

## SEGURANÇA BIOLÓGICA PARA O AGRONEGÓCIO

Candeira Valois A.C.<sup>1</sup>; Vilarinho de Oliveira, M.R.<sup>2</sup>

### RESUMO

Nos dias atuais a segurança biológica do agronegócio é um dos principais desafios da humanidade, visando a disponibilidade de alimentos para o benefício da população. Para isso é de mais alta importância o estabelecimento de um consistente sistema de segurança biológica levando em conta todos os aspectos capazes de contribuir para assegurar a continuidade da disponibilidade de alimentos saudáveis em quantidade e qualidade. O enfoque sistêmico desse processo deve ainda considerar o bom comportamento da globalização da economia dentro de uma integração racional para o benefício dos países.

**PALAVRAS-CHAVE:** agronegócio, segurança biológica, pragas, doenças, rastreabilidade.

### SUMMARY

## BIOSECURITY FOR THE AGRIBUSINESS

In nowadays the biosecurity is one of the most important challenge for the humanity, looking for the insurance of foods to the people. For that is very important the establishment of one consistent biosecurity system taking in account the food supply in quantity and quality. The globalisation of the economy is other important issue to be considered in agribusiness biosecurity as an effort to integrate countries for the benefit of mankind.

**KEY WORDS:** agribusiness, biosecurity, pests, diseases, traceability .

## INTRODUÇÃO

Dentro de uma visão holística sobre segurança biológica para o agronegócio deve-se considerar os temas de espécies invasoras exóticas, sanidade vegetal e animal, bioterrorismo, agroterrorismo, quantidade dos alimentos e nutrição, qualidade dos alimentos e manejo de riscos ambientais.

Levando em conta uma melhor compreensão didática das definições de segurança biológica e biossegurança, verifica-se que enquanto a primeira exige a adequação de uma precaução proibitiva para prevenir a ocorrência de eventos, a segunda enfoca uma ação diante de eventos já formados, que não deixa de ser uma precaução, só que permissiva, para os devidos aprimoramentos, em atenção ao processo do gerenciamento do risco.

Considerando a possibilidade da colocação em prática da busca de uma utopia plausível, dentro dessa premissa da segurança biológica são discutidos os seguintes as-

pectos: a) praga zero, pelo controle de pragas exóticas e autóctones capazes de afetar a agricultura, pecuária e florestas; b) desperdício zero nas práticas de colheita e pós-colheita para assegurar a disponibilidade de alimentos em quantidade; c) segurança alimentar e nutricional, para também assegurar a qualidade dos alimentos (livre dos perigos biológicos, químicos e físicos) e saúde humana e animal; d) manejo dos riscos ambientais capazes de restringir os efeitos benéficos da segurança biológica.

Um ponto que deve ser enfatizado até como um comentário inovador é o uso da biodiversidade na via direta para o benefício da saúde humana. A segurança biológica entra nesse contexto sob a ótica de ser assegurada a sanidade dos genótipos que ocorrem na natureza ou mesmo cultivados, para dar margem ao uso para o benefício da saúde humana e animal. Um exemplo elucidativo é o emprego da fava d'anta (*Dimorphandra Gardneriana*) para a produção de rutina, princípio ativo existente na casca das vagens produzidas por essa planta, substância essa

<sup>1</sup> Embrapa Sede. Parque Estação Biológica-PqEB. Final W3 Norte-Final. Cx. Postal: 040315. CEP: 70770-900. Brasília-DF-Brasil. E-mail: valois@sede.embrapa.br

<sup>2</sup> Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Parque Estação Biológica-PqEB. Final W5 Norte-Final. Cx. Postal: 02372. CEP: 70770-900. Brasília-DF-Brasil. E-mail: vilarin@cenargen.embrapa.br

utilizada para fortalecer os vasos capilares e, dessa forma, prevenir a ocorrência das varizes e hemorróidas, além de ser antioxidante. Na natureza a planta pode ser atacada por vários condicionantes biológicos, com destaque para os fitoplasmas, transmitidos por cigarrinhas, capazes de levar os genótipos ao perecimento.

O destaque aos riscos ambientais, na maioria das vezes intangíveis, como é o caso da ocorrência de secas prolongadas não antes previstas, capazes de causar sérios danos à agricultura, é quanto à possibilidade da prevenção pelo uso de genótipos tolerantes a estresses causados por deficiências hídricas no meio ambiente, principalmente considerando a riqueza de genes tropicais que compõem genótipos tolerantes à seca, em especial que ocorrem naturalmente em regiões semi-áridas do nordeste brasileiro. Caso haja dificuldade para a geração de novos genótipos com o uso dos métodos convencionais de melhoramento genético, então a alternativa mais viável é a aplicação da técnica do DNA recombinante para a geração de organismos geneticamente modificados (OGM), levando em conta a legislação brasileira.

Quanto à prevenção da entrada no País de espécies invasoras exóticas (EIE) que possam causar sérios danos à agricultura, pecuária e florestas, principalmente dois pontos devem ser considerados, isto é, retardar ao máximo a entrada do patógeno e se preparar proativamente com consistentes programas de melhoramento genético para o controle, no caso de a praga vir a se estabelecer no País. Um bom exemplo de retardamento é quanto ao caso do mal-das-folhas da seringueira, séria doença causada pelo fungo *Microcyclus ulei*, atualmente bastante monitorada para não penetrar na Ásia e África, onde os seringais são formados por clones altamente suscetíveis ao citado patógeno.

Para o caso do melhoramento genético prévio, um bom exemplo foi o que ocorreu com a ferrugem do café, pois quando a doença penetrou no Brasil, o Instituto Agrônomo de São Paulo (IAC) já possuía variedades resistentes, melhoradas previamente. Outro bom exemplo bastante atual é quanto a sigatoka negra da bananeira, pois antes de a doença entrar no Brasil a Embrapa introduziu germoplasma como fontes de resistência, desenvolveu variedades e pelo menos seis variedades hoje estão à disposição dos bananicultores nacionais. Dentro de uma visão didática para o estabelecimento de planos de controle, as EIE podem ser classificadas de três maneiras: a) aquelas que já estão no Brasil há mais tempo, como o bicudo do algodoeiro e a mosca branca; b) aquelas que entraram mais recentemente, como a mosca da carambola e a ferrugem da soja; c) aquelas que podem entrar no País se não houver os cuidados necessários, como a monília do cacaueteiro, o

ácara do arroz e o besouro asiático, séria praga de espécies florestais.

## ENFOQUE SISTÊMICO

No contexto do enfoque sistêmico com o qual a segurança biológica deve ser encarada com a devida rastreabilidade, os seguintes aspectos devem ser levados em consideração: a) segurança do consumidor; b) segurança da biodiversidade e da agrobiodiversidade; c) segurança da agricultura, pecuária e floresta; d) segurança da sanidade vegetal e animal; e) segurança alimentar e nutricional; f) segurança dos alimentos e da saúde humana pelo controle de perigos biológicos, químicos e físicos; g) segurança do produtor rural; h) segurança sócio-econômica; i) segurança do manejo dos riscos ambientais levando em conta a mitigação dos efeitos climáticos e edáficos, além de contaminações causadas por agrotóxicos (agroquímicos mal aplicados) e outros agentes.

Todos os enfoques até então comentados levam em consideração a definição de segurança biológica no entendimento mais simples e perfeitamente compreensível, que é o manejo de todos os riscos bióticos e abióticos associados à agricultura, pecuária e florestas, dentre outros, principalmente para o benefício da segurança alimentar e nutricional. Sabe-se que não existe risco zero, mas os riscos podem ser avaliados, gerenciados e comunicados. Para esses casos da produção primária o risco significa a probabilidade da ocorrência do perigo, que por sua vez se traduz no potencial da ocorrência de danos, cuja severidade é medida pelo dimensionamento da gravidade do perigo quanto às conseqüências resultantes de sua ocorrência, podendo ser alta, média ou baixa.

No manejo dos riscos no setor primário, nos últimos anos têm sido veiculadas notícias alertando sobre a ocorrência de perigos e doenças, como substâncias químicas, agrotóxicos, bactérias patogênicas, botulismo, difilobotríase, mal-da-vaca louca, mal-da-cabra louca e outros, todos ligados aos alimentos de origem animal e vegetal. No Brasil, em importantes produtos de consumo interno e de exportação como castanha-do-brasil, pimenta-do-reino, café, amendoim, milho, melão e outros, têm sido identificadas sérias limitações ao consumo ligadas à presença de micotoxinas, salmonelioses e coliformes fecais, que estão prejudicando o agronegócio de exportação e o próprio consumo interno livre de condicionantes bióticos à saúde. Isso em decorrência da falta da aplicação constante de boas práticas agrícolas e boas práticas de fabricação, culminando com a ocorrência recente do mal-de-chagas que teve como origem o caldo de cana-de-açúcar produzido sem o menor requinte de segurança dos alimentos.

## ALIMENTOS SEGUROS

No processo da elevação da qualidade dos alimentos com segurança biológica, é primordial a colocação em prática de um consistente programa de educação e treinamento de recursos humanos, com destaque à mudança de hábito, atitude, cultura e postura de todos os atores envolvidos na cadeia produtiva, considerando as fases de pré-colheita, colheita e pós-colheita, levando em conta a prática da rastreabilidade, com sustentabilidade e enfoque sistêmico.

Nesse sentido, um tema muito importante é quanto à exigência dos consumidores no que se refere à melhor qualidade dos produtos alimentícios. Isto é, estão preferindo alimentos seguros, ou seja, aqueles que foram objeto de controle de perigos significativos ao longo de toda a cadeia produtiva, por aplicações de intervenções plausíveis, como medidas sanitárias.

Têm sido detectados efeitos residuais (principalmente agrotóxicos) e contaminantes (principalmente micotoxinas-toxinas produzidas por fungos) em alguns dos principais produtos alimentícios, com destaque para esses últimos quanto à ocorrência de aflatoxinas em castanha-do-brasil e amendoim, ocratoxinas em café, fumonisina em milho, além de salmonela em pimenta-do-reino e coliformes fecais em hortaliças e leite, que dificultam o consumo interno e a exportação para outros países.

Assim, além das boas práticas agrícolas, agropecuárias e de fabricação para o controle dos perigos físicos, químicos e biológicos de pré-colheita, colheita e pós-colheita é muito importante a aplicação do sistema APPCC (análise de perigos e pontos críticos de controle), levando em conta os seus sete princípios, ou seja, análise de perigos, identificação dos pontos críticos de controle, estabelecimento de limites críticos, procedimentos de monitoramento, aplicação de medidas corretivas, procedimentos de verificação e registros, o que corresponde ao grande diferencial para a obtenção de alimentos seguros.

Na dimensão da Convenção da Diversidade Biológica (CDB) e nos propósitos da FAO para alimentação e agricultura, a amplitude do conceito da segurança biológica deve abranger a conservação e uso sustentável de componentes da biodiversidade, com justa partição de benefícios, com ênfase nos recursos genéticos, para fortalecer a segurança alimentar e nutricional das populações através de cadeias agroalimentares, para assegurar os direitos humanos por uma alimentação adequada e saudável.

A agrobiodiversidade e as cadeias agroalimentares são fundamentais para a sustentabilidade alimentar e do

agronegócio, na visão econômica, social, ambiental e cultural da segurança biológica. Considerando que a agrobiodiversidade engloba a identificação de componentes da diversidade biológica que possam ter uso apropriado nas cadeias agroalimentares para o benefício das populações, essa utilização na agricultura pode ser considerada como fator vital para a junção da biodiversidade com a segurança alimentar e nutricional, qualidade dos alimentos e saúde humana. Nesse processo de uso sustentável da agrobiodiversidade, os recursos genéticos devem ser considerados no âmbito do desenvolvimento territorial, regional ou local, dentro de um enfoque sistêmico, para fortalecer a agregação de valores apropriada.

Para a obtenção de uma alimentação saudável a partir da agrobiodiversidade e das cadeias agroalimentares destacam-se os alimentos funcionais, assim denominados por conterem substâncias capazes de promover efeitos benéficos à saúde, associados à prevenção de doenças como cardiovascular, câncer, diabetes e osteoporose. Dentre os grupos de alimentos que se enquadram nessa categoria encontram-se as frutas por conterem substâncias muito importantes para a saúde, tais como antocianinas no açaí, taninos no caju, carotenóides na manga, ácido ascórbico (precursor de vitamina C) no camu-camu e outros. Afora essas vantagens comparativas considera-se ainda a ocorrência de isoflavonas (antioxidantes) na soja, betacaroteno (precursor de vitamina A - previne contra cegueira) no arroz dourado, além dos edulcorantes esteviosídeo e rebaudiosídeo, que são substâncias extremamente doces encontradas na estévia, não absorvidas pelo corpo humano, não causando obesidade e muito úteis para as pessoas diabéticas. Para tudo isso é fundamental a aplicação dos princípios da segurança biológica para o pleno sucesso do agronegócio empresarial e familiar.

## BIOGLOBALIZAÇÃO

O aumento no consumo tornou as vidas das pessoas em qualquer lugar do planeta mais confortáveis pelo acesso que tiveram à diversidade biológica mundial. A expansão do mercado global está proporcionando oportunidades adicionais para o enriquecimento desta sociedade. Contudo, os deslocamentos destas espécies pelos seres humanos têm, em muitos casos provocado impactos negativos nos ecossistemas locais e sobre as espécies que compõem esses ambientes. Economias locais e nacionais também estão sendo afetadas. Um novo desafio será o de identificar quando as espécies não-indígenas ou exóticas ocasionam mudanças que são prejudiciais aos ecossistemas, biodiversidade, saúde, economia ou outros aspectos do bem-estar humano.

A expansão e o impacto das espécies invasoras exóticas (EIE), tanto nas economias e ambientes globais, evidenciam que as ações dos órgãos intergovernamentais têm sido insuficientes para prevenir ou combater os organismos invasores efetivamente. A expansão do comércio internacional está facilitando a dispersão desses organismos, cada vez mais rápido, ao redor do mundo, aumentando a ameaça que essas espécies representam para ecossistemas nativos e potencialmente ameaçando os esforços governamentais de prevenir invasões não-desejadas. Em resposta a estas preocupações, a comunidade científica de vários países estabeleceu, em 1997, o Programa Global para Espécies Invasoras (GISP) (Oliveira *et al.*, 2001). O GISP foi desenvolvido em 1996 e estabelecido em 1997 para lidar com o problema das espécies invasoras e dar suporte à implantação do Artigo 8(h) da Convenção da Diversidade Biológica. Ele é operado por um consórcio entre o Comitê Científico em Problemas Ambientais (SCOPE), CAB Internacional (CABI), União Mundial de Conservação (IUCN), em parceria com o Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP). Ele é também componente do programa internacional em ciência ambiental chamado DIVERSITAS (McNeely *et al.*, 2001).

Espécies invasoras exóticas ocorrem em todos os principais grupos taxonômicos. Elas incluem vírus, fungos, algas, líquens, samambaias, vegetais fanerógamos, invertebrados, peixes, anfíbios, répteis, pássaros e mamíferos. Dentro de cada taxa, inúmeras espécies, incluindo provavelmente 10% das plantas vasculares mundiais, têm o potencial de invadir outros ecossistemas e afetar a biota nativa direta ou indiretamente (Rejmánek & Richardson, 2003).

Essas espécies podem transformar a estrutura e a composição das espécies dos ecossistemas ao reprimir ou excluir espécies nativas, competindo diretamente por recursos ou indiretamente, mudando o modo de circulação dos nutrientes dentro do sistema ameaçado. As EIE podem afetar um sistema inteiro; por exemplo, quando um inseto invasor se estabelece em uma comunidade de espécies nativas de insetos, sua ação pode repercutir afetando pássaros que se alimentam dos insetos e sobre as plantas que necessitam dos insetos para polinização ou dispersão de sementes (Oliveira *et al.*, 2001).

No final da década de 90, as palavras “globalização da economia mundial” dominaram os mais diferentes setores da sociedade. Contudo, durante esse período observou-se que os fatores econômicos *per se* não seriam capazes de proteger esse mercado. Essa proteção teria que ser extensiva à biodiversidade animal e vegetal, bem como ao homem, de pragas, resíduos, toxinas e de outros contaminantes que podem estar associados a plantas e alimentos industrializados.

Problemas de proporções mundiais como o mal-da-vaca louca, a gripe asiática do frango, a febre aftosa, o besouro asiático, a doença do carvalho, a dispersão do cancro cítrico e da mosca-branca, entre outros exemplos, favoreceram a intervenção dos órgãos internacionais de cooperação das áreas animal, vegetal e saúde pública, como a Organização Mundial de Saúde Animal, o *Codex Alimentarius*, a Organização Mundial de Saúde e a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), os quais frente a esses grandes desafios reafirmaram suas posições. A proteção e a defesa de um país estão, no momento, além de suas fronteiras e os termos “perigo e risco” passaram a direcionar procedimentos, normas e diretrizes do comércio internacional, incluindo as trocas de materiais genéticos, criando dessa forma a avaliação de risco para todos os organismos que se movem de uma região para outra.

O Brasil por ser signatário da OMC e país membro da Convenção Internacional para Proteção dos Vegetais (CIPV/FAO) deve seguir as diretrizes internacionais de comércio estabelecidas entre os países. Desta forma, a importação comercial de vegetais ou de partes de seus produtos, passíveis de abrigar pragas, é realizada através da ARP (Brasil, 1995). Dependendo do resultado dessa ARP são necessárias declarações adicionais no Certificado Fitossanitário (CF), ou mesmo de procedimento de pré-inspeção, quando técnicos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e de outras instituições vão até a origem do produto e executam, ou supervisionam as ações de mitigação do risco. Quando o risco é mínimo, é necessário apenas o CF expedido pela Organização Nacional de Proteção Fitossanitária (ONPF) do país exportador. Este fato se dá, sobretudo, no caso de produto semiprocessado. No Brasil, as exigências que devem constar nas declarações adicionais, estão estabelecidas em normas do Titular do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) ou da Secretaria de Defesa Agropecuária (DAS). Alguns produtos como maçã, citros, trigo, arroz, batata, pimentão, entre outros, do ponto de vista das exigências fitossanitárias intra-regional e extra-região, já foram harmonizados pelo Mercado dos Países do Cone Sul (MERCOSUL). Contudo, os produtos ainda não harmonizados e que não têm legislação específica devem ser submetidos a Análise de Risco de Pragas (ARP), segundo prescreve a Instrução Normativa, MAPA nº 34, de 28 de março de 2002 (Oliveira & Paula, 2002).

## ANÁLISE DE RISCO DE PRAGAS

A análise de risco define os riscos que uma praga exótica pode causar em uma determinada área. Este risco pode

ser determinado tanto qualitativa como quantitativamente, como a probabilidade (chance) que uma praga tem (inseto, ácaro, patógeno ou uma planta invasora) de se dispersar ou de ser disseminada, com o auxílio do homem ou por meio de fenômenos naturais, de uma área onde o organismo se encontra para uma outra área onde ele não ocorre e que pode, dependendo das condições ambientais e climáticas, se estabelecer (FAO, 1995).

Desta forma, na realização da ARP, deve-se estar atento para o fato de que esse trabalho deve avaliar o impacto de determinada praga exótica em uma área específica. Esse impacto aborda vários aspectos, dentre eles o econômico, o social e o ambiental. Para que a previsão do risco possa ser avaliada de forma coerente e pragmática, a análise deve ser realizada dentro de critérios técnico-científicos rigorosos, ser abrangente, clara e passível de ser examinada por qualquer organização de proteção de plantas. Ela deve, entre outros fatores, identificar a ameaça, determinar a probabilidade e conseqüências dos eventos adversos, descrever as incertezas e acima de tudo, evitar ao máximo colocar em risco os ecossistemas agrícolas de um país, formulando recomendações práticas, lógicas e coerentes de serem executadas (FAO, 2002).

De acordo com Kahan (1989) e adaptado para as condições brasileiras, alguns pontos devem ser levantados antes da solicitação da importação da commodity, sendo que os mesmos também podem ser averiguados pelo importador da commodity, por órgãos governamentais e não-governamentais. Estes pontos são:

- 1) Para estabelecer o impacto e a expressão quarentenária de um organismo e o risco que ele representa para uma determinada área, região ou país, as seguintes questões devem ser inicialmente elaboradas:
  - a) São organismos relatados em plantas no país exportador como sendo praga ou patógeno ou potencialmente nocivos?
  - b) Estes organismos são também encontrados no Brasil? Se estão presentes qual a distribuição geográfica?
  - c) Subespécies ou raças destes organismos já foram relatadas?
  - d) Estes mesmos hospedeiros são cultivados no Brasil?
- 2) Para determinar este risco associado ao artigo ou material vegetal a ser importado, dados ou fatores biológicos devem ser considerados, levando-se em conta a probabilidade de a praga estar junto ao material vegetal:
  - a) São pragas conhecidas por atacar quais partes da planta (frutos, sementes, caules, tubérculos, raízes etc.) a ser importada?

- b) Essas pragas já foram interceptadas nestas partes da planta?
  - c) Pragas semelhantes já foram interceptadas nessas partes da planta?
  - d) O artigo a ser exportado será tratado de forma a eliminar a praga antes da exportação?
- 3) Para determinar a probabilidade de estabelecimento:
    - a) Plantas hospedeiras de várias pragas exóticas podem ser encontradas facilmente próximas do ponto de entrada do país importador (estradas e/ou local de armazenagem)?
    - b) Qual é grau de suscetibilidade da planta hospedeira (partes da planta importada) em relação à praga?
    - c) Existe algum relato sobre as diferenças quanto à suscetibilidade das cultivares da espécie da planta?
    - d) Que período do ano a commodity, artigo ou material vegetal será importado?
    - e) Qual a durabilidade (tempo de vida) da commodity, artigo ou material vegetal importado?
    - f) O comportamento biológico (ciclo de vida) da praga em questão indica a possibilidade de se estabelecer no Brasil?
  - 4) Para determinar a probabilidade da praga escapar à detecção durante a importação em um ponto de entrada no país importador:
    - a) A praga é difícil de ser observada por causa de seu tamanho?
    - b) São relatados organismos simbióticos ou patogênicos associados à praga?
    - c) A commodity, artigo ou material vegetal importada é fácil de ser inspecionada?

A partir destes questionamentos prévios e de análise preliminar feitos utilizando-se de uma rápida consulta bibliográfica, pode-se saber o risco que uma praga pode representar a uma área, região ou país, quando da chegada da commodity ao local de destino.

## SEGURANÇA BIOLÓGICA DOS RECURSOS GENÉTICOS

O termo “segurança biológica” (biosecurity) foi adotado pela FAO na busca por instrumentos e atividades que possam conscientizar os diferentes segmentos da sociedade sobre esse problema e significa, “o manejo de todos os riscos biológicos e ambientais associados à alimentação e agropecuária, incluindo os setores de pesca e floresta”. Os riscos incluem desde a avaliação dos organismos vivos modificados (OVM), as espécies invasoras e a introdução de pragas de vegetais e animais até a erosão

da biodiversidade com perda de recursos biológicos e genéticos, a dispersão de doenças como o mal-da-vaca louca, plantas infestantes, armas biológicas de guerra, e assim por diante. Essa terminologia estabelecida pela FAO vai muito além da elaboração de políticas públicas para a sanidade animal e vegetal e para os organismos geneticamente modificados (biossegurança), pois envolve também o desenvolvimento de métodos científicos, considerações éticas, confiabilidade e vigilância para a proteção da sociedade.

O Brasil, apesar de ser o maior detentor da diversidade biológica do mundo é dependente de germoplasma para os programas de melhoramento genético vegetal. Desta forma, pode-se afirmar que nenhum país é auto-suficiente em termos de recursos genéticos vegetais, ou seja, todos os povos são dependentes em maior ou menor grau de germoplasma exótico (Nass *et al.*, 2001). Germoplasma exótico significa genes oriundos de plantas não-nativas havendo a necessidade de introdução dos mesmos para a ampliação da base genética e criação de oportunidades para o aparecimento de novas raças (Brieger *et al.*; 1958 citado em Nass *et al.*, 2001).

Nos dias atuais, cerca de 300 espécies de plantas são utilizadas e destas apenas 15 representam 90% de toda a alimentação humana (Paterniani, 1988). Com base nessas estimativas é de se esperar que a vulnerabilidade genética seja uma preocupação constante por parte dos pesquisadores. O esforço no estabelecimento de bancos de germoplasma não tem feito com que a agricultura mundial fique menos vulnerável a pragas. A existência dessa vulnerabilidade deve-se especialmente à utilização de genótipos uniformes em extensas áreas de cultivo, sendo vários os exemplos na literatura de problemas advindos dessa uniformidade genética (Nass *et al.*, 2001).

Em meados do século XIX, na Irlanda, houve uma catástrofe envolvendo a utilização de clones de batata, os quais eram, quase na sua totalidade, suscetíveis ao fungo *Phytophthora infestans*. Esse fungo foi acidentalmente introduzido na Europa a partir do México, possivelmente via Estados Unidos da América (Robinson, 1996; citado em Nass *et al.*, 2001). Além dos prejuízos causados aos agricultores da época, o maior agravante foi à perda de vidas humanas pela fome com estimativas de um milhão de pessoas. Outras (cerca de um milhão e meio) deixaram a Irlanda principalmente com destino à América do Norte (Nass *et al.*, 2001).

No processo de intercâmbio de germoplasma ou mesmo através da introdução intencional ou acidental de genótipos cuidados especiais devem merecer as espécies exóticas quanto à interação negativa que podem alcançar com o meio ambiente na condição de se tornarem

predadoras, parasitas ou competitivas com as espécies nativas da comunidade ou da região, degradando assim o ambiente e a biodiversidade.

Na avaliação de risco, perigos e danos, devem ser efetuados estudos prévios quanto ao germoplasma exótico a ser introduzido em uma região, que geralmente pode ser efetuada por meio de levantamentos bibliográficos sobre o comportamento dos genótipos em seu centro de origem ou de diversidade genética, ou mesmo em outros países ou regiões onde as introduções foram efetuadas previamente.

Um outro passo da precaução é a predição da probabilidade ou não de uma certa espécie exótica poder se constituir em invasora depressiva no futuro. Nesses e nos demais casos, geralmente, é buscada a utopia do alcance de “risco zero”. A obtenção de “risco zero” em um evento é bastante dispendiosa e quase impossível à implementação de medidas e ações. Por isso, tem sido mais aceito o conceito de risco avaliado, manejo e comunicação do risco (Poli & Zucchi, 2002).

De acordo com Castro & Melo (2002), na avaliação da ocorrência de danos as seguintes fases são levadas em consideração: a) identificação do risco- caracterização do agente e a sua dispersão ambiental; b) análise dose-resposta- relação entre a dose/quantidade do agente e resposta biológica a partir de testes toxicológicos e epidemiológicos; c) avaliação da exposição- análise da magnitude e da duração da exposição ao agente das diferentes rotas de ingresso do organismo; d) caracterização do risco e seu gerenciamento- que é a combinação da duração da exposição em relação à dose resposta para cada efeito estudado.

A contribuição da atividade humana para a ocorrência de invasão de espécies de plantas, animais e microrganismos exóticos é sabidamente conhecida, principalmente pelo movimento de pessoas e mercadorias. Desde os primórdios da agricultura esses organismos têm sido intencionalmente transportados de uma para outra região do mundo, fazendo com que nos anos recentes tenha sido muito grande o volume das espécies introduzidas nos diversos locais do Planeta.

Um ponto ainda carente de informações mais abrangentes e concretas é quanto ao efeito econômico que uma espécie invasora exótica causa à agricultura, à biodiversidade, ao meio ambiente e a sociedade, quando existe uma competição entre a invasora e as espécies endêmicas no ecossistema. Esse efeito pode ser econômico-ambiental negativo quando o invasor se torna daninho e estabelecido na área. Nesse caso, o grande interesse nos estudos é quanto à determinação do impacto negativo que resulta da competição entre a espécie invasora e as

estabelecidas economicamente viáveis (Knowler & Barbier, 2000). Embora todos os invasores potenciais pareçam ter pequena probabilidade de se tornarem danosos, os impactos econômicos desses danos podem ser grandes e poderão causar efeitos negativos em uma ou mais espécies locais e no meio ambiente.

Dentro do contexto de migração de uma espécie de planta, animal ou microrganismo de uma região para outra, um recente exemplo, no Brasil, foi à introdução accidental no sul da Bahia, do fungo *Crinipellis pernicioso*, causador da doença denominada de vassoura-de-bruxa em cacauzeiro. Com a presença desse terrível patógeno originário da Amazônia naquela região, a produção de cacau foi reduzida drasticamente com negativo impacto social, econômico e ambiental.

Nesse e em outros casos, a variabilidade genética do germoplasma disponível exerce a maior importância para a busca da resistência a doenças, elevando sobremaneira a sua aplicabilidade. Para o caso específico do cacau, foram selecionados clones resistentes, com alta produção e produtividade, levando um novo alento para o desenvolvimento da cacauicultura regional.

Um exemplo de espécie exótica que poderá se transformar em séria praga invasora no Brasil, em regiões de sua ampla adaptação como o semi-árido nordestino, é o nim (*Azadirachta indica*) caso não sejam tomadas medidas proativas recomendadas. Trata-se de uma árvore originária da Índia com cultivo em franca expansão no Brasil, da família Meliaceae, de alto valor agregado por ser biopesticida; útil para a fabricação de creme dental, shampoos, sabões, sabonetes, cosméticos e adubos; uso em medicina humana e animal, além de paisagismo e no reflorestamento por ser de crescimento rápido, rebrotar após o corte e sua madeira ser resistente a brocas, cupins e traças. Infelizmente todas essas vantagens, da maior utilidade para o aumento de renda e outras oportunidades especialmente para agricultores familiares poderão ser inviabilizadas caso as características altamente agressivas ao meio ambiente que a planta vem apresentando em outros países como Gana e Austrália, voltem a se repetir nas diversas regiões do Brasil onde tem sido introduzida. Todas essas atividades têm que ser acompanhadas de um forte sistema de estudos de impactos ambientais e com fiscalização integrada entre os sistemas de floresta, ambiental e agrícola.

Nesse processo de monitoramento é importante o esclarecimento de questões como: capacidade competitiva do nim em diferentes condições ecológicas; regeneração natural da planta a partir de sementes, raízes e rebrotos de troncos; habilidade para regenerar após eventos de fogo no meio ambiente; determinação do efeito de diferentes intensidades de luz no processo de regeneração do nim;

análise do efeito invasor da planta na biodiversidade e nas propriedades do solo; capacidade do nim em produzir sementes em quantidade e qualidade em diferentes condições ecológicas, além da determinação dos diferentes dispersores de sementes de nim e modo de agir.

## AÇÕES INTERNACIONAIS PARA A SEGURANÇA BIOLÓGICA DE PLANTAS

No âmbito do fortalecimento da articulação internacional, o Brasil se ressentir de uma melhor articulação com países vizinhos, tendo em vista reduzir perigos, riscos e danos na agricultura, na pecuária e no meio ambiente pela mitigação ou mesmo exclusão da entrada de EIE de fungos, bactérias, vírus, insetos, plantas e animais.

Por exemplo, considerando a Amazônia, pode ser citada a doença sigatoka negra da bananeira (*Mycosphaerella fijiensis*) que entrou pela Venezuela ou pela Colômbia, a mosca-das-frutas, *Bactrocera carambolae* (Diptera, Tephritidae), vulgarmente conhecida como mosca-da-carambola, que entrou pela Guiana Francesa, a mosca-negra dos citros, *Aleurocanthus woglumi* (Hemiptera, Aleyrodidae) que talvez tenha entrado pela Colômbia ou por outros países vizinhos nos quais há relatos da presença da praga, além de outros exemplos já ocorridos no Brasil, como o bicudo do algodoeiro, *Anthonomus grandis* (Coleoptera, Curculionidae) e mosca-branca, *Bemisia* spp. (Hemiptera, Aleyrodidae).

Atualmente a cacauicultura brasileira está muito ameaçada caso seja efetivada a entrada da monília, doença causada pelo fungo *Moniliophthora roreri*, mal muito mais devastador do que a vassoura-de-bruxa; a monília já se encontra no Peru, em região fronteira ao Estado do Acre. Existe ainda receio da entrada do besouro asiático, terrível praga de espécies florestais.

Para o caso específico da Amazônia e considerando a grande necessidade de fortalecer a harmonização entre países, em alguns Fóruns de debates têm-se sugerido a formação de um Comitê Regional de Sanidade Vegetal e Animal (CORSAVA), em moldes semelhantes ao funcionamento do atual Comitê de Sanidade Vegetal dos Países do Cone Sul (COSAVE), que atua entre os países do MERCOSUL. O mesmo precisa ser feito para o caso da Amazônia, onde é de mais alta importância a intervenção do Ministério das Relações Exteriores (MRE), MAPA e outros Ministérios, além da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA), cuja secretaria permanente encontra-se instalada em Brasília (DF). Com isso as barreiras sanitárias seriam fortalecidas, bem como as atividades de inspeção e serviços quarentenários alcançariam melhor desempenho.

Como suporte a essa articulação internacional é marcante a presença do GISP, em ações ambientais ao redor do mundo. Como parte de sua ação, o GISP em articulação com a Embrapa, Ministério do Meio Ambiente (MMA), MRE e MAPA, efetuaram uma reunião em Brasília-DF, na Sede da Embrapa, no período de 17 a 19/10/2001, que versou sobre o tema de EIE. Essa reunião contou com a participação de especialistas representando a Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela. Desse evento foi emanada a seguinte declaração (Valois, 2003):

- a) As espécies invasoras, que incluem pragas, doenças e plantas daninhas, além de causarem enormes prejuízos econômicos, principalmente à agricultura, constituem uma das principais ameaças à biodiversidade e aos ecossistemas naturais, além dos riscos à saúde humana.
- b) A crescente globalização, com o incremento do transporte, do comércio e do turismo internacional, e início das mudanças climáticas causadas pelo efeito estufa e mudanças no uso da terra, tendem a ampliar as oportunidades de introdução e expansão de espécies exóticas invasoras na região.
- c) A América do Sul abriga metade das florestas tropicais e mais de um terço de toda a biodiversidade do mundo, imenso e valioso patrimônio natural em grande parte compartilhado por 13 países, muitos deles megadiversos; biodiversidade que é a base da sustentabilidade dos serviços ambientais, dos recursos florestais e pesqueiros, da agricultura e da nova indústria da biotecnologia. Cerca de 50% do Produto Interno do Brasil, por exemplo, vêm do uso direto da biodiversidade e seus recursos genéticos.
- d) Os prejuízos causados por EIE à produção agrícola na América do Sul excedem a muitos bilhões de dólares ao ano. A título de exemplo, na Argentina a mosca das frutas custa US\$ 10 milhões de dólares ao ano com programas de controle, mais 15-20% da produção em perdas anuais diretas, equivalentes a US\$ 90 milhões de dólares por ano, e impactos econômicos e sociais indiretos incalculáveis com a redução da produção e perda de mercados de exportação.
- e) Como integrantes de um mesmo continente, separados apenas por fronteiras políticas, os países sul-americanos compartilham o mesmo destino no caso de introdução de EIE – é essencial, portanto, a promoção de maior cooperação entre os países na região na prevenção e controle de um inimigo comum.
- f) Apesar dos avanços recentes na prevenção e controle de EIE que ameaçam a agricultura, constata-se a necessidade de maior atenção para a prevenção e con-

trole dos impactos de EIE sobre os ecossistemas naturais e sobre a rica biodiversidade da região.

- g) Reconhece-se a importância de implementar plenamente na região a decisão V/8 da 5ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica, que estabeleceu diretrizes para a prevenção e controle de EIE que ameaçam ecossistemas, habitats ou espécies.
- h) Há necessidade de se promover maior intercâmbio de informação, começando pela elaboração de diagnósticos nacionais sobre o problema, pesquisa, capacitação técnica, fortalecimento institucional, conscientização pública, coordenação de ações e harmonização de legislações.
- i) Sem prejuízo de outros temas identificados nos diagnósticos nacionais, merece atenção urgente o problema de introdução de EIE nas diferentes bacias hidrográficas da região e ecossistemas transfronteiriços.
- j) Também existe a necessidade de se promover maior coordenação e cooperação entre os setores agrícolas, florestais, pesqueiros e ambientais nacionais no tratamento desta questão, incluindo a criação de comissões nacionais sobre EIE, e envolver outros setores relacionados ao tema como saúde, turismo, transporte e comércio.
- k) É essencial, portanto, a promoção de maior cooperação entre os países na região na prevenção e controle de um inimigo comum, incluindo a elaboração de uma estratégia regional sul-americana para EIE, bem como cooperar com os demais países das Américas e com o esforço global para solucionar um problema comum, a ser liderado pela FAO, CDB e GISP.
- l) Constata-se, entretanto, que falta conscientização pública sobre a importância desse tema, o que facilita a introdução acidental de EIE.
- m) A efetiva prevenção e controle de espécies exóticas *invasoras na América do Sul* necessitarão de apoio financeiro e técnico adequados.

Outro importante tema que incide na análise de risco em germoplasma vegetal é quanto à produção de alimentos seguros, de qualidade, livres da ocorrência dos perigos biológicos, químicos e físicos, com ênfase para resíduos e contaminantes.

Como exemplo, tem sido comum a ocorrência de micotoxinas em café, castanha-do-brasil, amendoim, milho e cacau, bem como de bactérias em pimenta-do-reino e hortaliças. Para mitigar e controlar essas limitações, a Embrapa, em articulação com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), desenvolvem o Programa de Alimentos Seguros (PAS) – Setor Campo.

Nessas ações de Pesquisa e Desenvolvimento são desenvolvidas Boas Práticas Agrícolas (BPA), com princípios de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), envolvendo produtos da mais alta importância para a segurança dos alimentos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle ou erradicação de EIE não deve ser objetivo principal dentro do novo paradigma da bioglobalização, mas apenas uma das maneiras de alcançar objetivos maiores, tais como, a conservação da biodiversidade e conseqüentemente a segurança biológica dos recursos biológicos e genéticos, agronegócio, proteção da saúde humana e prevenção de perdas sócio-econômicas e ambientais. Elementos dentro destes objetivos devem incluir a restauração do habitat, reintrodução das espécies nativas, preservação de ecossistemas ainda não-perturbados, permitindo a sucessão natural em termos de razão e tempo e o estabelecimento do uso sustentável dos ecossistemas para a população local, regional e até mesmo, nacional. Em termos de segurança do agronegócio, a aplicação do sistema de segurança biológica é fator primordial para assegurar o pleno sucesso do empreendimento. Levando em conta a articulação regional entre os países da América Latina e Caribe a complementaridade de ações e esforços entre os mesmos, nesse sentido tem o caráter estratégico e de segurança nacional, o que fortalecerá sobremaneira a soberania dos países na grande região, a mais importante em termos de biodiversidade e recursos genéticos do Planeta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTRO, V. L. S. S. & MELO, I. S. 2002. Avaliação de impacto ambiental de microrganismos geneticamente modificados. In: MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C.; NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C. Recursos genéticos e melhoramento: microrganismos. Rondonópolis: Fundação MT. p. 569-588.
- FAO. 1995. Principles of plant quarantine as related to international trade. Rome. 21 p. (ISPM Pub. n.1).
- FAO. 2002. Pest risk analysis for quarantine pests. Rome. 27 p. (ISPM Pub. n. 11).
- KARAN, R. P. 1989. Plant protection and quarantine. Biological concepts. Boca Raton; CRC Press; V. 1. 226 p.
- KNOWLER, D. & BARBIER, E.B. 2000. The economics of an invading species: a theoretical model and case study application. In: PERRINGS, C., WILLIAMSON, M.; DALMAZZONE, S. (Ed.). The economics of biological invasions. Cheltenham: E. Elgar, p. 70-93.
- MCNEELY, J. A.; MOONEY, H. A.; NEVILLE, L.E; SCHEI, P. & WAAGE, J. K. 2001. A global strategy on invasive alien species. Cambridge: IUCN. 50 p.
- NASS, L.; MIRANDA FILHO, J. B. & SANTOS, M. X. 2001. Uso de germoplasma exótico no melhoramento. In: NASS, L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). Recursos genéticos e melhoramento: plantas. Rondonópolis: Fundação MT. p. 101-122.
- OLIVEIRA, M. R. V.; NEVILLE, L. E. & VALOIS, A. C. C. 2001. Importância ecológica e econômica e estratégias de manejo de espécies invasoras exóticas. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 6 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Circular Técnica, 8).
- OLIVEIRA, M. R. V. & PAULA, S. V. 2002. Análise de risco de pragas quarentenárias: conceitos e metodologias. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 144 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 82).
- PATERNIANI, E. 1998. Diversidade genética em plantas. In: ENCONTRO SOBRE RECURSOS GENÉTICOS, 1., 1998. Jaboticabal. Anais. Jaboticabal: FCAV, UNESP. p. 75-77.
- POLI, P. & ZUCCHI, T. M. A. D. 2002. O impacto da biotecnologia no monitoramento da saúde humana e ambiental. In: MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C.; NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C. Recursos genéticos e melhoramento: microrganismos. Rondonópolis: Fundação MT. p. 697-732.
- REJMÁNEK, M. & RICHARDSON, D. M. 2003. Invasiveness of conifers: extent and possible mechanisms. Acta Horticulturae, Wye College, UK, n. 615. Proceedings of the Fourth International Conifer Conference, v. 1.
- VALOIS, A. C. C. 2003. Benefícios e estratégias de utilização sustentável da Amazônia. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 75 p.