Genética NA ESCOLA
01.02, 75-78 (2006)
www.sgb.org.br

Melhoramento Genético de Plantas e os Transgênicos

Celso Luis Marino
Departamento de Genética –Instituto de Biociências -UNESP Botucatu-SP
clmarino@ibb.unesp.br

A ação humana sobre a natureza é tão antiga quanto a história da humanidade. A domesticação de plantas e animais teve início a partir do momento em que o homem primitivo mudou seu hábito nômade e fixou-se à beira dos grandes rios. Essa mudança de hábito levou o homem a iniciar a agricultura há 10.000 anos

Com a observação dos ciclos reprodutivos das plantas e com o domínio de técnicas primitivas de plantio, o homem começou a escolher sementes de plantas com características de interesse para produzir as novas gerações e, através de um processo de seleção artificial inconsciente, mudar as características e arquitetura de diversas espécies vegetais. Durante milhares de anos esse processo de domesticação fez com que determinadas espécies perdessem características que garantiam sua sobrevivência em condições naturais ou selvagens, e se tornassem dependentes da ação antrópica.

A biotecnologia é definida como qualquer técnica que utilize organismos vivos ou partes destes, para fazer ou modificar produtos, melhorar plantas ou animais, ou desenvolver microrganismos para uso específico.

De certo modo, o homem tem usado a biotecnologia desde o início da agricultura. Os primeiros agricultores, por exemplo, no processo de domesticação das plantas, foram capazes de desenvolver estratégias para manipular as plantas e seu ambiente, visando maximizar a utilização da energia solar na produção de grãos, forragens e fibras.

O grande impacto que a ciência exerceu sobre o melhoramento de plantas foi a partir de 1900 com a redescoberta das leis de Mendel. A partir daí tornou-se possível incorporar ao processo de melhoramento de plantas os conhecimentos sobre a base da hereditariedade, permitindo assim, orientar e acelerar este processo. Com o melhoramento genético, iniciou-se a busca por plantas mais produtivas, resistentes a pragas e doenças e com melhor valor nutritivo, que dariam sustentabilidade ao processo de produção de alimentos para a humanidade.

Entretanto, os métodos clássicos de melhoramento genético são lentos e a introdução de um gene ou um conjunto de genes, pelos métodos convencionais exige repetidos cruzamentos e ciclos de seleção, o que torna este processo restrito às espécies com reprodução sexuada. Durante o processo de manipulação genética por cruzamentos controlados, outros genes são transferidos além daqueles desejados.

Nos últimos 50 anos, com a biotecnologia moderna, diferentes metodologias foram desenvolvidas visando a compreensão de como realizar o isolamento, identificação e a transferência de um gene de uma espécie para outra sem a necessidade de reprodução sexuada. As técnicas de Engenharia Genética vêm adicionando novas dimensões ao melhoramento genético de plantas e animais. Além disso, consideráveis avanços têm sido obtidos através de diferentes projetos genomas em andamento no mundo, que possibilitam a identificação das funções de vários genes de interesse para agricultura.

Com tais informações e o domínio de diferentes métodos de transferência de genes entre espécies, enormes combinações são possíveis para o melhoramento de plantas e permite que os pesquisadores tenham um poder sem precedentes: manipular de forma seletiva o germoplasma, criando os chamados organismos geneticamente modificados (OGM).

A Engenharia Genética envolve um conjunto de técnicas cujo objetivo principal é a criação de novas combinações gênicas a partir da manipulação direta da molécula do DNA (Ácido Desoxirribonucléico). Tal tecnologia foi desenvolvida por volta de 1972, graças à descoberta de enzimas capazes de cortar o DNA em diferentes sítios de restrição. Esses sítios de restrições

são compostos por seqüências específicas de DNA que são reconhecidas por cada uma das centenas de enzimas.

Logo em seguida, a técnica de construção da molécula de DNA recombinante foi determinada e consiste em ligar fragmentos de DNA de uma espécie ao genoma de outra ou entre indivíduos**,** criando uma molécula de DNA chamada de recombinante.

Esses experimentos revolucionários mostraram ser possível a introdução de um gene de uma espécie em outra não relacionada. A partir desse domínio técnico, inúmeros laboratórios estrangeiros e também do Brasil passaram a dedicar-se a essa nova tecnologia já que sua potencialidade demonstrou-se ilimitada.

No entanto, mesmo com todo esse avanço de conhecimento, foi preciso, além de criar uma molécula de DNA recombinante, que essa molécula fosse incorporada ao genoma de um organismo vivo e que funcionasse no local e momento certo, produzindo seu produto final, uma cadeia polipeptídica.

A primeira metodologia

Com a compreensão do mecanismo utilizado pela bactéria *Agrobacterium tumefaciens* na infecção de diferentes espécies de plantas, a ciência dominou o primeiro método de transformação genética em plantas. A *Agrobacterium tumefaciens* é uma bactéria de solo que pode infectar certas plantas através de um ferimento. Através do estudo dessa bactéria, foi observado que sua presença na planta (infecção) promovia uma proliferação descontrolada das células formando um tumor, conhecido como galha-da-coroa. Além disso, ficou comprovado que a bactéria é capaz de desviar o metabolismo da planta hospedeira, de tal forma, que a célula infectada passa a sintetizar substâncias que, aparentemente, não interessam à planta, mas que são fundamentais para a bactéria, promovendo a energia requerida para seu crescimento. Em outras palavras, a bactéria induz as células vegetais a trabalhar em benefício próprio.

O tumor promovido pela *A. tumefaciens* é conseqüência de um processo natural de transferência de DNA da bactéria para a célula vegetal, semelhante à conjugação bacteriana. Neste processo, um fragmento de DNA plasmidial, denominado T-DNA (*Tumor Inducing*, isto é indutor de tumor) é transferido para a célula vegetal e integrado ao seu genoma. O plasmídio Ti é uma molécula circular de DNA com aproximadamente 200Kb, que se duplica independentemente do DNA cromossômico da bactéria. Possui a propriedade única de integrar um segmento de seu DNA, o T-DNA, nas células da planta com as quais a bactéria entra em contato.

Assim, o uso potencial dessa bactéria e seu plasmídio como um vetor para transferência de genes entre plantas fica evidente e novos vetores derivados do plasmídio Ti são construídos para a introdução de genes exógenos em plantas.

A infecção por agrobactérias foi o primeiro método utilizado para gerar plantas transgênicas. Hoje, centenas de espécies de plantas são transformadas geneticamente por essa metodologia.

Além do uso da *A. tumefaciens* como vetor para produção de transgênicos, novos métodos foram desenvolvidos destacando-se a microinjeção, eletroporação e biobalística, entre outros.

Principais tipos de transgênicos

Muito se discute sobre as vantagens ou necessidades do uso de plantas transgênicas. No entanto, independente de serem avaliados os ganhos reais para a agricultura, devemos analisar o impacto que essa metodologia tem para o melhoramento genético.

A transgenia abre a possibilidade da inserção de genes de interesse produtivo ou qualitativo que antes não estavam disponíveis em uma determinada espécie, aumentando-se assim, as perspectivas do melhoramento genético.

A soja (*Glycine max*) é amplamente cultivada no mundo todo. Um dos principais problemas encontrado em sua cultura é o combate às plantas daninhas, que é realizado quimicamente ou com tratos culturais. Com o uso da transgenia, o gene que codifica a enzima EPSPS (5-enolpiruvil chiquimato-3fosfato sintase) foi transferido para o genoma da soja cultivada e conferiu a esta tolerância aos herbicidas do tipo glifosfato.

O gene cp4 que sintetiza a enzima EPSPS foi extraído da bactéria *Agrobacterium tumefaciens* encontrada naturalmente no solo.

Uma outra característica que foi inserida no genoma de espécies cultivadas foi o gene BT, que confere resistência ao ataque de insetos em milho.

A lagarta da ordem dos Lepidópteros é um dos grandes problemas enfrentados pelos plantadores de milho, pois o ataque dessas lagartas causa grandes perdas na produtividade da planta e para controlá-la deve ser utilizado inseticida químico.

A ciência identificou em uma bactéria de solo chamada *Bacilus thurrigiensis* um gene batizado de Cry que produz a proteína Cry. Essa proteína é letal quando ingerida pelos insetos, causando sérios danos no sistema digestivo. Assim, o gene Cry foi transferido para o milho conferindo a ele resistência ao ataque de insetos

mastigadores. Esse milho transgênico é chamado de milho *Bt* e apresenta, como vantagem, possuir em suas folhas um bioinseticida. O consumo desse milho por animais e pelo homem demonstrou não apresentar nenhum risco até o momento.

Além das pragas, muitas culturas têm sua produção dificultada por causa de doenças produzidas por infecções virais. A expressão do gene que sintetiza a capa protéica do vírus em uma planta pode conferir resistência ao ataque viral. Esse gene já foi transferido para culturas como feijão, mamoeiro e batata.

Uma grande discussão está ocorrendo na mídia sobre o real aumento da produtividade dos transgênicos quando comparados com as culturas tradicionais. Esta questão ainda não está definida, mas está claro para o agricultor que é possível reduzir o custo de produção com o uso dos transgênicos.

No momento, vários estudos estão sendo desenvolvidos para se produzir os chamados transgênicos de segunda geração. Esses transgênicos possibilitarão: aumentar a qualidade dos produtos agrícolas, aumentar a vida desses produtos nas prateleiras dos supermercados e melhorar o teor nutricional desses alimentos.

Outra estratégia em desenvolvimento é a produção de transgênicos que funcionem como biorremediadores visando a descontaminação da água e do solo. O metabolismo destas plantas será alterado para que estas absorvam substâncias poluentes.

Biossegurança

A introdução de uma nova tecnologia em nosso cotidiano pode provocar mudanças em conceitos preestabelecidos alterando radicalmente o rumo da vida em sociedade. Muitas vezes essas tecnologias são pouco compreendidas no momento que são apresentadas. Quando Watson e Crick, em 1953, estabeleceram a estrutura da molécula do ácido desoxirribonucléico (DNA) pouco se compreendeu da importância dessa descoberta na época, tendo sido considerada importante apenas pelos cientistas diretamente envolvidos com o problema.

Os primeiros experimentos realizados em 1973 por Herbert Boyer, da Universidade da Califórnia, São Francisco, abriram novas possibilidades para a construção de uma molécula de DNA recombinante em tubo de ensaio. Essa nova tecnologia apresentava um potencial tão positivo quanto assustador, que em 1974, a Academia de Ciências Americana propôs que a pesquisa nessa área fosse temporariamente suspensa até que os riscos fossem avaliados. Em 1975, após ampla discussão com cientistas do mundo, a suspensão foi substituída por normas de segurança para todos os laboratórios envolvidos nesse tipo de pesquisa.

A série de cuidados estabelecidos para o uso da técnica de DNA recombinante é fruto da preocupação de como cada pesquisador deve desenvolver suas pesquisas com responsabilidade. Diante dessa questão cada país possui sua própria legislação de Biossegurança. E, a partir dessas normas técnicas de segurança, os cientistas procuram garantir para a sociedade um controle sobre os riscos da ciência.

O cuidado com as atividades científicas que se tem hoje é fruto da própria história da ciência e da sociedade. No passado, as atividades dos cientistas eram protegidas pelas barreiras de seus laboratórios, barreiras estas, intransponíveis. A ciência exercia o totalitarismo e não se buscava a percepção da sociedade. As noções de segurança dependiam de cada pesquisador.

A sociedade sabe claramente da importância que a ciência tem no nosso cotidiano, mas ao mesmo tempo preocupa-se com o impacto e os riscos de novas tecnologias. A participação da sociedade avaliando as atividades científicas iniciou-se após a Segunda Guerra Mundial com o forte impacto causado pela tecnologia nuclear e pesquisas com a molécula de DNA. Atualmente, a sociedade procura ser mais informada, buscando conhecimentos para estar em condições de exercer e exigir seus direitos.

Bibliografia Para Consulta

Livros

Aragão, F. J. L. Organismos Transgênicos. São Paulo, Manole , 2002

Mir, L. Genômica. São Paulo, Atheneu, 2004

Revistas

Revista Pesquisa FAPESP –Transgênicos Para o Terceiro Mundo, Ed 55 07/2000

Revista Pesquisa FAPESP – Da Biodiversidade aos Transgênicos, Ed 85 /2003

Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento - Variedades transgênicas e Meio Ambiente. Ano VIII, numero 34 Janeiro 2005 (Link http://www.biotecnologia.com.br)

Paginas na Internet

CTNBio Comissão Técnica Nacional de Biossegurança www.ctnbio.gov.br

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

site: www.cenargen.embrapa.br