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde. 14 | 2012; 14(3): 14-20.
- BORÉM, A. **Escape gênico & transgênicos**. Viçosa: 2002, UFV. 2002 201 p. : il.
- CARVALHO, P. G. B. de; MACHADO, C. M. M.; MORETTI, C. L.; FONSECA, M. E. N. **Hortaliças como alimentos funcionais**. Hortic. Bras. vol.24, no.4, Brasília. 2006.
- CLEMENT, C.R., FREITAS, O.F, ROMÃO, R.L. **Origens da Agricultura na América do Sul**. In: VEIGA, R.F.A. & QUEIRÓZ, M.A. Recursos Fitogenéticos: a base da agricultura sustentável no Brasil. Viçosa, MG: Ed. UFV, 1(26-31) 2015.
- CTNBio, 2018. **Liberação Comercial**. In: <http://ctnbio.mcti.gov.br/liberacao-comercial#/liberacao-comercial/consultar-processo>. Obtido em 22/08/2017.
- CTNBio. 2018. **Comissão Técnica Nacional de Biotecnologia**. MCTI. In:<http://ctnbio.mcti.gov.br/a-ctnbio>. Obtido em 10 de junho de 2018.
- EMBRAPA. 2018. **Intercâmbio de germoplasma**. In: <https://www.embrapa.br/recursos-geneticos-e-biotecnologia/pesquisa-e-desenvolvimento/intercambio-de-germoplasma>. Obtido em 21 de maio de 2018.
- FAO no Brasil. 2017. **Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos**. In: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>. Obtido em 20 de maio de 2018.
- FREITAS, M.C.M. **A Cultura Da Soja No Brasil: O Crescimento da Produção Brasileira e o Surgimento de Uma Nova Fronteira Agrícola**. Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer (1-12) 2011.
- GANDER, E. S.; MARCELLINO, L. H.; ZUMSTEIN, P. **Biotecnologia para pedestres**. Brasília; Embrapa-SPI: Embrapa-Cenargen, 1996. 66p.
- ISAAA. 2016. **Brasil apresenta crescimento da adoção de transgênicos**. In: <https://cib.org.br/brasil-lidera-crescimento-mundial-da-adoacao-de-transgenicos/>. Obtido em: 20 de maio de 2018.
- KLEBA, J.B. **Riscos e Benefícios de Plantas Transgênicas Resistentes a Herbicidas: O caso da Soja RR da Monsanto**. 1998. Cadernos de Ciência & Tecnologia. Brasília. V.15.nº.3.p.9-42.1998.

- MEIRA GUSMÃO, A. O. De, SILVA, A. R. Da, MEDEIROS, M. O. **A Biotecnologia e os Avanços da Sociedade**. In: [Http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/viewFile/](http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/viewFile/). Obtido em: 23 de fevereiro de 2018.
- MENEGUINI, R. 2003. **Os gênios e os genes: Dupla Hélice 50 anos**. In: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2003/04/01/os-genios-e-o-gene/>. Obtido em: 20/03/2017.
- ONU. 2017. **População mundial atingiu 76 bilhões de habitantes**. In: <https://news.un.org/pt/story/2017/06/1589091-populacao-mundial-atingiu-76-bilhoes-de-habitantes>. Obtido em 20 de maio de 2018.
- MCCLEAN, P. 2011. **A History of Genetics and Genomics**. In: <https://www.ndsu.edu/pubweb/~mcclean/plsc411/History-of-Genetics-and-Genomics-narrative-and-overheads.pdf>. Obtido em 02/01/2018.
- VALOIS, A. C. C. **Possibilidades de uso de genótipos modificados e seus benefícios**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 65 p. (Texto para Discussão, 19).
- VALOIS, A.C.C. **A Biotecnologia e os alimentos seguros no Brasil**. In: <https://procitropicos.org.br/articulo/a-biotecnologia-y-os-alimentos-seguros-no-brasil/>. Obtido em 14/05/2018.
- VALOIS, A.C.C. **A Sexta e a Sétima Ondas do Desenvolvimento Humano**. Revista RG News, 3 (1), 2017. p: 65-69 ( Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos).
- VALOIS, A.C.C. **Biodiversidade, biotecnologia e organismos transgênicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 217 p. (Texto para Discussão, Embrapa. Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento; 46).