

IMPACTOS DAS DECISÕES SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA AGRICULTURA

Rubens Onofre Nodari e Miguel Pedro Guerra¹, email: rubensnodari@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC.

Palavras chaves: agroecologia, diversidade genética, variedades crioulas.

Introdução

Desde a descoberta em 1944 de que os ácidos nucleicos eram os responsáveis pela herança genética, vem ocorrendo apoio sem precedentes para a pesquisa e ao desenvolvimento na área de biologia e genética molecular. Este período de tempo possibilitou avanços extraordinários no conhecimento científico e no desenvolvimento de tecnologias, produtos e serviços no campo das ciências da vida. Ciência e Tecnologia (C&T) experimentaram interações dinâmicas que resultaram em impactos e avanços de uma sobre a outra. Em especial, serão abordados aqui aqueles que provocaram o rompimento do equilíbrio entre agricultura e meio ambiente, afetando desde a geração de novos sistemas de cultivo até a manipulação do ADN, a molécula responsável pelo armazenamento do código genético, popularizada como DNA.

C&T foram decisivas no avanço do conhecimento e na geração de tecnologias que se tornaram a base da revolução verde, caracterizada pelo desenvolvimento de variedades de plantas e raças de animais geneticamente uniformes e altamente dependentes de insumos externos, tais como agrotóxicos, antibióticos e fertilizantes.

Quando as aplicações comerciais das novas biotecnologias tornaram-se mais visíveis, houve uma outra revolução, agora nas formas de apropriação e uso do conhecimento e dos recursos genéticos. A valoração econômica e as tentativas de apropriação desses conhecimentos, assim como de técnicas biológicas ou daqueles organismos delas resultantes, provocaram em vários países, mudanças na legislação favorecendo esta apropriação. No Brasil, as novas leis de Propriedade Intelectual foram implementadas nos anos 90: Propriedade Industrial, Proteção de Cultivares, Patrimônio Genético e Lei de sementes, para citar as principais. A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), lançada em 1992, também introduziu mudanças não somente em relação ao acesso aos recursos genéticos, mas também na instituição do Princípio da Precaução no uso dos recursos genéticos e nos produtos e processos derivados das biotecnologias modernas, mais especificamente de organismos transgênicos.

Este artigo procura sistematizar os principais elementos deste contexto. Ele não busca esgotar o tema, mas contextualizar e confrontar os

¹ Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal, Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais, UFSC, Florianópolis, SC, 88040-900, nodari@cca.ufsc.br e mpguerra@cca.ufsc.br

principais argumentos utilizados na discussão sobre os aspectos acima mencionados, notadamente as implicações da C&T sobre a biodiversidade e a agricultura. Por que biodiversidade e agricultura? Porque, de um lado o consumidor contemporâneo pretende se alimentar com produtos de alta qualidade biológica e de outro, há uma crescente percepção de que é necessária uma mudança na matriz agrícola que até o momento promoveu processos que degradam o meio ambiente e prejudicam a saúde humana. É inegável que a saúde humana depende basicamente de alimentos e ambiente saudáveis. Em ambos os casos, a C&T pode desempenhar papel relevante.

Em seguida analisa-se o momento de transição por que passa a agricultura, destacando as mudanças nas características dos sistemas de pesquisa agrícola. Na seqüência, discutem-se as potencialidades e as restrições dos organismos transgênicos aplicáveis à agricultura do país. Finalmente, abordam-se alternativas a agricultura industrial e sobre a evolução do conhecimento e enfatiza-se a necessidade de uma maior sintonia entre a pesquisa agrícola e uma agricultura baseada em sistemas de produção mais intensivos em conhecimento e menos em insumos.

As Prioridades Da C&T No Pós Guerra Para A Agricultura

A partir da segunda grande guerra mundial, houve uma intensificação do apoio a C&T tanto para o avanço do conhecimento científico, quanto para o desenvolvimento de tecnologias e serviços com ênfase a uma agricultura química, assim entendida como aquele altamente dependente de insumos externos. Centenas de moléculas químicas foram isoladas e estudadas visando sua utilização na agricultura. Estas pesquisas, notadamente executadas e/ou financiadas por das indústrias privadas, eram, e continuam sendo complementadas pela pesquisa de instituições públicas, no que tange a validação do uso destes insumos.

Ao mesmo tempo, com apoio maciço do Estado, foram desenvolvidos processos visando à produção em larga escala de fertilizantes químicos, na sua grande maioria, importados.

O mesmo ocorreu com o desenvolvimento de variedades de plantas e raças de animais totalmente dependentes de ambientes altamente modificados pelo uso intensivos destes insumos. No desenvolvimento destas novas variedades, ênfase foi dada a poucas características durante a seleção, entre as quais precocidade, baixo porte e alto rendimento. A penalidade fisiológica se tornou inevitável, pois toda ou a maior parte da energia captada pela planta passou a ser destinada às características selecionadas. Desta forma, pouca energia sobra, por exemplo, para o sistema de defesa das plantas. Mas diante dos avanços científicos da época, esta penalidade fisiológica, não foi levada em consideração, pois a indústria afirmava que a sanidade de plantas poderia ser garantida com os agrotóxicos.

Os mesmos critérios de seleção foram adotados para animais. Atualmente o tempo necessário para a criação de animais é cada vez menor. Igualmente como as plantas, a sanidade é mantida com um arsenal de

medicamentos, notadamente os antibióticos. A produtividade, por sua vez, é turbinada com o emprego de reguladores e estimuladores de crescimento.

Estas bases científicas e tecnológicas foram determinantes para desenvolvimento de uma agricultura intensiva em produtos químicos e capital, a qual gerou os fundamentos para a revolução verde, implantada em muitos países de todos os continentes.

Igualmente com apoio do Estado, as universidades passaram a formar agrônomos e demais técnicos para a atuação na agropecuária, com base nesta agricultura química, intensiva em insumos. Para completar este quadro houve aporte significativo de linhas de créditos com financiamento pelo estado e o avanço da fronteira agrícola. Este quadro favoreceu a implementação e hegemonia da chamada agricultura industrial ou *agro-business*, ancestral recente do agronegócio.

O fato de o governo destinar R\$ 8,2 milhões para apoiar "temas estratégicos de pesquisa científica, tecnológica e de inovação relacionados aos processos de diagnóstico, monitoramento e recuperação de áreas degradadas por empreendimentos econômicos, como atividades agropecuárias, industriais, mineração ou geração de energia e exploração florestal; de modo a contribuir para o desenvolvimento sustentável local/regional ou no contexto de bacias e microbacias hidrográficas" (Edital MCT/CNPq/CT-Agronegócio/CT-Hidro/MAPA-SDC-SPAE Nº 44/2008), é revelador dos efeitos adversos deste tipo de agricultura que o próprio governo vem incentivando.

Embora reconhecidos os distintos impactos adversos na saúde humana e no meio ambiente, como também na sócio-economia, o apoio do Estado para manter este tipo de agricultura continua de vento em popa. Exemplo disso foram os editais do CNPq de apoio ao agronegócio, como o Edital CNPq/MAPA/SDA nº 064/2008, no valor de R\$ 120 milhões.

Por outro lado, o edital para apoiar "projetos de geração e disponibilização de tecnologias de base ecológica apropriadas para a agricultura e a aqüicultura familiares, bem como contribuir para a sustentabilidade das comunidades tradicionais, povos indígenas e pescadores artesanais e assegurar melhores condições para sua inserção no mercado e geração de renda", aportou apenas R\$ 5 milhões (Edital MCT/CNPq/SEAP-PR/CT-Agronegócio/CT-Verde Amarelo/CT-Saúde/CT-Hidro – nº 07/2008)².

As Consequências E Externalidades Negativas Da Agricultura Industrial

No modelo de agricultura industrial ou química as tecnologias se fundamentaram no uso intensivo de energia e insumos e não beneficiaram nem todos os cultivos, nem todos os agricultores, especialmente os pequenos.

De uma maneira geral estas técnicas visam uma adequação do ambiente à variedade melhorada. Por isso, sob o prisma ambiental, esse modelo resultou equivocado. O primeiro equívoco diz respeito ao fato de que

² Editais disponíveis no endereço eletrônico www.cnpq.br/editais

os geneticistas foram solicitados a criar variedades altamente produtivas em condições de abundância de fertilizantes e de água. Essas variedades, apesar do êxito inicial, revelaram susceptibilidade crescente às pragas e doenças, o que tornou necessário a agregação de mais um componente oneroso ao sistema de produção, os agrotóxicos. O segundo equívoco relaciona-se à excessiva subestimação das externalidades ambientais negativas causadas, por exemplo, pelo uso excessivo de fertilizantes químicos e pesticidas. Mananciais de água e o próprio lençol freático foram contaminados. O terceiro diz respeito à ameaça para a diversidade genética em consequência da disseminação em escala global de poucas variedades (Sachs, 1995). Este cenário resulta em vulnerabilidade genética frente a estresses bióticos e abióticos, o que provoca uma situação muito vulnerável, diante da ocorrência de epidemias, altamente dependente da estreita base genética, conforme situações de risco já experimentadas, como foi a requeima na batata, que provocou a Grande Fome, em 1845, na Irlanda.

As externalidades negativas podem ser estendidas aos seus efeitos sócio-econômicos e à saúde humana. Sob o prisma sócio-econômico este tipo de agricultura empobreceu os pequenos agricultores, provocando um dos maiores êxodos rurais do planeta ocorrido na segunda metade do século passado. Por outro lado, isto provocou a concentração da terra e resultou em milhões de brasileiros sem terra.

Atribui-se aos agrotóxicos, desenvolvidos por cientistas vinculados às indústrias e testados e validados por cientistas ligados a instituições públicas, efeitos maléficos já comprovados na saúde humana, entre eles, várias modalidades de câncer e efeitos atribuídos à sua ação como disruptores endócrinos, entre outros (Dallegrave et al, 2003; Richard et al., 2005; Benachour e Séralini, 2008). O fato é que número de pessoas intoxicadas ou que morrem em decorrência de uso de agrotóxicos tem sido crescente. Não menos preocupante é a contaminação de alimentos por agrotóxicos, expondo a população de consumidores como um todo aos riscos destes tóxicos à saúde humana.

Do ponto de vista ambiental as externalidades adversas causadas por agrotóxicos têm sido relatadas de forma crescente. Exemplo disso são os efeitos destes produtos que causam mortalidade de certos grupos de animais (como os anfíbios), o desequilíbrio na dinâmica da biota do solo ou da qualidade da água, bem como os processos ecológicos (Relyea, 2005; Solomon e Thompson, 2003; Nodari e Guerra, 2001). Ademais, o sistema de cultivo industrial, tem provocado a emissão de gases de efeito estufa. Em particular o uso de fertilizantes nitrogenados, é um dos principais responsáveis pela emissão de óxido nitroso (Crutzen et al., 2007).

Em termos de diversidade genética, a substituição de variedades crioulas por variedades melhoradas causou erosão genética, cuja dimensão não é ainda conhecida. Especialmente no caso da agrobiodiversidade, que se refere à diversidade genética das variedades crioulas das espécies já domesticadas, a conservação genética nas propriedades (*on farm*) é especialmente relevante (Jarvis et al., 2000). Uma vez que o melhoramento genético é um processo passo a passo, as variedades comerciais

permanecem dependentes da infusão genética das variedades crioulas (locais) que, paradoxalmente, estão sendo deslocadas ou substituídas. Contudo, o valor de genes de adaptação ou de resistência a doenças ou pragas presentes nestas variedades crioulas poderão ter um altíssimo valor no futuro (Guerra et al., 1998).

A otimização do potencial produtivo da agricultura industrial, baseada nas premissas de produtividade a qualquer preço e de redução no número de espécies a serem cultivadas, é a base da agricultura de *commodities* e principal causa de sua insustentabilidade.

Assim, ocorreu o rompimento da agricultura com o meio ambiente e, como tem sido usual, as empresas internalizam o lucro e a sociedade arca com os prejuízos decorrentes dos efeitos adversos.

O Avanço Das Formas De Proteção Intelectual

Desde os anos 30 do século XX, a normatização associada aos recursos genéticos é crescente. Em 1930 surgiu nos EUA o *Plant Protection Act* que garantia os direitos sobre plantas de propagação vegetativa. Em nível internacional surgiram a *Union Internationale pour la Protection des Obtentions Vegetales* (UPOV), acordos como o *Trade-related aspects of intellectual property rights* (TRIPS), a Organização Mundial do Comércio (OMC), a Organização Mundial de Propriedade Industrial (WIPO ou OMPI) e a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), amparada no Brasil pelos Decretos Legislativo nº 02 de 03/02/1994 e Decreto nº 2.519 de 16/03/1998.

Nos anos 90 foram aprovadas leis relacionadas ao uso de recursos genéticos, como as Leis de Biossegurança (Lei nº 8.974/95), posteriormente substituída pela Lei nº 11.105/2005, Lei de Propriedade Industrial (Lei nº 9.279/96) e Lei de Proteção de Cultivares (Lei nº 9.456/97) e a Medida Provisória nº 2.126, que trata do Patrimônio Genético. Cumprindo os requisitos, o Brasil requereu e foi aceito em 1999 na Convenção da UPOV de 1978.

Assim, dependendo do uso do recurso genético, o mesmo está sujeito a uma ou mais leis, decretos ou normas regulamentares. Desta forma, devido a sua grande relevância dentre tantas, serão abordadas as implicações para os usuários, para o país e para conservação de recursos genéticos de dois dos principais instrumentos normativos.

A possibilidade de patenteamento de tecnologias transgênicas inseridas em variedades permite não só a cobrança de *royalties*, o que aumenta os custos de produção, mas também o privilégio de disponibilizar ou não um recurso genético aos agricultores, o que ameaça a soberania alimentar. O fato de o governo garantir patentes em tecnologias transgênicas inseridas em variedades, além de garantir a continuidade do apoio ao modelo agrícola industrial, com todas as suas consequências adversas, gera um paradoxo ético profundo. O fato de o país permitir que uma variedade seja indiretamente patenteada, ao garantir proteção a uma tecnologia transgênica, legaliza uma apropriação indébita, que é a associação dos alelos, fruto não só do trabalho dos melhoristas passados, mas também de inúmeras gerações

de agricultores que mantiveram e selecionaram tipos mais adaptados, a partir dos quais, os melhoristas desenvolveram novas variedades. Assim, num passe de mágica, este patrimônio dos povos foi apropriado por empresas transnacionais, sem nenhuma compensação. Ao contrário, os usuários ainda tem que pagar *royalties*.

É de se destacar ainda que uma das maiores diferenças entre o sistema de pesquisa vigente durante a Revolução verde e aquele que emerge das biotecnologias está no fluxo de materiais genéticos e de informações entre pesquisadores agrícolas de diferentes países do mundo. Enquanto o primeiro sistema se caracterizou pela predominância do domínio público nos investimentos e resultados da pesquisa e pelo fluxo relativamente livre de informações e materiais genéticos, o segundo vem se caracterizando pelo domínio privado de investimentos e pelas restrições a este fluxo (Joly, 1994).

Este conjunto de leis promoveu investimentos privados e o direcionamento do melhoramento para em espécies consideradas *commodities* ou de grande importância econômica, notadamente por empresas privadas. Como consequência ocorreu uma concentração do setor industrial de sementes, a exemplo do que ocorreu com o milho onde quase 90% deste setor está dominado por grandes empresas transnacionais. Isto pode causar vulnerabilidade aos agricultores, os quais perdem independência e dispõem de uma menor diversidade genética em cultivo (Berlan e Lewontin, 1999).

O processo globalizante dos últimos anos e a perspectiva de apropriação econômica de todos os componentes da biodiversidade, com o auxílio das biotecnologias modernas, que estão amparadas pelas leis de propriedade intelectual, poderá aumentar a assimetria entre um hemisfério norte, pobre em biodiversidade, mas rico em tecnologias e recursos financeiros e um hemisfério sul, rico em biodiversidade, mas pobre em tecnologias e recursos financeiros.

A Agricultura Industrial Turbinada Com Transgenes

O cultivo em larga escala de organismos geneticamente modificados (OGMs) ou transgênicos poderá provocar externalidades adversas ainda não adequadamente estimadas aos ecossistemas. De uma forma geral, a ameaça à diversidade biológica em consequência da liberação de OGMs decorre das propriedades do transgene no ecossistema ou de sua transferência e expressão em organismos não alvos. A adição de um novo genótipo numa comunidade de plantas pode proporcionar vários efeitos indesejáveis, como o deslocamento ou a eliminação de espécies não domesticadas, produção de novos patógenos, pragas ou agentes tóxicos, a geração de plantas daninhas ou pragas resistentes, a poluição e erosão da diversidade genética e a interrupção da reciclagem de nutrientes e energia (Tiedge et al., 1989; Fontes et al., 1995; Wolfenbarger e Phifer, 2000; Nodari e Guerra, 2001). Assim, a liberação em larga escala de uma cultivar transgênica deve ser precedida por estudos de impacto ambiental que incluam a avaliação de riscos, caso a caso e passo a passo (Peterson et al.,

2000; Nodari e Guerra, 2001). A abrangência desta avaliação de risco deverá ser baseada numa matriz, a qual, de um lado, inclua a escala espacial (planta, parcela, lavouras agrícolas e região) e, de outro lado, os efeitos diretos e indiretos na agricultura, ecologia e socioeconomia.

Uma ampla revisão da literatura disponível revelou que em dois terços dos trabalhos científicos, o cultivo de plantas transgênicas causou danos a componentes do ecossistema (Wolfenbarger e Phifer, 2000). Por outro lado, a disseminação de genes tanto via sexual como a transferência horizontal ou lateral é praticamente inevitável. Inúmeros casos de cruzamentos de variedades transgênicas resistentes a herbicidas com plantas daninhas já foram detectadas. Casos de transferência horizontal (ex: de plantas para bactérias) também já foram relatados. Assim, a contaminação da biodiversidade com quimeras genéticas inseridas em variedades cultivadas também já é admitida como inevitável.

Dentre os riscos para a agricultura, os mais relevantes seriam o aumento da população de pragas e microrganismos resistentes e/ou patogênicos, o aumento ou promoção de plantas daninhas resistentes a herbicidas, a contaminação de variedades crioulas mantidas pelos agricultores, a contaminação de produtos naturais como o mel, a diminuição da diversidade em cultivo com o aumento da vulnerabilidade genética, a dependência dos agricultores a poucas empresas produtoras de sementes, produtividade e a incerteza dos preços dos produtos transgênicos.

A contaminação genética causada por pólen transgênico já é considerada um fato preocupante. Nos dez primeiros anos de cultivos com organismos transgênicos, 142 contaminações foram detectadas em 44 países. Em 35% dos casos a contaminação foi com milho nos Estados Unidos, Brasil e no México, este, o país de origem do milho. Duas conseqüências são imediatas: conflitos entre agricultores e empresas ou entre os próprios agricultores e a alteração da natureza do produto, que conforme o caso, pode causar prejuízos financeiros e biológicos.

Por se tratar de uma nova tecnologia e considerando o reduzido conhecimento científico a respeito dos riscos de OGMs, torna-se indispensável o apoio da C&T no avanço do conhecimento científico dos riscos para embasar a análise criteriosa de risco, respaldada em estudos de impacto ambiental, conforme apregoa a legislação vigente e o princípio da precaução.

Quais São Os Desafios E As Alternativas

Quais as alternativas a este quadro que pretende se solidificar? Redesenhar a agenda da pesquisa e exploração agrícola visando gerar sistemas de produção mais adaptados aos ambientes naturais aos quais estão inseridos? Uma alternativa agroecológica subverte boa parte dos pressupostos da chamada revolução verde, baseada no uso intensivo de variedades modernas, fertilizantes e agrotóxicos, com um foco central na produtividade e não no ambiente ou na qualidade biológica dos alimentos produzidos e com a promessa tecnológica de acabar com a fome no mundo. Contudo, este aumento de produtividade somente ocorreu de forma

expressiva naqueles locais onde estavam reunidas as condições relacionadas com a presença de sementes melhoradas, água disponível, capital e políticas públicas pôr meio de incentivos fiscais, para adquirir insumos e equipamentos, não trazendo os benefícios esperados em extensas regiões geográficas e acentuando o desequilíbrio entre agricultura e o meio ambiente (Guerra et al., 1998).

As alternativas à agricultura industrial, agora turbinada com organismos transgênicos se configuram em uma necessidade e demanda dos mais de quatro milhões de pequenos agricultores familiares no Brasil, e que são os responsáveis principais pela produção da maior parte dos alimentos e que estão a espera da implementação de políticas agrícolas e agrárias consistentes e adequadas às suas necessidades. Assim, a introdução das plantas transgênicas na agricultura brasileira é uma falsa questão, principalmente porque as plantas transgênicas desenvolvidas até o presente momento não atendem às necessidades desta pequena propriedade familiar. As evidências científicas da utilização de plantas transgênicas com características de resistências a herbicidas (por exemplo, *RR*) ou portadoras de biocidas (por exemplo, *Bt*) na produção de commodities agrícolas nas grandes propriedades revelam o aumento na frequência de plantas invasoras e insetos resistentes aos transgenes, implicando em vida curta dessas tecnologias (ex: Vidal et al., 2007); outros exemplos ver www.weedscience.org). Isto está gerando demandas de novas tecnologias (novas variedades transgênicas e/ou agrotóxicos), o que aumentará o grau de dependência dos agricultores. Desta forma, avaliação de risco deve necessariamente conter informações sobre outras alternativas, bem como um comparativo e um balanceamento entre os benefícios e riscos das diversas soluções.

Assim, é preciso que a C&T dê suporte às alternativas sustentáveis do ponto de vista agrícola e ambiental. Um exemplo de projetos a ser apoiado é o uso sustentável da agrobiodiversidade, termo empregado para definir a diversidade genética (intra-específica) e a diversidade de espécies (interespecífica) em cultivo nas propriedades agrícolas. No início desta década, pesquisadores chineses demonstraram que a heterogeneidade das culturas é uma alternativa possível à vulnerabilidade das monoculturas às doenças. Neste caso, variedades de arroz susceptíveis à doença bruzone, cultivadas em consórcio com variedades resistentes a esta doença, apresentaram 89% de acréscimo na produtividade e uma redução de 94% de severidade dessa moléstia comparativamente à monocultura (Zhu et al., 2000). O sucesso dessa técnica, que é a simples mistura de diferentes variedades, foi tão significativo que, no segundo ano, não foi necessária a aplicação de fungicidas. Os resultados mostraram que a diversificação intra-específica das culturas proporciona um ambiente adequado para o controle de doenças que pode ser efetivo em grandes áreas, podendo contribuir para a sustentabilidade da produção agrícola.

O Brasil, que detém a maior diversidade de espécies vegetais do planeta apresenta um número de espécies comestíveis e agricultáveis capazes de proporcionar diferentes dietas balanceadas para as diferentes populações, respeitando-se sua cultura e suas necessidades. Vitamina A ou caroteno, por exemplo, são encontrados em dezenas de espécies

comestíveis. Por outro lado é preocupante o fato de que a maior parte da ingestão de calorias na alimentação dos brasileiros é baseada em apenas quatro espécies: trigo, milho, arroz e batatinha, configurando uma vulnerabilidade na base alimentar. Assim, C&T deveriam apoiar maciçamente projetos nesta área.

É relevante ressaltar que uma agricultura mais integrada ao ambiente não é sinônimo de retorno a métodos arcaicos de produção. Assim, por exemplo, uma nova agricultura, mais biológica, deve recorrer às técnicas fitossanitárias avançadas, embora mais naturais, para evitar a utilização de pesticidas. Ferramentas biotecnológicas pertinentes podem e devem ser utilizadas para a caracterização e para o melhoramento genético. Uma nova pesquisa agrícola redesenhada para esta nova agricultura deve desempenhar um papel relevante na promoção de técnicas inovadoras, localmente adaptadas e, portanto, não universais, relacionadas às novas demandas ambientais, de saúde, e de segurança alimentar. Tal estratégia deveria ser considerada em todos os programas de desenvolvimento rural, baseando-se no compromisso consciente dos agricultores a favor de uma agricultura mais "verde".

Considere-se, ainda, que a circulação relativamente livre de informações e materiais genéticos no meio científico é essencial para reduzir as disparidades na capacidade de pesquisa entre os diversos países. As restrições crescentes a esta circulação devem conduzir a uma reavaliação de todo o sistema de pesquisa agrícola brasileiro. Cabe identificar as áreas nas quais o país poderia atingir um lugar de destaque na pesquisa mundial (Sachs, 1966).

Busca De Novos Modelos

A emergência de organismos transgênicos na produção agrícola mundial e dos programas de melhoramento vegetal baseados em uso limitado da variabilidade genética exacerbam o esgotamento de um modelo de exploração agrícola baseado na revolução verde.

Por isso, busca-se, hoje, técnicas e processos que ajustem uma variedade a um determinado ambiente. O Brasil, em sua extraordinária biodiversidade, têm todas as condições de criar nos trópicos uma civilização moderna baseada na gestão prudente de suas florestas, de seu solo e de suas águas. É necessário que seja superada a principal fraqueza do sistema de pesquisa brasileiro. Esta debilidade estaria na ausência de respostas claras para as seguintes perguntas: quais as prioridades de pesquisa? quais as tecnologias? e para qual padrão de desenvolvimento?

Neste contexto, por exemplo, os programas de melhoramento devem priorizar a adequação de genótipos aos ambientes de cultivo, que são diferentes em diferentes ecossistemas. Além disso, o teto de rendimento é dependente do sítio, assim entendido como o local de produção. Ou seja, uma mesma variedade tem performance diferenciada em diferentes microambientes, devido notadamente à interação genótipo-ambiente. Portanto, um programa de melhoramento não pode deixar de considerar a realização da fase de seleção em propriedades representativas das

condições ambientais típicas de uma região. Além do melhoramento, devem ser utilizadas ou desenvolvidas práticas de manejo adaptadas a contínua melhoria das condições ambientais. Considerando a grande diversidade de microambientes dentro de um mesmo ecossistema, é de se esperar que diferentes práticas de manejo dos cultivos possam ser utilizadas em diferentes sítios com o mesmo objetivo e alcance similar.

O passivo gerado pelo atual modelo agrícola industrial demanda alternativas associadas a uma nova agenda agrícola ou a uma (nova) agricultura sustentável, assim definida como o estudo e manejo das relações intra e interespecíficas nos agroecossistemas. Esta agricultura tem como pressupostos básicos a redução no emprego dos insumos químicos e enfatiza a saúde humana e ambiental. Tem um foco tanto no melhoramento para estresses bióticos e abióticos e qualidade nutricional, quanto para os sistemas de produção, enfatizando programas de melhoramento participativo. Tem como objetivo a geração de um novo sistema de produção integrada e a criação de uma agricultura melhor equilibrada com o ambiente e com o restante da biodiversidade. Este novo sistema agrícola não busca maximizar a produção a qualquer preço e sim ajustar esta capacidade produtiva dentro das particularidades ambientais de uma localidade e culturais daquela comunidade. Busca diversificar a agricultura e a regionalização da produção com base na agrobiodiversidade regional e procura ser um contraponto da grande agricultura produtora de *commodities*.

Esta nova agricultura deve incluir no seu custo o chamado passivo ambiental equivalente aos custos de biorremediação decorrentes das externalidades negativas previamente citadas e, se necessário, incluir em sua agenda a análise de mecanismos compensatórios. Ao invés da maximização, busca a otimização da produção. Apresenta como desafio fundamental reverter os argumentos de que uma agricultura produtora de alimentos de alta qualidade biológica é cara, ineficiente e pouco produtiva. A nova agricultura mundial e, em especial a pequena agricultura familiar, deverá incluir em sua pertinência o conceito de multifuncionalidade. A propriedade rural multifuncional presta vários serviços, entre os quais a produção de alimentos, a geração de emprego, a diminuição do êxodo rural e a preservação da cultura, do ambiente e da biodiversidade.

Sob este prisma o meio ambiente passa a ser visto como uma dimensão essencial do desenvolvimento agrícola e das atividades rotineiras dos agricultores. Pôr constituírem o elo fundamental da cadeia produtiva, estes agricultores passam a ser investidos de uma responsabilidade que deve ser valorizada por toda a sociedade, a boa gestão dos recursos naturais. É preciso entender que agricultura é mais do que simplesmente plantar, colher e vender. É um sistema complexo no qual valores como a diversidade cultural e a tradição têm papel relevante. Além disso, agricultura relaciona-se com vizinhança. Assim, o que é praticado numa propriedade repercute nas propriedades adjacentes. A incorporação de uma dimensão ambiental na atividade agrícola implica, portanto, duas atitudes. Em primeiro lugar, a introdução de medidas destinadas a melhorar a compatibilidade da produção agrícola com o ambiente. Em segundo lugar, a adoção de

medidas que garantam o papel dos agricultores na manutenção da biodiversidade e da riqueza do ambiente natural. Esta estratégia também envolve medidas compensatórias aos agricultores em relação a todos os serviços de caráter ambiental.

Considerações Finais

A atividade agrícola, fortemente centrada em insumos químicos (fertilizantes, agrotóxicos e reguladores de crescimento) e normatizada por mecanismos creditícios e de proteção intelectual resultou em uma série de externalidades cujas conseqüências são difíceis de avaliar com precisão. Seus custos de remediação podem ser iguais ou maiores do que os lucros auferidos. Esta agricultura se mostra insustentável em suas mais variadas dimensões. Assim, buscam-se alternativas mais fundamentadas e intensivas em conhecimentos do que na quantidade de insumos, conforme preconizado pela Agenda 21. A sustentabilidade depende de uma nova agricultura multifuncional e biológica. Neste contexto, tanto as biotecnologias, devido ao grande potencial, como a diversidade de espécies existentes no país, podem contribuir. Em suma, o desafio atual é produzir alimentos de alta qualidade com a menor contaminação ambiental possível e com o menor aporte possível de insumos externos.

A Cúpula Mundial Sobre Desenvolvimento Sustentável, chamada também de Rio + 10, conferência mundial promovida pela ONU para discutir os desafios ambientais do planeta, realizada em Joanesburgo no ano de 2002, também admitiu que uma mudança no sistema de produção é indispensável ao alcance sustentabilidade. Somente com uma agricultura sustentável é que poderemos legar às gerações futuras o acesso ao patrimônio ambiental e genético que desfrutamos atualmente. Para sua implementação, a sustentabilidade coloca desafios em três níveis: de produtividade, econômico e social e ecológico. Além disto, a produção agrícola sustentável deve atender igualmente aos interesses e inquietações dos consumidores, principalmente no que tange à qualidade e segurança dos produtos agrícolas e aos seus métodos de produção.

É relevante ressaltar que uma agricultura mais integrada ao ambiente não é sinônimo de retorno a métodos arcaicos de produção. Assim, por exemplo, uma nova agricultura, mais biológica, deve recorrer às técnicas fitossanitárias avançadas, embora mais naturais, para evitar a utilização de pesticidas. A nova pesquisa agrícola realizada nas instituições públicas tem um papel-chave a desempenhar na promoção de técnicas inovadoras, localmente adaptadas e, portanto, não universais, relacionadas às novas demandas ambientais, de saúde, e de segurança alimentar. Tal estratégia deveria ser considerada em todos os programas de desenvolvimento rural, baseando-se no compromisso consciente dos agricultores a favor de uma agricultura mais "verde".

Referências

- Benachour, N.; Séralini, G.-E. Glyphosate Formulations Induce Apoptosis and Necrosis in Human Umbilical, Embryonic, and Placental Cells. *Chemical Research Toxicology*, DOI: 10.1021/tx800218n. 2008.
- Berlan, L.P.; Lewontin R.C. Menace of the Genetic-industrial complex. *Le Monde Diplomatique*, Janeiro de 1999, pp. 8-9.
- Crutzen, P.J., Mosier, A.R.; Smith, K.A.; Winiwarter, W. N₂O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 7, 11191–11205. 2007.
- Dallegrave E.; Mantese, F.D.; Coelho, R.S.; Pereira, J.D.; Dalsenter, P.R.; Langeloh, A. The teratogenic potential of the herbicide glyphosate Roundup in Wistar rats. *Toxicology letters* 142: 45-52. 2003.
- Emberlin, J. The dispersal of maize pollen *Zea mays* – A report based on evidence available from publications and internet sites. National Pollen Research Unit, University College, Worcester WR2 6 AJ, United Kingdom. 1999.
- Fontes, E.G.; Santos, I.K.S.M.; Gama, M.I.C. A biossegurança de plantas cultivadas transgênicas. In: Teixeira, P.; Valle, S. (Orgs.). Biossegurança.- Uma abordagem multidisciplinar. Rio de Janeiro, Fiocruz, p.313-327. 1996.
- Garcia, M. A. E Altieri, M.A. Transgenic Crops: Implications for Biodiversity and Sustainable Agriculture. *Bulletin of Science, Technology & Society*, Vol. 25, No. 4, 335-353. 2005.
- Guerra, M.P.; Nodari, R.O.; Reis, M.S.; Schmidt, W. Agriculture, biodiversity, and appropriate biotechnologies in Brazil. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 50, n. 6, p. 406-416, 1998.
- Jarvis, D.I., L. Myer, H. Klemick, L. Guarino, M. Smale, A.H.D. Brown, M. Sadiki, B. Sthapit and T. Hodgkin. A Training Guide for *In Situ* Conservation On-farm. Version 1. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 2000.
- Joly, P.-B. Plant genetic resources and their management: example of the IARCs. In: Arnaud, D. et al. Biodiversity: the coveted fruit. Paris, FPH/Solagral. p. 45-53. 1994.
- Malatesta, M., Caporaloni, C., Gavaudan, S., Rocchi, M.B.L., Tiberi, C., Gazzanelli, G. Ultrastructural morphometrical and immunocytochemical analysis of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soy bean. *Cell Structure and Function*, 27: 173-180. 2002.
- Nodari, R.O.; Guerra, M.P. Avaliação de riscos ambientais de plantas transgênicas. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, 18(1)-81-116. 2001.
- Peterson, G.; Cunningham, S.; Deutsch, L.; Erickson, J.; Quinlan, A.; Raez-Luna, E.; Tinch, R.; Troel, M.; Woodbury, P.; Zens, S. The risks and benefits of genetically modified crops: a multidisciplinary perspective. *Conservation Ecology*, v.4, n.1, p.13 [on-line] URL: <http://www.consecol.org/vol4/iss1/art13>. 2000.
- Relyea, R.A. The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecological Applications*, 15(2):618–627. 2005.
- Richard, S., Moslemi, S., Sipahutar, H., Benachour, N., Seralini, G.-E. Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells. *Environ. Health Perspect.* 113: 716-720. 2005.
- Sachs, I. O Brasil e os riscos da modernidade. *Ciência Hoje*, 119:12-14. 1996.
- Sachs, I. Rumo à segunda revolução verde? In: Vieira, P.F. & Guerra, M.P. (eds.) *Biodiversidade, Biotecnologias & Desenvolvimento*. Florianópolis, UFSC. p.21-25. 1995.
- Solomon, K.R., Thompson, D.G. Ecological risk assessment for aquatic organisms from over-water uses of glyphosate. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* 6(3):289-324. 2003.
- Tiedje, J.M.; Colwell, R.K.; Grossman, Y. L.; Hodson, R.E.; Lenski, R.E.; Mack, R.N.; Regal, P.J. The planned introduction of genetically engineered organisms – Ecological considerations and recommendations. *Ecology*, v.70, n.2, p.298-315. 1989.
- Traavik, T., Heinemann, J. Genetic Engineering and Omitted Health Research: Still No Answers to Ageing Questions. Third World Network, 36p. (ISBN: 978-983-2729-76-1). 2007.
- Vidal, R.A., Trezzi, M.M., Prado, R., Ruiz-Santaella, J.P.Vila-Aiub, M. Glyphosate resistant biotypes of wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla* L.) and its risk analysis on glyphosate-tolerant soybeans. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 5(2):265-269. 2007.
- Windels P., Taverniers, I., Depicker, A., Van Bockstaele, E., De Loose, M. Characterisation of the Roundup Ready soybean insert. *Eur Food Res Technol*, 213: 107-112. 2001.
- Wolfenbarger, L.L.; Phifer, P.R. The ecological risks and benefits of genetically engineered plants. *Science*, v.290, p.2088-2093. 2000.

Zhu, Y.; Chen, H.; Fan, J.; Wang, Y. Li, Y.; Chen, J.; Fan, J.X.; Yang, S.; Hu, L.; Leung, H.; Mew, T.W.; Teng, P.S.; Wang, Z.; Mundt, C.C. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature*, v.406, p.718-722, 2000.