

Biodiversidade: o impacto da biotecnologia

- *Biodiversidade e crescimento da população humana*
- *Perda de biodiversidade e estratégias de conservação*
- *A convenção sobre diversidade biológica e o protocolo sobre biodiversidade*
- *Considerações económicas e políticas*

A biodiversidade é importante por muitas razões, todas diferentes: pelo valor intrínseco das espécies não domesticadas, pelas diversas variedades de plantas, animais e de microorganismos usados mundialmente na agricultura e em outras actividades humanas, como recurso genético nos cuidados de saúde, agricultura e produção alimentar, bem como para fins estéticos e recreativos.

Este boletim informativo pretende rever os vários aspectos da biodiversidade relativamente à biotecnologia. A biotecnologia, embora controversa, especialmente nas aplicações agrícolas, tem o potencial de melhorar a sustentabilidade de diversas formas, pelo que se espera que ajude a manter a biodiversidade natural e agrícola. Este boletim informativo resulta de várias contribuições de cientistas, industriais e organizações governamentais ou de interesse público espalhadas pela Europa. O objectivo deste boletim é informar meramente informativo e não representa as opiniões nem a política da Federação Europeia de Biotecnologia ou qualquer outro organismo. Pretende-se, assim, informar e promover o debate público.

A essência da biodiversidade

A actual biodiversidade é o resultado de 3,5 mil milhões de anos de evolução. Todos os organismos vivos que hoje conhecemos, bem como todos aqueles que viveram antes e ainda desconhecemos, desenvolveram-se a partir de um microorganismo primitivo através de processos de mutação e selecção. Espécies diferentes surgiram quando as mutações entre espécies aparentadas não permitiram mais a miscigenação das espécies. A separação geográfica é disso exemplo. A grande maioria das espécies que surgiram, provavelmente mais de 99%, voltaram a desaparecer. Numa perspectiva a longo prazo, pode afirmar-se que não existe sustentabilidade, apenas mudança. No entanto, hoje, com a influência significativa do homem sobre o planeta, a mudança e a perda de biodiversidade é claramente mais rápida do que em qualquer outro período anterior, fazendo com que a questão da sustentabilidade seja importante.

A biodiversidade pode ser diferenciada a três níveis distintos: ecossistemas, espécies e genes. Não obstante, não existe uma definição universalmente aceite sobre biodiversidade assim como não existe consenso sobre como

avaliar as alterações na biodiversidade, quer na perspectiva científica, quer na perspectiva política e/ou normativa. Actualmente, o número de espécies de animais, plantas e microorganismos é, possivelmente, de 10 milhões ou mais, dos quais, até agora, apenas 1,4 milhões foram classificados. Conhecem-se hoje praticamente todos os 40.000 animais vertebrados e a maioria das 250.000 espécies de plantas superiores. Por outro lado, é muito provável que exista mais de um milhão de espécies de fungos e nemátodes (vermes filiformes), e vários milhões de insectos, dos quais apenas se conhecem e foram identificados 70.000, 13.000 e 950.000, respectivamente. Por fim, apenas cerca de 5.000 bactérias e vírus foram identificadas individualmente, embora o seu número possa exceder largamente um milhão.

As várias espécies de plantas e animais não têm uma vivência independente, estando associadas em comunidades específicas e ecossistemas que formam associações mais ou menos estáveis. Uma destas associações, por exemplo, é a floresta húmida tropical da qual se pensa, na generalidade, possuir o maior grau de biodiversidade. A biodiversidade deve ser considerada quer em termos do número de espécies presentes, quer em termos do número de indivíduos pertencentes a cada espécie. É frequente usar-se o número de espécies presentes num determinado ecossistema como medida da biodiversidade do sistema dada a maior dificuldade de aplicar outros critérios. Além disso, não está ainda esclarecido se a quantidade total de matéria viva num determinado local, a biomassa, depende da biodiversidade: alguns investigadores afirmam que a perda de espécies não é compensada com o aumento adicional de outras espécies e, por conseguinte, ocorre uma diminuição da biomassa total.

Utilizam-se, mundialmente, na agricultura, cerca de 7.000 espécies de plantas diferentes. Não obstante, 90% do nosso consumo calórico é fornecido por apenas 30 espécies, sendo que o trigo, o arroz e o milho são as três principais culturas. De entre as espécies de culturas predominantes, existem muitas centenas de milhares de variedades (espécies indígenas) adaptadas ao clima e às práticas agrícolas locais. A maioria desta grande diversidade de culturas é importante como fonte de material genético para a reprodução. Todavia, a diversidade genética das culturas é muito menor do que a diversidade

FEDERAÇÃO EUROPEIA DE BIOTECNOLOGIA



GRUPO DE TRABALHO SOBRE AS PERCEPÇÕES PÚBLICAS DA BIOTECNOLOGIA

INFORMAÇÃO

Para mais informações sobre os Boletins Informativos e outras publicações e actividades da Federação Europeia de Biotecnologia, Grupo de Trabalho sobre as Percepções Públicas da Biotecnologia, solicitamos que contacte:

Prof Dr Richard Braun (*Presidente*)
Bio-Link
Postfach 208
CH-3000 Bern 11
Tel & fax: +41 31 832000
Email: rdbraun@bluewin.ch

Dr David J Bennett (*Secretário*)
Secretariat, EFB Task Group on Public Perceptions of Biotechnology
Oude Delft 60
NL-2611 CD Delft
Tel: +31 15 2127800
Fax: +31 15 2127111
Email: david.bennett@efbpublic.org
<http://efbweb.org/ppb>

© Copyright EFB Task Group on Public Perceptions of Biotechnology, 2001.

Este Boletim Informativo destina-se unicamente a informar e não representa as opiniões da Federação Europeia de Biotecnologia ou qualquer outro organismo. Esta publicação apenas pode ser reproduzida para fins de estudo ou investigação, com a expressa autorização escrita do autor.

O Grupo de Trabalho reconhece e agradece o apoio e financiamento continuado da Comissão Europeia, Direcção-Geral XII, por este e outros temas.



Boletim Informativo

11

Outubro 2001

traduzido a partir do original em Inglês

genética das plantas ou dos animais não domesticados, o que é indicativo da importância das espécies selvagens para os programas de reprodução agrícola.

Crescimento da população humana

A população mundial, em 1950, era de 2,5 mil milhões. Hoje, é de 6 mil milhões e prevê-se que venha a atingir 9 mil milhões em 2050. Actualmente, cerca de 800 milhões de pessoas vivem em condições de subnutrição. Mais de 95% do crescimento previsto da população ocorrerá nos países menos desenvolvidos e maioritariamente nos centros urbanos, exigindo mais espaço, água, energia, madeira, alimentos e serviços. Prevê-se ainda que, entre 1995 e 2020, o maior crescimento relativo da população (80%) ocorra na África sub-Saariana, aumentando de 500 milhões para 900 milhões. Desconhece-se, todavia, se a epidemia de HIV/SIDA nesta região irá afectar substancialmente a dinâmica da população, pois a maioria das pessoas infectadas está em idade reprodutiva.

Perda de biodiversidade

A perda de biodiversidade pode ser medida pela perda de espécies individuais, grupos de espécies ou pela diminuição do número de organismos. As principais ameaças à biodiversidade global são, em primeiro lugar, a perda de habitats (resultante da expansão de terras cultiváveis, cidades e estradas) e, depois, pela introdução de espécies exóticas. Os habitats podem ser ainda danificados pelas cheias, falta de água, alterações do clima, etc., quer sejam de causas naturais ou provocadas pela intervenção do homem.

Como as florestas húmidas tropicais são particularmente ricas em biodiversidade, a sua destruição é desproporcionadamente prejudicial. Estima-se que, dos 16 milhões de km² destas florestas que existiam há um século atrás, hoje apenas reste metade dessa área. E, não obstante, continua-se a destruir cerca de um milhão de km² entre cada 5 a 10 anos. A biodiversidade não está distribuída de forma homogênea, existindo áreas com um grau elevado de biodiversidade ("hot spots") e com um especial interesse para a conservação.

As espécies nativas são ameaçadas pelas espécies de plantas e animais importadas, altamente competitivas e, frequentemente, sem predadores locais. Um dos exemplos mais extremos ilustrativo desta situação verifica-se nas pampas argentinas, pastagens com um clima moderado, onde quase todas as ervas nativas desapareceram e foram substituídas por plantas europeias. Esta invasão foi introduzida pelos agricultores europeus, que trouxeram consigo animais e sementes e espalharam, acidentalmente, espécies diferentes de ervas daninhas. Este fenómeno já tinha sido notado, em 1833, por Charles Darwin. As ilhas são particularmente ameaçadas por invasores, como está bem documentado para o Havai, Nova Zelândia e para as Ilhas Galápagos.

É frequente introduzir-se, nos ecossistemas agrícolas, agentes de controlo biológico para

controlar as pragas ou ervas daninhas, evitando assim o recurso a agentes químicos. Embora existam, felizmente, muitos casos de sucesso, estes sistemas nem sempre funcionam bem. Um exemplo disso é a introdução de uma espécie diferente de joaninha nos Estados Unidos† com o intuito de controlar o pulgão do trigo russo. A espécie introduzida revelou-se ser competidora da espécie nativa, que acabou por desaparecer subsequentemente. Outro exemplo é a introdução do mangaço, um mamífero originário da Índia, em várias ilhas (Fiji, Maurícias, Havai) para controlo de ratos e cobras: esta introdução levou à extinção de várias espécies endémicas de pássaros, répteis e anfíbios. Existem ainda relatos de introdução de vespas que provocaram a morte e possível extinção de borboletas endémicas.

Serão as plantas transgénicas mais propensas à propagação? Na experiência mais longa até hoje realizada, quatro culturas diferentes (colza, batata, milho e beterraba sacarina) foram cultivadas em 12 habitats diferentes e monitorizadas durante um período de 10 anos. Em nenhum caso, as plantas modificadas geneticamente se revelaram mais invasivas ou persistentes que as contrapartes convencionais. Todavia, não se esperava este resultado a menos que o transgene aperfeiçoasse a capacidade da planta de se adaptar às condições ambientais. Não existe nenhuma razão plausível que justifique que culturas, que durante séculos dependeram, para a sua sobrevivência, dos cuidados do homem, se tornem ervas daninhas com a introdução de alguns genes bem caracterizados, para além dos muitos milhares de genes que já possuem. Não obstante, é necessário continuar a monitorização de culturas transgénicas por períodos superiores a dez anos. Deve evitar-se cultivar grandes áreas com uma única variedade de cultura, sem rotação, pois as monoculturas são mais propensas a doenças e a surtos de pragas.

Estratégias de conservação

A conservação pode ser *in situ*, em ecossistemas ou habitats naturais, ou *ex situ*, onde a conservação dos elementos de biodiversidade se faz fora dos habitats naturais, em ambientes artificialmente construídos, dependendo de cada caso. A conservação *in situ* implica a manutenção e protecção dos ecossistemas e habitats naturais e, no caso das espécies domesticadas ou cultivadas, em meios onde tenham desenvolvido as suas propriedades específicas, enquanto que os jardins botânicos, bancos de sementes e jardins zoológicos são usados para a conservação *ex situ*.

A conservação de uma parte substancial das florestas húmidas tropicais permitiria, ainda assim, que cerca de metade das suas espécies indígenas fossem preservadas, através da selecção dos "hot spots" mais apropriados. Contudo, a protecção de grandes áreas de terra coloca vários problemas sócio-económicos e políticos. Ainda não se sabe como evitar a invasão das florestas por pessoas famintas à procura de terras cultiváveis. Uma estratégia viável passa por proporcionar às populações rurais meios de subsistência sustentáveis compatíveis com a conservação das florestas tropicais. Esta solução está já a ser testada, com sucesso relativo. O mero policiamento não será bem sucedido em territórios vastos, como já se constatou durante o combate à droga.

† A espécie de joaninha introduzida foi a "seven-spot ladybird (nota do tradutor)".

A conservação inclui também a biodiversidade agrícola, isto é, as variedades de culturas, variedades indígenas (variedades locais), variedades semi domesticadas e culturas aparentadas. O papel das comunidades indígenas na manutenção da biodiversidade agrícola é realçada pela Global Biodiversity Assessment e pelo Plano de Acção de Leipzig, dois acordos internacionais recentemente concluídos.

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB)

As Nações Unidas adoptaram a Convenção em 1992, tendo entrado em vigor em 1993. Esta é a primeira vez que uma grande maioria de países, excepto os Estados Unidos, chega a um acordo sobre um instrumento jurídico para a conservação da biodiversidade e a utilização sustentável dos seus recursos biológicos. Uma mudança radical introduzida pela CDB é o reconhecimento de que cada país detém o direito soberano de explorar os seus próprios recursos e a sua biodiversidade nos limites da sua jurisdição territorial, enquanto que anteriormente todos os organismos vivos eram considerados herança comum da humanidade. De acordo com os termos estabelecidos e acordados na CDB, os organismos vivos, ou os seus produtos, apenas podem ser removidos de um país desde que as partes contratantes acordem mutuamente nas condições. A acção é delegada ao nível nacional, obrigando cada país a identificar e monitorizar as componentes da sua biodiversidade, desenvolver ou manter legislação necessária para a sua conservação *in situ* e *ex situ*, e fazer vigorar essa mesma legislação no seu território nacional.

Os artigos 16 e 19 da CDB afectam particularmente a biotecnologia, pois requerem uma partilha justa e equitativa dos resultados e benefícios que derivem da utilização dos recursos genéticos. Estas disposições incluem o fornecimento de instalações e meios financeiros para a transferência de tecnologia e o livre acesso a informação científica e técnica.

A CDB está em vigor há apenas alguns anos, sendo, portanto, ainda muito cedo para ser poder avaliar os efeitos da sua acção a longo prazo. No que diz respeito à biotecnologia e à "prospecção biológica", demorará ainda algum tempo até que se simplifiquem os procedimentos administrativos que permitam a implementação simples de rotinas de colaboração próxima. O sistema apenas expandirá se as autoridades nacionais de países ricos em biodiversidade, bem como as empresas farmacêuticas e outras, reconhecerem as vantagens que poderão advir de tais colaborações. A colaboração entre a Merck Company, uma empresa farmacêutica, e a Costa Rica é um exemplo do esforço conjunto em "prospecção biológica". A procura por ingredientes activos específicos, em plantas nas florestas tropicais da Costa Rica, contribuiu para que o país ganhasse 2 milhões de dólares durante 5 anos e possa vir ainda a receber direitos de autor (royalties) de eventuais produtos comercializáveis que resultem dessa colaboração.

O Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança

A CDB estabeleceu a base para o desenvolvimento de um acordo internacional que regula o movimento transfronteiriço dos organismos vivos geneticamente modificados (OGMs), denominados "organismos vivos

* O termo HIV em português é traduzido para VIH, vírus de imunodeficiência humana. Dado a vulgarização do termo HIV, optou-se neste boletim por adoptar os termos e abreviaturas anglo-saxónicas. O mesmo se procedeu com outros termos tratados neste boletim (nota do tradutor).

modificados” no Protocolo. Esse acordo foi finalizado, após um debate prolongado, em Montreal no início de 2000. O principal objectivo do Protocolo é assegurar que os OGMs não ameaçarão a biodiversidade nos países receptores, além de analisar potenciais ameaças à saúde humana. Na prática, o Protocolo irá afectar essencialmente a importação de sementes transgénicas. O Protocolo obriga o país exportador a disponibilizar informação científica suficiente que permita ao país importador avaliar os potenciais riscos e emitir, se considerar o produto seguro, um “Consentimento Prévio Fundamentado”*.

O Clearing House†, um novo mecanismo sobre biossegurança, recentemente estabelecido, recolhe e distribui informação relevante, tal como definido pelo Protocolo. Com base no “Princípio da Precaução”, as licenças de importação podem ser recusadas, mesmo quando não existe prova clara e inequívoca de que o produto é prejudicial à saúde humana ou ao ambiente, embora tais decisões devam ser baseadas numa análise do risco. O Protocolo foi elaborado para ser tão importante quanto os acordos da Organização Mundial do Comércio (OMC), que impedem qualquer país de recusar a importação de produtos excepto se existirem provas, muito bem fundamentadas cientificamente, que ilustrem que o produto pode ser prejudicial à saúde humana. Esta aparente falta de prioridade entre a CDB e os acordos da OMC pode originar algumas dificuldades no futuro. O Protocolo irá entrar em vigor quando for ratificado por 50 países, presumivelmente em 2002.

Biotecnologia para a aquisição de conhecimento

A biotecnologia pode ser usada como ferramenta para a aquisição de conhecimento científico ou para intervir directamente na reprodução de plantas ou animais e, em particular, para a transferência de informação genética de qualquer outro organismo para um animal de exploração ou cultura agrícola. A taxonomia, uma das ciências necessárias para o estudo da biodiversidade, utiliza marcadores moleculares para identificar estirpes individuais de organismos ou identificar espécies, de uma forma semelhante ao que se faz na medicina forense para identificar criminosos. Nos bancos de sementes, as impressões genéticas são usadas para estabelecer a origem de uma semente ou o seu grau de parentesco com variedades de plantas.

A biotecnologia é também útil no seguimento dos marcadores genéticos usados na reprodução convencional de plantas e animais. Através da análise de algumas células de um vitelo recém nascido ou de uma cultura que germinou recentemente e procura pela presença ou ausência de certos genes, é possível prever as propriedades de prole que irão manifestar-se mais tarde, tal como as características do leite de uma vaca ou a resistência esperada de uma cultura a uma determinada doença. Dificilmente existirá controvérsia nestas aplicações da

* O termo original é Advance Informed Agreement (nota do tradutor).

† O Clearing House é um mecanismo de intercâmbio, que constitui o instrumento para o intercâmbio internacional de informações sobre a biodiversidade, promovendo a cooperação científica e técnica (nota do tradutor).

biotecnologia em animais de exploração (não no homem).

Transferência genética directa para culturas e animais de exploração

Em 2000, existiam no mundo cerca de 44 milhões de hectares de terras cultivadas com culturas transgénicas para fins comerciais. A maioria dessas terras encontram-se nos Estados Unidos, Canadá, Argentina e, em menor extensão, na China, Austrália, África do Sul, México e Espanha. As sementes de soja e o milho aparecem no primeiro e segundo lugar, com 25,8 e 10,3 milhões de hectares, respectivamente. O algodão e a colza ocupam 5 e 3 milhões de hectares, respectivamente. As batatas, abóboras e papaias transgénicas ocupam apenas pequenas áreas. As variedades tolerantes a herbicidas dominam com 74%, enquanto que as variedades resistentes a insectos atingem 19%. Relativamente aos virus, são poucas as culturas resistentes. Os agricultores dos Estados Unidos adoptaram rapidamente culturas transgénicas em virtude dos benefícios económicos que estas oferecem.

A maior diferença notada pelos agricultores foi a subsequente poupança em herbicidas. Muitos agricultores descobriram também que as novas culturas necessitavam de pulverizações menos frequentes e permitiam o uso da técnica “no till‡” (sem lavar nem esterrear a terra). Estes benefícios podem compensar os custos iniciais mais elevados das novas sementes transgénicas. Obviamente que estas considerações são válidas apenas para países com sistemas agrícolas e económicos semelhantes ao dos Estados Unidos e não para os países em desenvolvimento. O aumento ou a redução da área de cultivo usada por culturas transgénicas, no futuro próximo, irá depender das forças de mercado, da percepção pública dos riscos e benefícios associados, bem como do enquadramento regulador emergente, quer nacional, quer internacional.

Muitas culturas transgénicas estão ainda na fase de desenvolvimento, incluindo muitas plantas de culturas tropicais; a maioria delas, se alguma vez chegarem a ser comercializadas, será colocada no mercado apenas daqui a alguns anos. É provável que estas culturas tragam alguns benefícios aos consumidores e que algumas possam revelar-se interessantes para os agricultores nos países tropicais. Duas variedades de arroz actualmente em desenvolvimento deverão originar benefícios importantes para a saúde. A variedade “Golden Rice” contém níveis mais elevados de vitamina A e outra variedade tem mais ferro nas sementes que o usual, um claro benefício para mulheres anémicas e as suas crianças.

Têm sido produzidas várias linhagens de animais de exploração, mas ainda nenhuma foi comercializada. Algumas linhagens foram produzidas para a indústria farmacêutica, para a produção de medicamentos no seu leite.

Outras linhagens revelam uma resistência melhorada contra determinadas infecções ou produzem enzimas novas. A produção de salmão transgénico, cujo crescimento é mais rápido do que o do salmão normal, provocou muita inquietação entre os ecologistas, particularmente em relação ao seu potencial

‡ A técnica no till é uma técnica desenvolvida nos Estados Unidos, na qual o restolho é deixado no campo depois da colheita e semeia-se a próxima cultura directamente em cima (nota do tradutor).

para competir com o salmão nativo na natureza. Sobre este tópico, existem ainda muitas questões ambientais que necessitam de clarificação.

Biodiversidade nativa e a biotecnologia

Verificou-se uma redução dramática da biodiversidade na natureza, nos países industrializados, ao longo de muitos séculos. Cerca de metade das florestas húmidas tropicais foram já destruídas. Como podemos proteger o que resta quando se assiste a um crescimento acelerado da população mundial, com a consequente necessidade de produzir mais alimentos regionalmente?

O rendimento das culturas de cereais nos países menos desenvolvidos tem crescido consideravelmente nos últimos quarenta anos, principalmente como resultado da Revolução Verde. Não obstante, a taxa de crescimento anual do rendimento das culturas de cereais nos países menos desenvolvidos tem vindo a reduzir-se, de 3% por ano, durante 1967-82, para 1% por ano, desde 1993. Esta redução da taxa de crescimento significa que muito provavelmente a produção não conseguirá satisfazer as necessidades alimentares da população, que continuará a aumentar. As consequências para a biodiversidade serão devastadoras, à medida que for sendo necessária mais terra para a agricultura. E, naturalmente, essas terras surgirão, principalmente, em áreas com grande biodiversidade nativa e, em particular, nas florestas húmidas tropicais.

A forma mais prometedora de evitar a destruição de habitats é o aumento do rendimento agrícola num processo que foi denominado de “Segunda Revolução Verde”. Vários componentes serão necessários, incluindo a formação e educação dos agricultores (em particular das mulheres que se ocupam da maior parte do trabalho agrícola nos países menos desenvolvidos), climas políticos e económicos mais favoráveis, disponibilidade de esquemas de crédito agrícola, etc. Além disso, serão necessárias contribuições técnicas e, em particular, sementes aperfeiçoadas, produzidas quer pelos métodos tradicionais, quer através da biotecnologia moderna. A solução deverá residir nesta última hipótese, pois a cultura tradicional aparenta ter atingido um máximo em termos de rendimento possível, e é mais lenta, menos precisa e praticável apenas quando a miscigenação é possível. Assim, é provável que a agricultura biotecnológica, que é frequentemente retratada nos debates públicos como prejudicial para a biodiversidade, venha também, paradoxalmente, a contribuir para a sua conservação.

Uma preocupação mais limitada, que afecta principalmente a Europa do Norte, é a conservação dos animais e plantas nativas, em particular as aves, nas áreas de exploração agrícola. Os seus habitats são os campos, as sebes, as bermas de estradas e as terras de pousio, dos quais dependem para a sua alimentação constituída de insectos e sementes produzidas por ervas daninhas nas terras cultivadas ou circundantes. Modelos computacionais sugerem que medidas mais rigorosas de controlo de ervas daninhas poderão reduzir a quantidade de sementes disponível para alimentar essas aves. Este problema depende muito mais das políticas de controlo e erradicação de ervas daninhas do que das plantas transgénicas. A beterraba tolerante a herbicidas permite aos agricultores controlar as ervas daninhas numa fase posterior, já depois do

aparecimento das plântulas. Os métodos mais eficientes poderão permitir o abandono mais terras, o que irá exigir incentivos financeiros.

Biodiversidade e a agricultura biotecnológica

Poderão as novas culturas transgênicas, recentemente introduzidas, transferir genes para as plantas selvagens nativas e, desta forma, alterar características importantes dessas mesmas plantas? A transferência de genes entre plantas cultivadas e plantas selvagens sempre ocorreu, dentro dos limites das espécies, desde que os dois tipos de plantas estivessem muito próximas e dessem flor ao mesmo tempo.

Não é de antecipar que surjam outros problemas com as plantas transgênicas, a menos que o gene transferido do organismo modificado geneticamente para a planta selvagem aumente significativamente a aptidão biológica do receptor. Duma maneira geral, esta hipótese parece improvável *a priori* e poderá, e deverá, ser verificada experimentalmente através de avaliação do risco. Algumas pessoas sentem que existe uma diferença crucial entre a transferência de genes de plantas reproduzidas convencionalmente para as suas contrapartes selvagens e a transferência de transgenes construídos pelo homem de plantas geneticamente modificadas para um banco de genes. Os potenciais riscos ecológicos que podem resultar da introdução de transgenes construídos pelo homem em bancos de genes de uma espécie são uma questão totalmente diferente.

Os agricultores, em todo o mundo, utilizam um número considerável de espécies indígenas e variedades de muitas culturas diferentes. Estas estão, geralmente, melhor adaptadas ao clima e à topografia local, e são também usadas na produção de alimentos para fins diversos. Irão as variedades tradicionais e as espécies indígenas desaparecer quando, e se, as culturas transgênicas forem introduzidas? Irá apenas uma, ou algumas variedades, dominar nos campos? A julgar pelo que aconteceu no mercado de sementes de soja dos Estados Unidos, tal não acontecerá.

Embora quase todas as sementes de soja resistentes a herbicidas derivem de um único evento de transformação da soja "Roundup Ready" da empresa Monsanto, várias centenas de variedades diferentes de soja foram derivadas desta por diferentes empresas de sementes, usando técnicas tradicionais de reprodução, que se adaptaram a regiões com climas e solos diferentes. Esta situação ilustra que, pelo menos com esta cultura transgênica dominante, a biotecnologia não provocou uma perda de diversidade biológica. Por outro lado, a julgar pelos últimos 100 anos na Europa, a diversidade de variedades de animais de exploração e culturas tem, de facto, diminuído consideravelmente. Essa diminuição deve-se, no entanto, não a qualquer ameaça biológica que tenha emanado de algumas culturas ou criações, mas porque os agricultores necessitam de produzir com rentabilidade económica. Muitas variedades antigas de maçãs têm desaparecido, por exemplo, devido às preferências alimentares de retalhistas e consumidores.

A rápida consolidação no mercado global de sementes pode ser uma preocupação a este respeito, e poderá ser necessário introduzir legislação *anti-trust* para evitar o domínio de oligopólios com competição limitada entre os poucos produtores. Pode argumentar-se que apenas alguns agricultores economicamente mais ricos terão capacidade de adquirir

sementes transgênicas. Não obstante, a tecnologia é apropriada aos pequenos agricultores, pois está contida nas pequenas sementes, que podem ser reproduzidas localmente. Todavia, para que as sementes sejam acessíveis aos pequenos agricultores, será necessário construir muitos mercados (outlets) compradores de sementes (cooperativas públicas ou empresas privadas) e criar programas agrícolas adequados.

Considerações económicas e políticas

Sob que condições económicas e políticas poderá a biotecnologia beneficiar a produtividade agrícola e, por conseguinte, ajudar a biodiversidade? A revolução verde original, que melhorou a produção de arroz e trigo na Ásia, teve início na investigação desenvolvida pelo sector público. A actual investigação inovadora sobre a biotecnologia é realizada, principalmente, por algumas grandes empresas, com contribuições modestas do sector público e das pequenas empresas. As empresas rivalizam pelos direitos de propriedade intelectual, através de patentes, para obterem retornos no investimento realizado. Esta prática é inevitável com os actuais sistemas de patentes. Deverão ser tomadas providências para que as instituições de investigação agrícola nos países menos desenvolvidos possam obter acesso a informação, bem como aos materiais e procedimentos patenteados necessários aos agricultores regionais. Infelizmente, têm-se verificado cortes drásticos nos esquemas de financiamento dos sistemas de investigação agrícola dos países menos desenvolvidos nos últimos dez anos: esta tendência ameaça a segurança alimentar mundial, pelo que deve ser invertida.

Já se verificaram algumas transferências limitadas, de determinadas patentes, para os países menos desenvolvidos, de empresas como a Monsanto e a Syngenta, para a produção de batata doce resistente a vírus e arroz enriquecido em vitamina A. Esta abordagem, incluindo a possibilidade de licenciamento forçado, é, muito provavelmente, mais exequível do que alterar o sistema de patentes que vigora, que necessita, não obstante, de ser adaptado de forma a lidar com os organismos vivos. Uma nova problemática que surge no que respeita aos direitos de propriedade intelectual, é a tentativa de proteger o conhecimento indígena, tradicional através de nova legislação internacional.

A falta de comida aparenta ser, e é largamente, um problema de distribuição: não existe comida disponível suficiente para aqueles que dela necessitam. Os pobres simplesmente não têm dinheiro suficiente para comprar o que necessitam. Como nos países menos

desenvolvidos a maioria dos pobres ainda vive da terra, é aqui que a produção deve ser aumentada, de forma a que não só exista o suficiente para a sua sobrevivência, mas também excedentes que possam ser vendidos para comprar outros bens e serviços. O aumento da produtividade agrícola local é a forma mais eficaz de o fazer e deveria, de acordo com muitos economistas do sector público, incluindo os economistas do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), abarcar a biotecnologia moderna como um componente importante.

Conclusões

Os problemas envolvidos na interacção entre a biodiversidade e a biotecnologia têm consequências profundas e devem ser objecto de um diálogo aberto e bem informado da sociedade. A discussão deve incluir todos os diferentes intervenientes, desde os agricultores nos países menos desenvolvidos, aos industriais, organizações de interesse público, decisores políticos e meios de comunicação. Os valores culturais implicados na agricultura e produção alimentar devem ser considerados, tanto quanto os aspectos emotivos associados com o acto de comer e beber.

A agricultura biotecnológica pode ter muitos impactos diferentes na biodiversidade, dependendo da aplicação que dela se fizer e de como for aplicada. Os resultados irão depender da sociedade e do contexto agrícola. Se nos países menos desenvolvidos as sementes transgênicas forem disponibilizadas apenas a um pequeno grupo de agricultores, esta situação poderá originar grandes monoculturas e uma melhoria modesta da sustentabilidade, aliviando pouco a situação de pobreza generalizada. A biotecnologia tem o potencial óbvio de salvar as terras nativas, intactas, em particular as florestas húmidas tropicais, através da redução ou eliminação da pressão para aumentar a área de terra para cultivo. O UK Nuffield Council on Bioethics concluiu que, devido a este potencial da agricultura biotecnológica, "a moral imperativa para tornar as culturas geneticamente modificadas económica e facilmente disponíveis ... é obrigatória." Conclusões semelhantes foram alcançadas num relatório conjunto das Academias de Ciências da Índia, China, México, Grã-Bretanha, Brasil e dos Estados Unidos. Também o PNUD realçou a necessidade desta tecnologia. Estas e outras fontes do sector público afirmam que a agricultura biotecnológica tem o potencial, quando aplica judiciosamente, de aumentar a produtividade agrícola entre os pobres dos países menos desenvolvidos. Como consequência, é de esperar a salvaguarda de alguma da biodiversidade nativa.

LITERATURA

Transgenic Plants and World Agriculture, Royal Society, July 2000.

(<http://www.royalsoc.ac.uk/policy/index.html> Science policy Reports and statements Search Transgenic plants)

Agricultural Biotechnology and the Poor, Eds G. J. Persley and M. M. Lantin, US National Academy of Sciences Consultative Group on International Agricultural Research, Proceedings of an International Conference, Washington D.C., 21-22 October 1999.

(<http://www.cgiar.org/biotech/rep0100/contents.htm>)

Reviving the stalled momentum of global poverty reduction: what role for genetically modified plants. M. Lipton, 1999 Sir John Crawford Memorial Lecture, CGIAR International Centres Week, CGIAR Secretariat (<http://www.cgiar.org>)

Genetically modified crops: the ethical and social issues, Nuffield Council on Bioethics, May 1999). (<http://www.nuffieldfoundation.org/bioethics/publication/pub0010805.html>)

Human Development Report 2001, United Nations Development Programme: Sustainable Development. Press Kit: July 10, 2001 (<http://www.undp.org/hdr2001>)