



ISSN 0102 - 0110

Novembro, 2002

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 81

Painel de Especialistas sobre Impactos Potenciais ao Meio Ambiente do Algodão Geneticamente Modificado Resistente a Insetos

Eliana Maria Gouveia Fontes
Carmen Sílvia Soares Pires
Edison Ryoiti Sujii

Brasília, DF
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa - Recursos Genéticos e Biotecnologia

Serviço de Atendimento ao Cidadão

Parque Estação Biológica, Av. W5 Norte (Final) - Brasília, DF

CEP 70770-900 - Caixa Postal 02372

PABX: (61) 448-4600

Fax: (61) 340-3624

<http://www.cenargen.embrapa.br>

e.mail:sac@cenargen.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: José Manuel Cabral de Sousa Dias

Secretária-Executiva: Miraci de Arruda Camara Pontual

Membros: Antônio Costa Allem

Marcos Rodrigues de Faria

Marta Aguiar Sabo Mendes

Sueli Correa Marques de Mello

Vera Tavares Campos Carneiro

Suplentes: Edson Junqueira Leite

José Roberto de Alencar Moreira

Supervisor Editorial: Miraci de Arruda Camara Pontual

Revisor de texto: Miraci de Arruda Camara Pontual

Normalização Bibliográfica: Sérgio Souza Santos

Tratamento de Ilustrações: Jorge Humberto Ribeiro Júnior

Editoração Eletrônica: Jorge Humberto Ribeiro Júnior

Capa: Jorge Humberto Ribeiro Júnior

1ª edição

1ª impressão (2002): tiragem 200

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Painel de especialistas sobre impactos potenciais ao meio ambiente do algodão geneticamente modificado resistente a insetos / Editores Eliana Maria Gouveia Fontes, Carmen Sílvia Soares Pires, Edison Ryoiti Sujii. – Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002.

52 p. – (Documentos / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, ISSN 0102-0110 ; n. 81)

1. Biosegurança. 2. Insetos. I. Fontes, Eliana Maria Gouveia. II. Pires, Carmen Sílvia Soares. III. Sujii, Edison Ryoiti. IV. Série.

CDD 630.5

© Embrapa 2002

Autores

Eliana Maria Gouveia Fontes

Entomologista, PhD

Embrapa - Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Carmen Sílvia Soares Pires

Zoóloga, PhD

Embrapa - Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Edison Ryoiti Sujii

Doutor em Ecologia

Embrapa - Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Relatório Técnico

Organização do Painel

Dr. Esper Cavalheiro – Ministério da Ciência e Tecnologia - Presidente do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e Presidente da **Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio**

Dra. Ana Lúcia Assad - Ministério da Ciência e Tecnologia – Coordenadora do Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos

Dra. Eliana Maria Gouveia Fontes – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Coordenadores do Painel

Dra. Eliana M. G. Fontes – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Dra. Carmen S. S. Pires – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Dr. Edison R. Sujii – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Sumário

Agradecimentos	7
Apresentação	9
Descrição do Problema	11
Metodologia	13
Apresentações e Debates	14
Impactos sobre Organismos Não-Alvo	14
Palestra: Impacto de Plantas <i>Bt</i> sobre Inimigos Naturais	14
Palestra: Impactos sobre Insetos Herbívoros Não-Alvo	18
Palestra: Impactos sobre a Microbiota do Solo	22
Manejo de Resistência de Insetos Pragas	24
Palestra: Manejo de Resistência de Insetos a Plantas <i>Bt</i>	24
Fluxo Gênico Através de Pólen e Sementes	28
Palestra: Fluxo Gênico no Gênero <i>Gossypium</i>	28
Palestra: As Abelhas e o Algodão <i>Bt</i>	31
Principais Conclusões e Recomendações dos Grupos de Trabalho	35
Aspectos Gerais	35
Organismos Não-Alvo	36
Manejo de Resistência	38

Fluxo Gênico Através de Pólen e Sementes	38
Referências Bibliográficas	39
Anexo I	40
Proposta de Zoneamento do Brasil para Utilização com Algodões Transgênicos	40
Anexo II	42
Lista de Participantes	42

Agradecimentos

Os editores desejam agradecer aos participantes do Painel, cuja dinâmica contribuiu para o pleno cumprimento dos objetivos do programa e foi instrumental para uma discussão científica sólida e equilibrada. Particularmente, os editores agradecem a Dra. Ana Lúcia Assad, pelo apoio irrestrito à iniciativa deste painel, e aos relatores, Dr. Aluizio Borém, Dr. Celso Omoto, Dr. Marcos Rodrigues de Faria e Dr. Odnei D. Fernandes, cujos relatos das palestras, debates e grupos de discussão estão contidos neste relatório. Agradecemos também aos palestrantes, Dr. Eleusio C. Freire, Dr. Fernando Amaral da Silveira, Dr. José Magid Waquil, Dra. Maria Fátima Grossi de Sá e Dra. Norma G. Rumjanek, e aos moderadores, Dr. Gaetan S. J. Dubois, Dr. José Ivo Baldani, Dr. Paulo E. Degrande e Dr. Robinson Pitelli. Somos ainda gratos ao Dr. José Manuel Cabral de Sousa Dias pela revisão do manuscrito, e à Maria Aparecida Pedrosa Fraga, Aline Fausto Gouveia e Silvânia Ferreira da Silva pelo suporte à organização do Evento. Agradecemos também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo provimento dos recursos financeiros.

Apresentação

No Brasil, como em muitos outros países, o desenvolvimento e a comercialização de culturas geneticamente modificadas tem sido sujeitos a um intenso debate. A maioria das questões levantadas neste debate diz respeito, principalmente, à adequação e forma de implementação da estrutura regulamentar de biossegurança. Outros pontos abordados referem-se ao impacto sócio-econômico advindo da apropriação das biotecnologias por empresas privadas multinacionais e às questões de restrição de mercado dos produtos de exportação, uma vez que países importadores estão colocando barreiras ao consumo de produtos agrícolas geneticamente modificados.

As discussões sobre os riscos e benefícios destas tecnologias para o consumo humano e para o meio ambiente no Brasil têm sido seriamente limitadas pela carência de informações científicas geradas no país. A análise de riscos dos organismos geneticamente modificados depende da disponibilidade de informações científicas consistentes. Após quase dez anos de debates, verifica-se que pouco se conseguiu na busca dos conhecimentos que irão fundamentar as análises de risco ao meio ambiente e à saúde do homem e dos animais. Este foi o principal fator que motivou a organização deste Painel, que teve como objetivo geral obter dos especialistas opinião fundamentada sobre as informações científicas que devem estar disponíveis para a análise de riscos da liberação no meio ambiente de variedades de algodão geneticamente modificado para resistência a insetos.

O Painel de Especialistas ocorreu em Brasília nos dias 10 e 11 de junho de 2002, na Sala Álvaro Alberto do CNPq. O projeto foi financiado pelo CNPq, Processo Institucional No. 680.018/02-6 e Processo Individual No. 170.029/02-6. Para que seus resultados atinjam um público maior, estamos publicando este relatório.

Os Editores

Painel de Especialistas sobre Impactos Potenciais ao Meio Ambiente do Algodão Geneticamente Modificado Resistente a Insetos

Eliana Maria Gouveia Fontes

Carmen Sílvia Soares Pires

Edison Ryoiti Sujii

Descrição do Problema

Variedades de algodão transgênico resistente a insetos pragas (algodão *Bt*), já foram liberadas para comercialização na África do Sul, Argentina, Austrália, China, Indonésia, México, Índia e Estados Unidos, e estão em fase de avaliação experimental no Brasil. Essa tecnologia consiste de variedades geneticamente modificadas para expressar um ou mais genes do *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) ou do caupi (*Vigna unguiculata*), responsáveis pela expressão de toxinas inseticidas. Este painel estabeleceu um fórum de discussão sobre os impactos potenciais ao meio ambiente resultantes do plantio comercial do algodão *Bt* no Brasil. Especialistas de diferentes áreas, ecologia, genética, microbiologia, biologia molecular, entomologia, ciência das plantas daninhas e outras ciências, reuniram-se a fim de discutir os tópicos multidisciplinares da análise de risco desta tecnologia.

Objetivos do Painel

- Identificar as possíveis ameaças à conservação do meio ambiente resultante da liberação comercial do algodão *Bt* no Brasil, apontar as lacunas no conhecimento e propor as pesquisas necessárias para cobri-las.
- Apontar as informações científicas necessárias para dar suporte à análise científica de riscos do Algodão *Bt*.
- Servir como um fórum de discussão e formação de opinião de especialistas para a análise de riscos do algodão *Bt*.

Estrutura do Painel

Foram feitos todos os esforços para garantir que esta iniciativa não se caracterizasse como um fórum para antagonismos ou posicionamentos a favor ou contra os Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), ou uma iniciativa em apoio ou em oposição à tecnologia das plantas transgênicas. Ao contrário o painel deve ser visto como uma oportunidade de examinar os fatos e analisar os riscos sob a ótica exclusiva do conhecimento científico.

O Painel constou de um debate estruturado baseado em um “supermercado de possibilidades” relativas aos assuntos e tópicos sobre o algodão contendo o gene do *Bacillus thuringiensis (Bt)*, exclusivamente referentes aos impactos ao meio ambiente e à agricultura. Não foram tratados os tópicos da análise de riscos à saúde humana, ou tópicos referentes a assuntos regulamentares, políticos, econômicos (incluindo mercado), sociais ou de percepção pública. Apesar disto o painel não esgotou todos os tópicos relativos aos riscos potenciais ao meio ambiente, tais como efeitos pleiotrópicos e fluxo horizontal de genes.

É importante ressaltar que o Painel não teve a missão de prescrever protocolos de análise de riscos ambientais de OGMs. Não houve também qualquer compromisso anterior formal das instituições organizadoras e coordenadora de acatar, adotar ou de outra forma usar incondicionalmente as conclusões aqui alcançadas em ações de suas competências.

Os resultados deste Painel devem ser vistos como um consenso de um corpo de especialistas a respeito das informações científicas necessárias para dar suporte à análise científica de riscos do algodão *Bt*, tendo sido acertado anteriormente que, onde não houvesse consenso, isto seria explicitado no relatório. Estes resultados deverão ser usados a critério pelos diferentes atores e setores interessados, conforme pertinente e apropriado.

A fim de tornar os resultados acessíveis a um público mais abrangente (cientistas, agências financiadoras de pesquisa, órgãos regulamentares, ONGs, formadores de políticas públicas, e público em geral), os resultados deste painel serão publicados em forma de um livro e amplamente divulgado pelas instituições envolvidas.

Metodologia

A fim de informar os participantes sobre os avanços mais recentes da pesquisa em engenharia genética do algodão, foi proferida uma palestra de abertura pela Dra. Fátima Grossi de Sá, da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, intitulada: “Genética Molecular do Algodão Geneticamente Modificado para Resistência a Insetos”.

A seguir foram realizadas as sessões de apresentação e debates, seguida de Grupos de Trabalho sobre tópicos específicos. Os resultados serão aqui descritos obedecendo-se à seguinte metodologia: para cada tópico será feita uma breve descrição dos pontos ressaltados durante a exposição do tema, seguido do resumo dos principais pontos abordados. Em item à parte são apresentadas as principais questões abordadas e as conclusões alcançadas nos grupos de trabalho.

Apresentações e Debates

Impactos sobre Organismos Não-Alvo

Palestra: Impacto de Plantas *Bt* sobre Inimigos Naturais

Expositora: Dra. Carmen Pires – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Relator: Odnei D. Fernandes – Monsanto do Brasil Ltda

Tópicos abordados na apresentação

Por que avaliar o efeito do algodão GM sobre os inimigos naturais, já que os mesmos estão sob o impacto de intensa aplicação de produtos fitosanitários? Para responder a esta pergunta temos que levar em conta que qualquer intervenção humana realizada para proteger as culturas contra pragas, sejam plantas *Bt*, agentes de controle biológico, plantas resistentes, inseticidas, novas técnicas de cultivo ou outros métodos de controle de pragas, terá algum efeito negativo sobre outros organismos que dependem dessas pragas como presas.

O ciclo da planta de algodão, da germinação até a deiscência dos frutos, varia entre 130 a 150 dias dependendo do cultivar. A planta de algodão, em todos os estágios fenológicos, possui uma fauna diversificada de herbívoros associada. Alguns ácaros e muitas espécies de insetos se tornam pragas na cultura do algodão, exigindo aplicações periódicas de defensivos químicos para o controle das mesmas. Este controle é realizado, na maioria dos casos, desde o início da fase vegetativa até o período de deiscência dos frutos.

O algodoeiro possui em sua entomofauna associada diversos parasitóides e predadores que são os inimigos naturais dos insetos-praga, responsáveis, entre outros fatores, pela regulação do tamanho das populações destas pragas. Nas condições brasileiras destacam-se entre os predadores espécies de percevejos dos gêneros *Podisus*, *Orius*, *Geocoris* e *Nabis*, diferentes espécies de coleópteros das famílias Coccinellidae e Carabidae, larvas de Syrphidae e Chrysopidae, diferentes espécies de vespas e aracnídeos, etc. No grupo dos parasitóides encontramos os micro-himenópteros do gênero *Trichogramma*, e espécies da família Braconidae e Eulophidae, além de dípteros taquinídeos.

As plantas *Bt* podem afetar os Inimigos Naturais (IN):

- Diretamente através da alimentação sobre partes da planta que expressam a proteína.

- Indiretamente através da utilização de presas que se alimentam sobre plantas *Bt*.
- Indiretamente reduzindo as populações de presas (biodiversidade agrícola).
- Indiretamente através da interferência na comunicação química planta-presa-IN.

O impacto das plantas *Bt* sobre a dinâmica populacional dos IN, depende:

- Da espécie da planta transformada.
- Do nível de resistência da planta.
- Da especificidade do produto do gene transferido.
- Da especificidade de expressão do transgene.
- Do manejo da cultura como um todo.
- Da localização geográfica.

Nos últimos anos alguns trabalhos foram realizados com o objetivo de avaliar os possíveis efeitos das plantas *Bt* sobre os inimigos naturais, mais especificamente parasitóides e predadores. A maioria desses estudos foi realizada em laboratório e com plantas de milho *Bt*. Grande parte das avaliações de campo a respeito do impacto ambiental tem sido conduzida em escala pequena ou em períodos curtos de tempo. Os estudos de longo prazo são limitados pela falta de financiamento, bem como pelo interesse e pressão das companhias em colocar rapidamente os novos produtos no mercado.

Os seguintes pontos deverão ser considerados nas avaliações do impacto das plantas *Bt* sobre os IN:

- As espécies de IN deverão ser selecionadas de acordo com a importância regional,
- O comportamento dos insetos alvo deve ser conhecido para o estabelecimento de bioensaios adequados,
- A duração dos experimentos, inicialmente, deverá corresponder ao período de exposição do IN à planta GM e ao período de expressão do produto transgene na planta,
- O estabelecimento de desenhos experimentais e testes estatísticos adequados são fundamentais,
- Comparar o efeito das plantas *Bt* com o efeito de outro método de controle de pragas,
- Os parâmetros a serem medidos devem incluir: adaptabilidade (sobrevivência, período ninfal longevidade dos adultos, fecundidade) e parâmetros comportamentais.

Tópicos debatidos após a apresentação

Moderadora: Dra. Eliana Fontes – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Relator: Dr. Odnei D. Fernandes – Monsanto do Brasil Ltda

- Estudos comparados - A cultura do algodão tem como finalidade básica a produção de matérias primas, e devido à necessidade de uso de inseticida, dado às inúmeras pragas que infestam esta cultura, este seria o tratamento comparativo que refletiria a realidade atual de campo em relação a plantios usando algodão *Bt*. Porém o tratamento sem inseticida tem grande importância nestes estudos, pois permite avaliar a presença e a ação dos inimigos naturais sobre as pragas.
- Riqueza de espécies e sua abundância - Estudos de campo, realizados com objetivo de avaliar a abundância de insetos, indicam a disponibilidade dos mesmos na área. A metodologia deve ser fundamentada e elaborada de modo a evitar erros em função da mobilidade dos insetos, a qual pode ser incrementada em função do tamanho de parcelas experimentais. Estudos de dinâmica populacional são válidos quando efetuados ao longo do tempo, porém deve-se estabelecer os parâmetros a serem avaliados, dada a complexidade da interação dos organismos envolvidos. Toda tática de controle pode ter alguma influência no ambiente. A ausência de predadores e parasitóides em áreas com planta GM não implica necessariamente em efeitos adversos decorrentes da tecnologia sobre os inimigos naturais. Os inimigos naturais são dependentes da presa e do hospedeiro, portanto, se estes desaparecem da lavoura, os inimigos naturais também ficarão escasso. Este fato não deve ser ignorado nas análises e na interpretação dos resultados. O controle biológico ocorre em função da intensidade de ação do inimigo natural. Uma vez que a praga é controlada, o inimigo natural não terá, necessariamente, a mesma importância no contexto de avaliação de efeitos da planta GM, pois o mesmo poderá estar ausente em função da não disponibilidade de alimento. O Dr. Celso Omoto, autor de um dos trabalhos de dinâmica de inseto, cujos resultados foram apresentados na palestra, relatou alguns pontos relevantes para a discussão. O pesquisador discutiu as linhas gerais sobre o trabalho realizado pela sua equipe com o milho *Bt*. Foi discutida a metodologia de captura de insetos e comentados os diferentes tipos de armadilha utilizados.
- Área experimental - Foram feitas considerações sobre o tamanho da parcela experimental para estudos de dinâmica populacional. Foi enfatizada a

necessidade de parcelas maiores para este tipo de pesquisa. Avaliações de áreas circunvizinhas também devem ser consideradas, devido a influência das mesmas sobre a cultura. Discutiu-se sobre a definição do tamanho ideal de parcelas experimentais, bem como o número de repetições (anos de estudo) sem, no entanto, chegar-se a conclusões. Claramente, este é um tópico que exige discussões posteriores mais aprofundadas, uma vez que traz embutido os questionamentos sobre impactos ambientais de longo prazo.

- Estudos de laboratório e campo - Houve um questionamento sobre a validade dos estudos de campo e laboratório, dadas as possíveis dificuldades experimentais. Ensaios de laboratório definem possíveis efeitos ecológicos relevantes. No caso da toxina *Bt*, se não for detectado um efeito tóxico no laboratório, provavelmente este efeito não será também observado no campo. Os testes de laboratório podem informar sobre os efeitos esperados em condições reais de campo. Por exemplo, em caso de diminuição da abundância da espécie em campo, a explicação poderia ser determinada em estudos de laboratório. Foi comentado que os estudos de laboratório têm como objetivo avaliar a inocuidade do produto e o campo tem por objetivo avaliar a toxicidade do produto. O ensaio de campo tem relevante importância, pois determina o nível de exposição e é a fonte de informação final sobre se há ou não efeito negativo sobre inimigos naturais. O estudo de campo seria efetuado para determinar a intensidade da dinâmica de insetos em plantas GM. Os estudos conduzidos em laboratório e campo, portanto são complementares e seus resultados devem ser analisados igualmente de forma complementar.
- Estudos para a avaliação de possíveis efeitos negativos em inimigos naturais - Os estudos sobre o efeito de inseticidas, ao longo do tempo, sobre inimigos naturais não foram realizados, portanto, não temos uma dimensão clara destes efeitos. Os trabalhos de base da entomologia, outrora não realizados, poderiam ser úteis na caracterização do padrão de dinâmica de insetos, e auxiliariam no entendimento sobre a relação inseticidas químicos ou plantas GM e inimigos naturais. A definição dos inimigos naturais que devem ser alvo de estudos também tem importância, e isto deve ser considerado durante o planejamento do estudo.

Palestra: Impactos sobre Insetos Herbívoros Não-Alvo

Expositora: Dra. Eliana Fontes - Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Relator: Dr. Edison Ryoiti Sujii – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Tópicos abordados na apresentação

Outros insetos herbívoros além das pragas-alvo que se alimentam de plantas transgênicas resistentes a insetos podem ser afetados pela toxina *Bt* produzida nos diversos tecidos da planta, tais como folhas, caule, raiz, flores, frutos, pólen e anteras, ou no néctar. Insetos herbívoros que se alimentam de plantas cultivadas são, em geral, considerados indesejáveis, uma vez que, ao se alimentarem causam prejuízos energéticos à planta que podem trazer como consequência a perda de produtividade da lavoura. Se estes herbívoros são afetados pela toxina *Bt* produzida pela planta, isto não é considerado um risco, mas sim um possível benefício, uma vez que diminui a herbivoria. Por outro lado, uma grande quantidade de espécies herbívoras que não são pragas pode ter um papel importante na manutenção e estabilidade de populações de espécies predadoras e parasitas, e seria indesejável que as mesmas fossem negativamente afetadas por plantas GM resistentes a insetos.

Insetos benéficos, tais como abelhas, também podem ser involuntariamente atingidos, assim como outros herbívoros que consomem o pólen que cai sobre suas plantas hospedeiras dentro e ao redor dos campos cultivados, depois de lançado ao ar pelas plantas transgênicas. Adicionalmente, outras espécies de plantas sexualmente compatíveis com a planta cultivada podem ser fertilizadas por pólen contendo o transgene, fazendo com que estas também passem a produzir a toxina. Por isso, uma avaliação mais abrangente dos impactos potenciais da produção de nova proteína inseticida por plantas cultivadas deve considerar uma faixa ampla de possibilidades.

Uma avaliação completa dos impactos ambientais de plantas *Bt* inclui:

- O destino das proteínas *Bt* no meio ambiente,
- Os impactos diretos e indiretos sobre inimigos naturais e organismos não-alvo,
- A frequência com que o pólen das plantas *Bt* fertiliza outras plantas,
- A transferência horizontal de genes através do qual genes *Bt* poderiam mover-se para outros organismos.

Em suas primeiras análises do impacto ambiental de plantas geneticamente modificadas, a Agência de Proteção Ambiental Americana (sigla em inglês EPA) concluiu:

- Estudos sobre os efeitos potenciais das endotoxinas *Bt* em uma série de organismos indicadores levaram à conclusão de que “não há efeitos adversos não razoáveis aos humanos, aos organismos não-alvo ou ao meio ambiente” [Fonte: US EPA. 1995 . EPA Publ. EPA731-F-95-004].

A EPA considerou todos os organismos que estariam potencialmente expostos dentro dos agroecossistemas, e considerou que outras espécies que vivem nos sistemas ruderais das lavouras e nos ambientes naturais teriam um grau de exposição muito pequeno à toxina *Bt* e, portanto, não estariam em risco.

O caso da Borboleta Monarca

A borboleta monarca (*Danaus plexippus*), uma espécie de interesse conservacionista nos Estados Unidos, alimenta-se de uma planta herbácea conhecida comumente no Brasil como oficial de sala (*Asclepias syriaca*). Esta planta distribui-se amplamente nos Estados Unidos e ocorre freqüentemente ao redor de campos de milho. Losey e colegas da Universidade de Cornell questionaram a possibilidade da borboleta monarca ser afetada por pólen lançado pelo milho *Bt* que se deposita sobre folhas do oficial de sala.

Através de estudos conduzidos em laboratório (Losey, J. E., Rayor, L.S. and Carter, M.E. 1999. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature*, 399, 214), Losey e colegas concluíram que, “sob condições de alta exposição, o consumo de grandes quantidades de pólen é perigoso para larvas pequenas da monarca”.

Os estudos de Losey et al. (1999) levantaram discussões intensas sobre a adequação dos procedimentos de avaliação de risco de OGMs realizados até então, os quais não detectaram este risco potencial anteriormente à liberação de diferentes eventos de milho transgênico resistente a insetos. Posteriormente, os estudos de Losey et al. (1999) foram amplamente questionados pela comunidade científica, em particular a forma de condução e interpretação dos experimentos conduzidos exclusivamente em laboratório, considerada de pouca significância ecológica. De um modo geral concluíram que os resultados, naquele

caso, diziam pouco sobre o que ocorre em condições naturais. As perguntas complementares que permitiriam uma análise conclusiva da questão seriam:

- A que distância o pólen dispersa a partir dos campos de milho *Bt*?
- A quantidade de pólen que é movido para fora dos campos afeta adversamente a borboleta monarca na natureza?
- Qual a quantidade de pólen *Bt* que precisa ser consumida para afetar as larvas da monarca?
- A larva que é sensível está presente próximo aos campos de milho, quando o pólen é espalhado?
- Qual a distribuição do oficial de sala dentro e ao redor dos campos de milho?

Como consequência destas discussões, foi estabelecido um Programa Colaborativo de Pesquisa Multidisciplinar e Multi-institucional para investigar as questões científicas listadas acima. Em um prazo de dois anos, os resultados desta pesquisa (Sears, M.K. et al. 2001. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 98: 11937-11942) mostraram que: "... apesar de o pólen das plantas *Bt* ter algum efeito sobre larvas da borboleta monarca, as densidades de pólen capazes de serem consumidas são pequenas e constituem em risco desprezível para a monarca".

Estes estudos mostraram também que o pólen de um evento particular de milho *Bt*, que está sendo retirado do mercado norte-americano, é significativamente tóxico para pequenas larvas da borboleta monarca e para outra espécie de borboleta, *Papilio polyxenes*. A partir destas descobertas, é razoável inferir que uma seleção cuidadosa de linhagens *Bt* transgênicas é aconselhável durante o desenvolvimento de plantas resistentes a insetos, e que mais pesquisas são necessárias sobre o impacto de variedades *Bt* sobre espécies não-alvo.

Outros Herbívoros Não-Alvo (parte aérea):

- Polinizadores (assunto de outra palestra),
- Outros insetos que se alimentam de pólen e de partes florais,
- Insetos que consomem néctar.

A identificação dos organismos que poderão ser potencialmente afetados deve levar em consideração o papel ecológico da espécie no agroecossistema e nos sistemas ruderais, a susceptibilidade potencial do grupo taxonômico à toxina expressa e o possível grau de exposição da espécie à toxina.

Tópicos debatidos após a apresentação

Moderador: Dr. Paulo Degrande – UFMT

Relator: Dr. Edison Ryoiti Sujii – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

- Tipo de estudos - Os estudos de impacto sobre herbívoros não alvos devem primeiro determinar se existe efeito nas populações e a causa do efeito. Estudos preliminares, anteriores à implantação do algodão geneticamente modificado, deveriam ser conduzidos visando permitir avaliações comparativas.
- Espécies e experimentação - O grande número de espécies de insetos fitófagos que ocorre na cultura e entorno dos plantios de algodão, inviabiliza um estudo de dinâmica populacional envolvendo todas as espécies. Pragas secundárias e terciárias deveriam ser consideradas cuidadosamente na avaliação de impacto. Há ainda as questões de significância estatística e ecológica que podem variar de acordo com as espécies envolvidas e a questão científica a ser estudada. Esses fatores influenciam o número e o tamanho das parcelas. Foi sugerido que o grupo de trabalho fizesse uma proposta metodológica.
- Efeito sobre lepidópteros não-pragas - Será relevante a identificação de espécies de lepidópteros que não se alimentam do algodão mas de outras plantas que ocorrem dentro e ao redor dos campos agrícolas. Estas espécies poderiam ser susceptíveis à toxina produzida por plantas *Bt* resistentes a lepidópteros. Uma vez identificada a susceptibilidade através de testes toxicológicos, sugere-se a condução de estudos complementares, atentando-se para a relevância ecológica dos mesmos e ao poder estatístico dos desenhos experimentais, a exemplo do Programa de Pesquisa da borboleta monarca.
- Conhecimento disponível - Estudos anteriores de entomofauna associado ao algodão podem ser úteis nas avaliações de impacto ambiental de algodão *Bt*.
- Riqueza de espécies - A escala de grandeza do número de espécies envolvidas, fazendo uma analogia aos ecossistemas naturais de origem como as florestas, indicam a presença de 200 a 500 espécies vegetais por hectare e até cem outras espécies associadas a cada espécie de planta. As questões para os cientistas seriam: quais espécies poderiam ser afetadas? Como a dispersão do pólen afeta espécies herbívoras?

- Polinização e dispersão de pólen - A dispersão do pólen do algodoeiro pelo vento é muito baixa, sendo a polinização cruzada em torno de 20% e realizada principalmente por abelhas, inclusive *Apis mellifera*. Em estudo realizado no algodão *Bt* (Mon853) versus Não-*Bt* (convencional) não foram detectadas diferenças significativas nas taxas de polinização. A presença de nectários extra-florais funciona como atraente para espécies não alvos e deve ser alvo de atenção especial nos estudos. Caso sejam identificados riscos particulares associados a nectários extra-florais, variedades desprovidas destas estruturas, já disponíveis nos programas de melhoramento, podem ser introduzidas. Uma espécie que pode ser afetada é o besouro amarelo da goiabeira que co-habita o algodoeiro. Devido ao grande número de espécies que visita os nectários seria importante saber se a proteína *Bt* é expressa nessas estruturas. Considerando que o promotor da proteína é constitutivo, espera-se que sim, porém o nível de expressão pode variar para cada variedade.
- A classificação dos riscos - Os efeitos da cultura *Bt* devem ser comparados aos efeitos da agricultura convencional, a fim de tornar relativos os riscos e o impacto ambiental. Uma possibilidade seria a adoção de uma tabela com as seguintes classificações de risco 1. Desprezível, 2. Baixo, 3. Médio e 4. Alto.

Palestra: Impactos sobre a Microbiota do Solo

Expositora: Dra. Norma Rumjanek – Embrapa Agrobiologia

Relator: Dr. Marcos Rodrigues de Faria – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Tópicos abordados na apresentação

A complexidade da microbiota do solo é exemplificada pelo número de microrganismos neste ambiente (10^9 / g solo) e pela extraordinária diversidade genética (10^4 tipos de DNA / g solo). A maior parte da microbiota encontra-se próxima às raízes. O fenômeno de maior atividade microbiana na rizosfera é denominada “efeito rizosfera”. Foi discutida a produção de exsudatos pelas raízes, que têm sua composição influenciada por fatores como a espécie vegetal, condições de cultivo, fatores edafo-climáticos e impactos causados pela atividade humana. A palestrante abordou ainda questões como as funções da microbiota do solo e a especificidade nutricional dos microrganismos. Frisou a existência de poucas informações na literatura acerca da microbiota de solos cultivados com algodoeiros. Em seguida alertou sobre dois possíveis efeitos de

plantas transgênicas que expressam toxinas *Bt* na dinâmica da microbiota do solo: produtos de genes introduzidos (toxinas *Bt*) e alterações na composição do exsudato.

Mencionou-se que alterações na microbiota do solo poderiam levar a alterações nos processos dependentes destes microrganismos. Em função do exposto, sugeriu que pesquisas visassem determinar se toxinas expressas por plantas transgênicas são exsudadas pelas raízes, e se também as toxinas expressas por estas plantas permanecem nos resíduos culturais. Caso as respostas sejam negativas, não haveria a necessidade de preocupação adicional com a microbiota do solo. Por outro lado, caso uma ou ambas as respostas fossem positivas, haveria a necessidade de novas pesquisas, envolvendo a estabilidade da toxina *Bt*, adsorção da toxina *Bt* a superfícies de argilas e outra partículas e, toxicidade sobre grupos da biota do solo (embora, até o momento, pesquisas realizadas com transgênicos tenham demonstrado a inexistência de efeitos adversos sobre minhocas, nematóides, protozoários, bactérias e fungos do solo).

Por último, foi colocado como uma das limitações em estudos desta natureza a inexistência de meios de cultivo para a maior parte dos microrganismos do solo. Entretanto, tal limitação poderia ser superada com o emprego de ferramentas moleculares que tornam possível estimar a abundância de microrganismos no solo.

Tópicos debatidos após a apresentação

Moderador: Dr. José Ivo Baldani – Embrapa Agrobiologia

Relator: Dr. Marcos Rodrigues de Faria – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

- Há necessidade de realização de testes com a toxina truncada (da planta OGM) e não com a toxina natural, tal qual produzida pela bactéria *Bacillus thuringiensis*, já que o gene tem de ser modificado para que a proteína possa ser expressa por plantas;
- O tempo de degradação (meia-vida) da toxina *Bt* em solos tropicais não é conhecido. Existe a necessidade de estudar a adsorção da toxina *Bt* em solos brasileiros, representativos das áreas onde o algodão é cultivado;
- Existe a necessidade de identificação de espécies indicadoras apropriadas, que não levassem a uma sub-estimativa ou superestimativa do real impacto da toxina *Bt* no solo;

- Os parâmetros do que seria um efeito aceitável de plantas transgênicas sobre espécies do solo tidas como indicadoras ainda precisam ser determinados;
- Microrganismos endofíticos podem ser afetados nos tecidos da planta devido a expressão da proteína e existe a necessidade de uma avaliação.

Manejo de Resistência de Insetos Pragas

Palestra: Manejo de Resistência de Insetos a plantas *Bt*

Exposição: Dr. José Magid Waquil - Embrapa Milho e Sorgo

Relator: Dr. Celso Omoto – ESALQ/USP

Tópicos abordados na apresentação

Exemplos clássicos do Manejo de Resistência de Pragas:

- Mosca do trigo - há 3 séculos
- Hessian fly/mais 2 séculos
- Desenvolvimento de vários biótipos
- Teoria cada gene R para cada S
- Pulgão da Videira - *Phylloxera* – 1867

Vantagens da Resistência de Plantas, Natural ou *Bt*:

- Proteção da produtividade
- Redução do uso de defensivos
- Mínimo efeito sobre os inimigos naturais
- Redução do custo de controle
- Redução da necessidade de monitoramento (?)
- Supressão da praga em extensa área
- Nenhum surto de praga secundária

Quebra da Resistência:

- Perda da resistência através do *Bt*
- Perda da opção do *Bt* como bioinseticida (?) para aplicação convencional
- Aumento do uso de defensivos
- Resistência cruzada
- Demanda por novos genes de resistência
- Impacto da opinião pública

Conceitos de Resistência:

- Planta Resistente:
 - Relativa - menos dano

- Genética - hereditária
 - Maior produção
 - Igual qualidade
- Planta Imune:
- Não é atacada pela praga em nenhuma condição
- Inseto Resistente:
- “Inseto com capacidade de sobreviver em resposta a uma pressão de seleção a um inseticida”

Manejo de Resistência a Doenças:

- Revisão de Leach et al. (2001)
- Resistência - é o método mais usado
- Robtida de diferentes fontes não é durável
- Não há um método - qualidade e durabilidade
- Genes com maior custo p/ patógeno + durável
- Necessidade de conhecer melhor os mecanismos

Multilínia dinâmica - Wilson et al. (2001):

- Estratégia multilínea + polinização cruzada

Manejo de Resistência (MR) em Insetos:

- Conceito - “ Esforço para adiar ou prevenir a adaptação de espécies-praga à pesticida pela preservação de genes de susceptibilidade na população”
- MR padrão: combinação da estratégia de alta dose da toxina (>DL99) com área de refúgio (área cultivada com variedade não *Bt*)

Evolução da Resistência – Genética de Populações

Equilíbrio de Hardy-Weinberg

$(p + q)^2 = p^2 (SS) + 2pq(Ss) + q^2(ss) = 1$ onde:

- p = frequência do Susceptível
- q = frequência do Resistente

Condições do equilíbrio:

- População infinita e cruzamentos aleatórios
- Não há seleção, migração, mutação de alelos
- Meiose normal - gametogênese ao Acaso
- Interações gênicas

Fatores que afetam a evolução da resistência:

- Eventos de *Bt* disponíveis
- Área cultivada com a cultura transgênica
- Espécies-alvo
- Impacto sobre os sobreviventes no inverno
- Definição: pragas primárias e secundárias
- Impacto da expressão e dose

Estratégia para o Manejo da Resistência (MR):

- Refúgio/ Alta dose - (99,99% controle)
- Estimativa da frequência gênica
- Adaptação do heterozigoto (SR)
- Definição do tempo e período para o MR
- Desenho e custo do refúgio
- Contribuição da cultura alternativa e plantas daninhas para o refúgio
- Pirâmides de genes
- Outras estratégias de MIP

Tamanho do Refúgio¹:

- Avaliação do tamanho da área de refúgio
- Através de modelo (computador) Gould (1998) - sugere a fórmula:
% Ref = $100A/(A + B/q^2)$ onde:
- A = número de SS no refúgio
- B = número de RR na área com a cultura *Bt*
- q = frequência de resistentes na população

Análise de Risco da Cultivar *Bt*:

- Fatores Chaves:
 - Característica da cultura transgênica
 - Histórico de raça resistente
 - Complexo de pragas
 - Sistema de cultivo
 - Árvore de Decisão
 - Para uma proteína ativa
 - Duas proteínas ativas

¹ A avaliação do tamanho da área de refúgio é feita através de modelos matemáticos e análises qualitativas sobre hospedeiros alternativos da praga em questão. Diferentes modelos já foram propostos (Nota do relator)

Manejo de Resistência em Algodão:

- Utharmasamy & Raguraman (2000)
- Alta dose + Refúgio + Monitoramento + MIP
- Refúgio para 100 ha algodão *Bt*
- 10 ha *NBt* sem controle específico para *Helicoverpa*
- 100 ha algodão *NBt* com MIP
- 20 ha sorgo ou milho sem MIP
- Shelton et al (2002) - Refúgio/USA 2001
- 95:5 refúgio externo ou alternado sem controle
- 80:20 refúgio externo com MIP
- Austrália - restrito a 30% da área com *Bt* + refúgio

Incertezas e Necessidades de Pesquisa:

- Análise de Risco
- Mecanismos de resistência
- Freqüência de genes de resistência
- Bioecologia das espécies-alvo
- Redefinindo ALTA DOSE
- Desenho de refúgios eficientes
- Desenvolvimento de Modelos e validação
- Análise econômica de apoio para a pesquisa

Tópicos debatidos após apresentação

Moderador: Dr. Gaetan Dubois - IBAMA

Relator: Prof. Celso Omoto – ESALQ/USP

Dentre vários estudos para a definição de áreas de refúgio para programas de manejo de resistência de pragas a plantas geneticamente modificadas, destaca-se a necessidade de conhecimentos de aspectos bioecológicos da praga como a dispersão e o seu hábito alimentar. Foi salientado que uma das razões para os australianos adotarem a estratégia de plantio de apenas 30% da área com algodão *Bt* se deve à presença de duas pragas-chaves na cultura: *Helicoverpa armigera* (polífaga) e *H. punctigera* (monófaga). *H. punctigera* apresenta o hábito de migrar para o deserto na entre-safra. No caso do Brasil, um exemplo seria *Alabama argillacea* que é uma praga monófaga e com hábito migratório.

Foi salientada a necessidade de um maior conhecimento de dinâmica populacional de pragas em países tropicais. Em países de clima temperado a

interrupção do desenvolvimento de pragas pode se dar devido ao inverno rigoroso. Possivelmente, em países tropicais o fator limitante pode ser a seca. Estudos associados ao custo adaptativo da resistência são igualmente relevantes.

Até o presente momento as recomendações de manejo da resistência têm sido baseadas na estratégia de alta dose/refúgio, a partir de estudos de simulações através de modelos matemáticos que muitas vezes não são reais. Um exemplo deste fato é a situação ocorrida no Estado de Arizona (EUA) onde mesmo após 6 anos de plantio de algodão *Bt*, a resistência ainda não foi detectada.

Sem dúvida, há necessidade de implementação de um programa preventivo de manejo da resistência. Para tanto, serão necessários:

- Conhecimento da linha-básica de suscetibilidade das pragas-chave às toxinas.
- Conhecimento de aspectos bioecológicos das pragas-chave (hábito alimentar, mobilidade, capacidade de dispersão etc.) para definição de arranjo e tamanho de área de refúgio.
- Programas de monitoramento da resistência.
- Programas educacionais.
- Coordenação regional.

Fluxo Gênico Através de Pólen e Sementes

Palestra: Fluxo Gênico no Gênero *Gossypium*

Expositor: Dr. Elêusio Curvelo Freire - Embrapa Algodão

Relator: Dr. Aluizio Borém - Universidade Federal de Viçosa

Uma das preocupações associadas às plantas cultivadas geneticamente modificadas é a transferência de genoma modificado para outros cultivares ou plantas nativas, devido à hibridização promovida pela polinização não controlada.

Tópicos abordados na apresentação

Foi apresentada uma revisão sobre o gênero *Gossypium* mostrando a distribuição geográfica no mundo das principais espécies cultivadas com ênfase na distribuição das espécies nativas nas regiões brasileiras. Foram discutidas as taxas de cruzamento em algodoeiros convencionais e as taxas de cruzamento entre o algodão cultivado e os algodões nativos. Brevemente foram apresentadas as medidas que estão sendo tomadas em outros países para se evitar o fluxo de

genes do algodão *Bt* para as espécies silvestres de algodão e outras variedades de interesse comercial. Ao final de sua exposição, o Dr. Elêusio apresentou uma proposta de zoneamento para o Brasil delimitando áreas onde não seria permitido o plantio de algodoeiros transgênicos com o objetivo de preservar os algodoeiros silvestres nativos. Tal proposta encontra-se no anexo I.

Os seguintes tópicos foram abordados:

- Algodão = Gênero: *Gossypium* com 50 espécies distribuídas nos continentes da Ásia, África, Austrália e América. Seis dessas espécies são alotetraplóides ($2n = 4x = 52$) e quarenta e quatro diplóides ($2n = 2x = 26$).
- As espécies mais importantes cultivadas são:
 - G. hirsutum*, com centro de origem no México e Guatemala;
 - G. hirsutum* var. *marie galante* (Algodão Mocó), com centro de origem na América Central, Antilhas e sul da América do Sul, com distribuição no Nordeste brasileiro;
 - G. barbadense*, com centro de origem no Peru e Bolívia, com distribuição por toda América do Sul e Central incluindo as regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte do Brasil;
 - G. barbadense* L., *G. barbadense* var. *brasiliensis* com o centro de distribuição apenas no semi-árido do Nordeste do Brasil;
 - G. mustelinum*, com centro de origem e distribuição apenas no semi-árido do Nordeste do Brasil.
- Expedições de Busca e Coleta de Germoplasma: A partir de 1920 com a coleta de mais de 1000 acessos de diferentes espécies.
- Preservação das espécies silvestres:
 - Estas espécies estão ameaçadas pelo avanço da moderna cotonicultura.
 - É necessário que se delimite áreas para liberação de algodão GM (áreas de exclusão).
- Fluxo gênico no algodoeiro: Taxa de alogamia: 0,2 a 70% (autógama c/ alogamia).
- Fatores que favorecem o fluxo gênico:
 - Presença de agentes polinizadores (a polinização é sempre entomófila)

Presença de vegetação nativa

Presença de pequenas lavouras (2,5 hectares em média) entremeadas de caatinga (muitas abelhas)

Longo período de florescimento

Viabilidade do pólen : 24 h

Receptividade do estigma: 24 h

- No Brasil as taxas de cruzamento, variando em função do tamanho das lavouras e presença da vegetação nativa, são:
Nordeste: 1 a até 100%
Sul-Sudeste: 1 a 41%
Cerrado: 1 a 32% (áreas com 500 hectares em média)
- O fluxo de pólen e fluxo gênico nos algodoeiros GM é bastante semelhante aos algodoeiros convencionais.
- México, Austrália, Índia, China e EUA possuem espécies silvestres e já cultivam o algodão GM.3
- Estratégias utilizadas nos outros países para se evitar o fluxo gênico:
Zonas de exclusão: no Havaí não é permitido o cultivo do algodão GM e na Flórida existem zonas de exclusão.
Barreiras e distância de isolamento: na Florida 460 m de distância das espécies silvestres. No Arizona a distância de isolamento é de 460 metros para espécies diferentes e 1610 para as variedades coloridas.
- Perspectivas do uso de Algodão Transgênico no Brasil: Produtores de algodão defendem o uso do produto GM.
- Proposta de Zoneamento para o Brasil:
Municípios com maior variabilidade de espécies silvestres devem passar a ser zonas de exclusão, não sendo permitido o plantio do algodão GM;
Municípios sem a presença de populações de espécies silvestres ou com baixa diversidade de espécies silvestres estariam liberados para o cultivo do algodão GM (ver Anexo I).

Palestra: As Abelhas e o Algodão *Bt*

Expositor: Dr. Fernando Silveira - Universidade Federal de Minas Gerais

Relator: Dr. Aluizio Borém - Universidade Federal de Viçosa

Foi apresentada uma breve revisão sobre as abelhas e a diversidade das mesmas nas regiões em que o algodão é plantado no Brasil e sobre as relações entre esses insetos e a cultura do algodoeiro. Apresentou também uma previsão de quais grupos desses insetos poderiam ser provavelmente encontrados nas flores dos algodoeiros no país. Foi discutido também o impacto que o pólen contendo toxinas *Bt* poderia ter sobre abelhas susceptíveis e sobre o impacto que isto poderia ter sobre a cultura do algodoeiro e sobre outros organismos. Finalmente, foi discutido o risco de transferência dos genes *Bt*, pelas abelhas, para outros cultivares e linhagens silvestres de *Gossypium*.

Os seguintes tópicos foram abordados:

- As abelhas: Quem são?
 - São vespas coletoras de pólen,
 - 20 a 30 mil espécies conhecidas no mundo,
 - ± 6 mil espécies conhecidas no Brasil,
 - ± mil espécies conhecidas no DF, em MG e SP:,
 - 85% das espécies são solitárias,
 - Maioria constrói ninhos no solo,
 - Maioria é sazonal,
 - Principais visitantes florais na natureza.

- As abelhas no cerrado:
 - No cerrado 30% das plantas são polinizadas exclusivamente por abelhas e 45% beneficiam-se da ação das mesmas,
 - Fauna muito rica: 2000 espécies ou mais em todo o bioma,
 - Faunas locais com cerca de 200 espécies em áreas de 1-2ha,
 - Populações, em média, pequenas, com muitas espécies raras,
 - Grande variação na composição de faunas locais,
 - Fauna caracterizada pela riqueza em espécies de alguns grupos específicos,
 - Poucas espécies endêmicas reconhecidas.

- As abelhas na Caatinga:
 - Fauna relativamente pobre,
 - 187 espécies conhecidas para todo o bioma,

- Faunas locais com cerca de 45 espécies em áreas de 1-2há,
- Populações sempre muito pequenas, exceto por umas poucas espécies sociais,
- Fauna mais homogeneamente distribuída no bioma,
- Fauna caracterizada pela riqueza em espécies de alguns gêneros específicos,
- 32% das espécies conhecidas são endêmicas.

A flor do algodoeiro e sua atratividade para abelhas:

- O algodoeiro é considerado importante fonte de néctar: produção de 300 kg de mel/ha (*G. barbadense*) e 90 kg/ha (*G. hirsutum*),
 - Maior volume de néctar nos nectários florais,
 - Maior visitação por *Apis mellifera* nos nectários extra-florais (3%),
 - Principais visitantes florais variam de região para região e ao longo do tempo.
-
- Benefícios advindos da visitação das flores do algodoeiro pelas abelhas:
 - Apesar do algodoeiro ser parcialmente auto-fértil,
 - Maior produtividade em fibras e sementes quando visitado por abelhas (25% a 60%),
 - Menor quebra de frutos na colheita,
 - Menor queda de frutos (52% ® 32%).
-
- Abelhas silvestres normalmente mais eficientes do que a abelha melífera.
-
- Abelhas do cerrado e caatinga nas flores do algodoeiro:
 - Aparentemente, não existem inventários de visitantes das flores do algodoeiro no Brasil.
 - Abelhas de gêneros que visitam as flores do algodoeiro em outros países:
 - Caatinga – 28 espécies.
 - Cerrado – 42 espécies.
-
- Abelhas visitantes das flores de outras Malvaceae (*Gaya, Herissantia, Malvastrum, Peltaea, Sida, Sidastrum, Wissadula e Urena*):
 - Caatinga – 20 espécies.
 - Cerrado – 40 espécies.
-
- Impacto potencial do algodoeiro *Bt* sobre as abelhas:
 - Grandes plantações constituem grandes concentrações de recursos para

abelhas.

- Benefícios e prejuízos para abelhas num raio de vários quilômetros.
- Abelhas melíferas (gênero *Apis*) pouco sensíveis a formulações comerciais de *Bt*.
 - Outras espécies?
 - Qualidade dos experimentos?
- Efeitos diretos: sobre as abelhas
- Efeitos indiretos: sobre microflora do alimento
- Mortalidade de abelhas pode levar a:
 - Redução na produtividade da cultura do algodão
 - Redução na produtividade de outras plantas (cultivadas ou não)
 - Escassez de alimento para outros animais
- Abelhas como dispersoras de pólen *Bt*:
 - Transferência de transgenes:
 - Desequilíbrio no ambiente agrícola (plantas daninhas mais agressivas).
 - Desequilíbrio no ambiente natural (plantas mais competitivas e substituição de fontes de alimento por linhagens tóxicas).
 - Espécies de *Gossypium* nativas do Brasil:
 - G. hirsutum caicoense* (Caicó, Rio Grande do Norte)
 - G. barbadense brasiliensis* (Leste tropical da América do Sul)
 - Espécies compatíveis, capazes de hibridização
 - Várias abelhas capazes de transportar o pólen
 - Espécies maiores (*Bombus* spp., *Xylocopa* spp. e, até mesmo, *Apis mellifera*) capazes de transportá-lo por vários quilômetros.
 - Risco de transferência alto, considerando que ele pode ocorrer mesmo com fluxos gênicos baixos.
- Abelhas como dispersoras de pólen *Bt*/ Estudos necessários:
 - Inventário de populações silvestres do algodoeiro
 - Inventário de visitantes florais nas várias espécies e linhagens, em diferentes regiões
 - Comportamento de forrageamento dos visitantes florais
 - Biologia floral das várias espécies e linhagens do algodoeiro
 - Compatibilidade genética entre o algodoeiro e outras malváceas
 - Barreiras físicas e biológicas à dispersão do pólen

Tópicos debatidos após a apresentação:

Moderador: Prof. Robinson Pitelli – UNESP - Jabotical

Relator: Dr. Aluizio Borém - Universidade Federal de Viçosa

Fluxo gênico por sementes: É uma possibilidade no caso do algodoeiro.

As sementes silvestres podem se dispersar pelo vento e através dos cursos de água. As sementes comerciais podem se dispersar através do maquinário e do transporte. O comércio de caroços para extração do óleo é difuso e em todo o país.

- O fluxo gênico através de pólen - O fluxo gênico existe entre o algodão cultivado e as espécies silvestres e já vem sendo estudado. Ainda não se detectou genes das espécies cultivadas nas silvestres. Porém, é necessário que se meça o fluxo gênico utilizando técnicas mais acuradas (p.ex. marcadores moleculares) e a grandes distâncias. Estas técnicas já estão sendo utilizadas em estudos no Brasil para espécies arbóreas não cultivadas. É importante avaliar as espécies silvestres de algodão quanto à introdução de genes das espécies cultivadas e foi sugerido que se estudasse a distância de fixação de transgenes nas espécies nativas. É muito importante que se avalie o impacto dos transgenes nas populações nativas.
- Foi discutido se existe algum exemplo de introgressão de genes do algodão cultivado para os silvestres e também a rusticidade das espécies silvestres. Segundo o Dr. Elêusio o fluxo ocorre principalmente das espécies silvestres para as espécies cultivadas em condições controladas (artificial). O algodão cultivado não sobrevive na natureza sem o auxílio do homem. Fluxo gênico sempre ocorre no gênero *Gossypium*. Não existem estudos mostrando o fluxo gênico para outras malváceas. As espécies silvestres no Brasil estão em extinção e o fluxo gênico provavelmente não terá qualquer impacto nestas populações. A característica de resistência a herbicidas quanto característica de resistência a insetos não conferem vantagem adaptativa as espécies silvestres. Se o gene fosse para resistência ao ataque do bicudo, *Antonomus grandis*, ocorreria vantagem competitiva.
- Medidas de prevenção utilizadas em outros países - Foi levantada a questão de que existem dados contraditórios e não fundamentados em resultados de pesquisa quanto às distâncias de isolamento exigidas em outros países

para se evitar o fluxo gênico. Afirmou-se que existem dois pesos e duas medidas no estabelecimento de distâncias de isolamentos. Geralmente, estas distâncias quando se referem ao algodão comercial são maiores do que aquelas exigidas em relação às populações de algodão silvestres. Foi argumentado que as diferenças de distâncias de isolamento para algodão colorido e para produção de sementes está fundamentada nos riscos de ocorrência e impacto da fecundação cruzada. Enquanto uma pequena taxa de fecundação cruzada tem um impacto pequeno na produção de sementes, esta pode ter um impacto maior na produção de fibras coloridas.

- Necessidade de Pesquisas - Há necessidade de fazer pesquisas para responder questões emergentes. A maior parte da biodiversidade está nos bancos de germoplasma.
- Polinização por abelhas - Foi lembrado que 97,5% das espécies nativas são polinizadas por insetos e vertebrados (pássaros e morcegos). Foi discutida a necessidade de realizar estudos mais detalhados sobre a diversidade da fauna de abelhas que utilizam o pólen do algodão como fonte de recurso e indiretamente realizam a polinização. O conhecimento sobre as abelhas da caatinga é incipiente. Por exemplo, algumas espécies que são freqüentemente citadas como polinizadoras do algodão no nordeste, são espécies que não tem distribuição no Brasil. Foi informado que existem atualmente programas para financiamento de pesquisas com polinizadores.

Principais Conclusões e Recomendações dos Grupos de Trabalho

Aspectos Gerais

Apesar dos esforços de discutir exaustivamente cada um dos tópicos deste Painel, não se teve a pretensão de esgotar todos os assuntos que poderiam ser relevantes para os objetivos propostos. Os participantes contribuíram ao máximo dentro de suas respectivas áreas de conhecimento e de suas competências e se esforçaram para que se chegasse a conclusões de consenso que são descritas seguir.

Sem a intenção de diminuir a importância dos assuntos abaixo listados, o Painel chama a atenção para um tópico particular de grande relevância: a presença no

território brasileiro de espécies silvestres sexualmente compatíveis com o algodoeiro cultivado, *Gossypium hirsuto*, abrindo-se a possibilidade de transferência de transgenes para genótipos relevantes para a conservação de germoplasma. Populações de raças silvestres ou asselvajadas do gênero *Gossypium* no Brasil estão distribuídas em áreas restritas, e, possivelmente, algumas destas populações encontram-se ameaçadas de extinção. Sendo assim, o Painel recomenda aos órgãos responsáveis pela autorização de liberação no meio ambiente de OGMs que, ao aplicarem as normas que regulam os testes e experimentos de campo com algodão transgênico, observem a necessidade de proteger as áreas de ocorrência de tais populações, obedecendo os limites de exclusão tentativamente delineados no mapa contido no Anexo I. Este mapa aponta a localização das regiões de distribuição natural das populações silvestres e asselvajadas, e propõe as zonas de exclusão que devem ser mantidas livres do plantio de algodão geneticamente modificado. Enquanto é imprescindível e urgente que seja feito um zoneamento ecológico geograficamente e ecologicamente fundamentado das espécies de *Gossypium* no Brasil, o Painel recomenda que sejam obedecidas as zonas aproximadas de exclusão proposta no mapa do Anexo I e na sessão sobre fluxo gênico deste relatório.

O Painel reconhece a relevância de formar um banco de dados sobre as informações fundamentais já disponíveis na literatura sobre a biologia do algodoeiro no Brasil, sobre as espécies de plantas, animais e microrganismos associados, sobre o histórico da cultura e as práticas culturais aplicadas na lavoura. Há, no entanto a necessidade de aumentar estes conhecimentos através de pesquisa complementar e sistemática. Os assuntos a seguir foram citados como relevantes e prioritários para subsidiar a análise de riscos do plantio de algodão resistente a insetos em território brasileiro. A necessidade e extensão destes estudos dependerá de uma avaliação preliminar ordenada dos conhecimentos já adquiridos e disponíveis na literatura.

Organismos Não-Alvo

Inimigos naturais das pragas do algodoeiro:

- Definição de metodologias padronizadas para experimentação (ensaios de laboratório, casa-de-vegetação e campo).
- Desenho de experimentos de laboratório e campo com significância ecológica (representativo da condição ecológica real) e de forma a prover resultados que permitam uma análise estatística valorosa.
- Priorização dos experimentos com inimigos naturais relevantes, priorizando de

acordo com a região geográfica: *Geocoris*, *Orius*, *Chrysoperla*, coccinelídeos, sirfídeos, *Podisus*, vespas, *Calosoma*, aranhas, *Trichogramma*, braconídeos, *Campoletis*, *Microcharopsis*, *Lesiflebus*, *Nomuraea*, *Entomophthora*, Baculovirus de *Heliothis*.

- Utilização nos bioensaios de organismos cuja metodologia de criação está estabelecida (populações representativas no campo).
- Estabelecimento de metodologias de criação de insetos de importância prioritária (principais pragas e inimigos naturais para os quais não existe metodologia estabelecida).
- Estudos de dinâmica populacional de inimigos naturais das pragas do algodoeiro.
- Determinação de “níveis razoáveis de risco”, nível no qual determinados riscos são aceitáveis, baseando-se na análise fundamentada cientificamente dos benefícios dos cultivos transgênicos em relação a outros sistemas de produção.

Herbívoros não-alvo:

- Estudos de dinâmica populacional de pragas não-alvo.
- Inventário das espécies de abelhas em áreas representativas do algodoeiro no Brasil.
- Inventário das espécies de abelhas silvestres em algodoeiros selvagens e asselvajados - Seleção de espécies de maior valor ecológico para testes de toxicidade com algodão GM.
- Monitoramento de longo prazo de populações de insetos em lavouras comerciais.
- Suscetibilidade de lepidópteros não-alvo (dependendo de informações sobre a movimentação de pólen e outros tecidos da planta com presença da toxina).
- Efeito do néctar do algodão *Bt* sobre outros insetos que visitam a cultura.

Microbiota do Solo:

- A toxina é exsudada pela raiz em variedades a serem lançadas no Brasil?
- A toxina permanece nos resíduos culturais em solos representativos da cultura do algodoeiro no Brasil? Por quanto tempo?
- Como é a degradação da toxina *Bt* em solos representativos da cultura do algodoeiro no Brasil?
- O algodão GM afeta a microbiota do solo? De que forma?

- Quais são os indicadores biológicos mais confiáveis para avaliar o efeito do algodão GM na microbiota?
- Estudo de comunidades do solo.
Microorganismos indicadores representativos das diferentes guildas, como por exemplo: fixadores de nitrogênio, solubilizadores de nutrientes, patógeno de planta, agente de controle biológico, etc... (*Rhizobium*, micorriza, *Trichoderma*, *Gliocadium*, *Bacillus subtilis*, *Xanthomonas malvacea*, ramulose).
- O que seria um "efeito aceitável" do algodão GM sobre a microbiota do solo?

Outros:

- Efeito da proteína *Bt* no solo sobre vermes como minhocas.
- Qual o efeito do algodão GM sobre microrganismos endofíticos?

Manejo de Resistência

- Utilizar o MRI inserido no contexto de Manejo Integrado de Pragas (MIP).
- Estabelecer a prioridade dos insetos pragas a serem manejados para os eventos em questão.
- Conduzir estudos bibliográficos do histórico de resistência da(s) praga(s) alvo a qualquer outro agente de controle.
- Identificar os fatores que influenciam a evolução da resistência a algodão *Bt*.
- Caracterizar o fluxo gênico entre populações da(s) praga(s) alvo.
- Identificar os fatores biológicos associados ao desenvolvimento da resistência: número de gerações; mobilidade da praga; fatores bióticos de mortalidade.
- Caracterizar os fatores operacionais associados ao desenvolvimento da resistência: expressão da proteína na planta; número de genes de proteínas na planta; nível de exposição da praga à planta geneticamente modificada.
- Projetos devem abordar:
 - Bioecologia: aspectos de dispersão de praga.
 - Dinâmica populacional das espécies alvo e inimigos naturais.
 - Linha básica de suscetibilidade a toxinas *Bt*.
 - Estudos de variabilidade genética de espécies alvo.

Fluxo Gênico Através de Pólen e Sementes

- Realizar um levantamento da literatura sobre fluxo gênico e assuntos correlatos e elaborar um resumo / texto executivo.
- Levantamento circadiano das espécies de abelhas que visitam as flores do

algodão nas regiões limítrofes entre o algodão cultivado e as populações silvestres (Seridó e Pantanal/ Baixada Cuiabana).

- Realizar estudos sobre o comportamento de forrageamento das principais espécies de abelhas polinizadoras do algodão.
- Realizar estudos sobre a compatibilidade sexual entre o algodão e outras malváceas e grupos aparentados (estudos de laboratório).
- Realizar estudos sobre o fluxo gênico real utilizando marcadores genéticos.
- Estimular expedições de busca e coleta de germoplasma, especialmente *G. barbadense*.
- Apoiar ações para o armazenamento de germoplasma.
- Mapear as rotas de movimentação (transporte) de caroços para óleo no país.
- Realizar estudos para subsidiar o estabelecimento de áreas de exclusão do algodão GM, na possibilidade de liberação do produto.

Referências Bibliográficas

GOULD, F. Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: integrating pest genetics and ecology. **Annual Review Entomology**, v.43, p.701-726, 1998.

GARRETT, K.A.; MUNDT, C.C. Epidemiology in mixed host populations. **Phytopatology**, v.89, p.984-990, 2001.

LEACH, J. E.; VERA CRUZ, C. M.; BAI, J.; LEUNG, H. Pathogen fitness penalty a predictor of durability of disease resistance genes. **Annual Review Phytophology**, v.39, p.187-224, 2001.

LOSEY, J. E.; RAYOR, L. S.; CARTER, M. E. Transgenic pollen harms monarch larvae. **Nature**, v.399, p.214, 1999.

SHELTON, A. M.; ZHAO, J. Z.; ROUSH, R. T. Economic, ecological, food safety, and social consequences of deployment of Bt transgenic plants. **Annual Review Entomology**, v.47, p.845-881, 2002.

WILSON, J. P.; GATES, R. N.; PANWAR, M. S. Dynamic multiline population approach to resistance gene management. **Genetical Phytopathology**, v.91, p.255-260, 2001.

UTHARMASAMY, S.; RAGURAMAN, S. Transgenic cotton for insect resistance. In: IGNACIMUTHU, S.; JANARTHANAN, S. (Ed.). Biotechnological applications for integrated pest management. Enfield, USA; Plymouth, UK: **Science Publishers**, 2000. p.13-21.

Anexo I

Proposta de Zoneamento do Brasil para Utilização com Algodões Transgênicos

Elêusio Curvelo Freire

Pesquisador Embrapa Algodão

Em termos de zoneamento das áreas de preservação de algodoeiros silvestres, são apresentadas as seguintes delimitações para preservação de cada germoplasma (Fig. 1):

- Preservação do *G. mustelinum*: municípios de Acari, Caicó, Currais Novos e Parelhas, no Rio Grande do Norte; e Macururé e Caraíba, na Bahia;
- Preservação do algodão mocó - *G. hirsutum marie galante*: municípios de Acari, Caicó, Currais Novos e Parelhas, no Rio Grande do Norte;
- Preservação do algodoeiro *G. Barbadense*: regiões de mata atlântica do Estado do Espírito Santo ao Rio Grande do Norte; Amazônia Legal dos Estados do Pará, Amazonas, Rondônia, Acre, Roraima e Amapá; sede dos municípios de baixa altitude (sem região de cerrado) dos Estados do Maranhão e Piauí; municípios de colonização antiga da Bahia e Minas Gerais; região de baixa altitude circunvizinha ao cerrado mato-grossense, incluindo Cuiabá, Cáceres, Poconé, Jangada, Rosário, Arenápolis, Nortelândia, Diamantino, Vila Bela de S. Trindade e Chapada dos Guimarães.

As áreas em branco no mapa poderiam ser liberadas para estudos com algodões transgênicos e possível liberação futura de sua exploração comercial sem problemas de fluxo gênico com os algodoeiros silvestres brasileiros.



OBS: Regiões em branco a serem liberadas para pesquisa e uso com algodões transgênicos

Anexo II

Lista de Participantes

NOME: **ADAILTON TOMAZ DA SILVA**

Instituição: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Setor: Área Vegetal

Endereço: Praça Dr. Duarte, 10 6º andar

CEP: 38400-156 Cidade: Uberlândia - MG

Fone: (34) 3216 5613

E-mail: curttesilva@centershop.com.br

NOME: **ALUIZIO BORÉM**

Instituição : Universidade Federal de Viçosa

Setor: Dept. de Fitotecnia

Endereço: Av. Hólfs S/N - Campus Universitário

CEP: 36571-000 Cidade: Viçosa, MG

Fone: (31) 3899-1163 // 945-6604 Fax: 3899-2614

E-mail: borem@ufv.br

NOME: **ANA LUCIA ASSAD**

Instituição : Ministério da Ciência e Tecnologia

Setor: Coordenação Geral de Biotecnologia

Endereço: Esplanada dos Ministérios, bloco E

CEP: 70067-900 Cidade: Brasília, DF

Fone: (61) 317 8008

E-mail: aassad@mct.gov.br

NOME: **ANTONIO SHINJI MIYASAKA**

Instituição : Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Setor: Coordenação e Fiscalização de Agrotóxicos

Endereço: Esplanada dos Ministérios – Bloco D

CEP: 70043-900 Cidade: Brasília, DF

Fone: (61) 218-2445

E-mail: antoniosm@agricultura.gov.br

NOME: **BRÁULIO DIAS**

Instituição : Ministério do Meio Ambiente

Setor: DCBio

Endereço: Esplanada dos Ministérios Bloco B – 7º Andar
CEP: 70043-900 Cidade: Brasília, DF
Fone: (61) 317 1024
E-mail: braulio.dias@mma.gov.br

NOME: CARMEN SILVIA SOARES PIRES

Instituição : Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Departamento: Controle Biológico
Endereço: Parque Estação Biológica, W5 Norte (final)
CEP: 70770-900 Cidade: Brasília, DF
Fone: (61) 448-4682 Fax: 340-3624
E-mail: cpires@cenargen.embrapa.br

NOME: CELSO OMOTO

Instituição : ESALQ
Setor: Departamento de Entomologia
Endereço: Av. Pádua Dias, 11
CEP: 13418-900 Cidade: Piracicaba, SP
Fone: (19) 3429-4199
E-mail: celomoto@carpa.ciagri.usp.br

NOME: CLARA OLIVEIRA GOEDERT

Instituição : Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Departamento: Chefia Adjunta de Pesquisa e Desenvolvimento
Endereço: Parque Estação Biológica, W5 Norte (final)
CEP: 70770-900 Cidade: Brasília, DF
Fone: (61) 448-4604
E-mail: cgoedert@cenargen.embrapa.br

NOME: CRISTINA ALBUQUERQUE

Instituição : CTNBio
Setor:
Endereço: SPO – Area 5 – Quadra 3 – bloco a – 1º andar
CEP: 70610-200 Cidade: Brasília, DF
Fone: (61) 411-5516
E-mail: cpossas@mct.gov.br

NOME: EDISON RYOITI SUJII

Instituição : Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Setor: Controle Biológico

Endereço: Parque Estação Biológica, W5 Norte (final)

CEP: 70770-900 Cidade: Brasília, DF

Fone: (61) 448-4775 Fax: 340-3624

E-mail: sujii@cenargen.embrapa.br**NOME: EDNILZA PEREIRA FARIAS DIADS**

Instituição : Universidade Federal da Paraíba

Setor: Centro de Assistência Toxicológica

Endereço: HULW – Campus I

CEP: 58059-900 Cidade: João Pessoa - PB

Fone: (83) 216-7007 Fax: 224-6688

E-mail: ednilza@terra.com.br**NOME: ELEUSIO CURVELO FREIRE**

Instituição : Embrapa Algodão

Setor: Chefia Geral

Endereço: R. Osvaldo Cruz, 1143 - Centenário

CEP: 58107-720 Cidade: Campina Grande, PB

Fone: (83) 341-3608 / 341-5365

E-mail: eleusio@cnpa.embrapa.br**NOME: ELIANA MARIA GOUVEIA FONTES**

Instituição : Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Setor: Controle Biológico

Endereço: Parque Estação Biológica, W5 Norte (final)

CEP: 70770-900 Cidade: Brasília, DF

Fone: (61) 448-4793

E-mail: eliana@cenargen.embrapa.br**NOME: FERNANDA DINIZ**

Instituição : Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Setor: Área de Comunicação Social

Endereço: Parque Estação Biológica, W5 Norte (final)

CEP: 70770-900 Cidade: Brasília, DF

Fone: (61) 448-4668

E-mail: Fernanda@cenargen.embrapa.br

NOME: FERNANDO AMARAL SILVEIRA

Instituição : UFMG

Setor: Inst. de Ciências Biológicas Dep. Zoologia

Endereço: Av. Antonio Carlos, 6627 - Pampulha

CEP: 31270-901 Cidade: Belo Horizonte, MG

Fone: (31) 3499-2902

E-mail: fernando@mono.icb.ufmg.br

NOME: FERNANDO BARCELLOS RAZUCK

Instituição : MCT

Setor: Coordenação de Biotecnologia

Endereço: Esplanada dos Ministérios – Bloco E

CEP: 70067-900 Cidade: Brasília, DF

Fone: (61) 317-8008

E-mail: fbrazuck@mct.gov.br

NOME: FLÁVIO BERTIN GANDARA

Instituição : ESALQ

Setor: Departamento de Ciências Biológicas

Endereço: Av. Pádua Dias, 11

CEP: 13418-900 Cidade: Piracicaba, SP

Fone: (19) 9726-1383

e-mail: fgandara@carpa.ciagri.usp.br

NOME: GAETAN SERGE JEAN DUBOIS

Instituição : IBAMA

Setor: Diretoria de Licenciamento e Qualidade Ambiental - DLQA

Endereço: Sain Av. L4 norte Ed. Sede do IBAMA

CEP: 70800-200 Cidade: Brasília, DF

Fone: (61) 316 1211 / 316-1332

E-mail: jdubois@sede.ibama.gov.br

NOME: GUTEMBERG DELFINO DE SOUSA

Instituição : MCT

Setor: CTNBio

Endereço: SPO Área 5 Quadra 03 Bloco A - Sala 107

CEP: 70610-200 Cidade: Brasília, DF

Fone: (61) 411 5172

E-mail: guto@mct.gov.br

NOME: JOSÉ IVO BALDANI

Instituição : Embrapa Agrobiologia

Setor: Chefia de Pesquisa e Desenvolvimento

Endereço: BR 465 Antiga Estrada Rod. Rio/São Paulo KM 47

CEP: 23851-970 Cidade: Seropédica, RJ

Fone: (21) 2682 1500 r. 244

E-mail: ibaldani@cnpab.embrapa.br**NOME: JEAN LOUIS BELOT**

Instituição : CIRAD

Setor: Dept. de Culturas Anuais Cirad –CA (Programa Algodão)

Endereço: SHIS QI 15 Cj 15 casa 03

CEP: 71635-350 Cidade: Brasília - DF

Fone: (61) 364 4306

E-mail: jean_louis.belot@zaz.com.br**NOME: JOSE JANDUÍ SOARES**

Instituição : Embrapa Algodão

Setor: Pesquisa

Endereço: R. Osvaldo Cruz, 1143 - Centenário

CEP: 58107-720 Cidade: Campina Grande, PB

Fone: (83) 341-36-08

E-mail: soares@cnpa.embrapa.br**NOME: JOSE MAGID WAQUIL**

Instituição : Embrapa Milho e Sorgo

Setor: Pesquisa

Endereço: Rod. MG 424 KM 65

CEP: 35701-970 Cidade: Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3779-1097

E-mail: waquil@cnpms.embrapa.br**NOME: JULIO VIGLIONE PENNA**

Instituição : Universidade Federal de Uberlândia

Setor: Inst. Ciências Agrárias

Endereço: Av. Pará, S/N

CEP: 38400-902 Cidade: Uberlândia, MG

Fone: (34) 321-4957 r. 213
e-mail: penna@umarama.ufu.br

NOME: KATIA REGINA EVARISTO DE JESUS

Instituição : Embrapa Meio Ambiente
Setor: Pesquisa
Endereço: Rod. SP 340 km 127,5 - Tanquinho Velho
CEP: 13820-000 Cidade: Jaguariúna, SP
Fone: (19) 3867 8741
E-mail: katiareg@cnpmembrapa.br

NOME: LEDA CRISTINA DE MENDONÇA

Instituição : Universidade Federal do Rio de Janeiro
Setor: Instituto de Microbiologia
Endereço: Ilha do Fundão – C. P. 68028
CEP: 21944-970 Cidade: Rio de Janeiro, RJ
Fone: (21) 2590-3093 / 9988-4496
E-mail: leda@ibpinet.com.br

NOME: LIDIO CORADIN

Instituição: Ministério do Meio Ambiente
Setor:
Endereço: Esplanada dos Ministérios – Bloco B – sala 819
CEP: 70068-900 Cidade: Brasília, DF
Fone: (61) 317-1084
E-mail: lcoradin@mma.gov.br

NOME: LUCIO ANTONIO DE OLIVEIRA CAMPOS

Instituição : Universidade Federal de Viçosa
Setor: Dep. de Biologia Geral
Endereço: Av. P.H. Rolfs s/n
CEP: 36571-000 Cidade: Viçosa, MG
Fone: (31) 3899-1299
E-mail: lcampos@mail.ufv.br

NOME: LUZIA HELENA CORREA LIMA

Instituição : Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Setor: Controle Biológico

Endereço: Parque Estação Biológica, W5 Norte (final)
CEP: 70770-900 Cidade: Brasília, DF
Fone: (61) 448-4675
E-mail: luzia@cenargen.embrapa.br

NOME: MARCIA BARRETO DE MEDEIROS NOBREGA

Instituição : Embrapa Algodão
Setor: Melhoramento
Endereço: R. Osvaldo Cruz, 1143 - Centenário
CEP: 58107-970 Cidade: Campina Grande, PB
Fone: (83) 341-3608
E-mail: márcia@cnpa.embrapa.br

NOME: MARCOS RODRIGUES DE FARIA

Instituição : Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Setor: Controle Biológico
Endereço: Parque Estação Biológica, W5 Norte (final)
CEP: 70770-900 Cidade: Brasília, DF
Fone: (61) 448-4674
E-mail: faria@cenargen.embrapa.br

NOME: MARCUS VINICIUS SEGURADO COELHO

Instituição : MCT
Setor: CTNBio
Endereço: SPO – Area 5 – Quadra 03 – Bloco A
CEP: 70610-200 Cidade: Brasília, DF
Fone: (61) 411-5132
E-mail: mcoelho@mct.gov.br

NOME: MARIA FATIMA GROSSI DE SÁ

Instituição : Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Setor: Biotecnologia
Endereço: Parque Estação Biológica, W5 Norte (final)
CEP: 70770-900 Cidade: Brasília, DF
Fone: (61) 448-4701
E-mail: fatimasa@cenargen.embrapa.br

NOME: MARIA JOSE AMSTALDEN SAMPAIO

Instituição : Embrapa Sede

Setor: Secretaria de Propriedade Intelectual

Endereço: Parque Estação Biológica - w3 Norte (final)

CEP: 70770-901 Cidade: Brasília, DF

Fone: (61) 448-4545

E-mail: sampaio@sede.embrapa.br

NOME: NORMA GOUVÊA RUMJANEK

Instituição : Embrapa Agrobiologia

Setor: Pesquisa

Endereço: Antiga Estrada Rodovia Rio/São Paulo - Km 47

CEP: 23851-970 Cidade: Seropédica, RJ

Fone: (21) 2682-1500 // 9263-7972

E-mail: norma@cnpab.embrapa.br

NOME: ODNEI D. FERNANDES

Instituição : Monsanto do Brasil Ltda

Setor: Dep. Tecnologia

Endereço: Av. Nações Unidas, 12901 7º. andar

CEP: 04578-000 Cidade: S. Paulo - SP

Fone: (19) 9783-4992

E-mail: odnei.d.fernades@monsanto.com

NOME: PAULO AUGUSTO VIANA BARROSO

Instituição : Embrapa Algodão

Setor: Pesquisa

Endereço: R. Osvaldo Cruz, 1143 - Centenário

CEP: 58107-720 Cidade: Campina Grande, PB

Fone: (83) 341-3608

E-mail: pbarroso@cnpa.embrapa.br

NOME: PAULO EDUARDO DEGRANDE

Instituição : Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

Setor: Dep. de Ciências Agrárias

Endereço: C.P. 533 - Campus Universitário

CEP: 79804-900 Cidade: Campo Grande, MS

Fone: (67) 422-3888 r. 32

E-mail: degrande@ceud.ufms.br

NOME: PAULO YOSHIO KAGEYAMA

Instituição : ESALQ

Setor: Dep. Ciências Florestais

Endereço: Av. Pádua Dias, 11 - C.P. 09

CEP: 13418-900 Cidade: Piracicaba - SP

Fone: (19) 3436-8642

E-mail: Kageyama@carpa.ciagri.usp.br

NOME: ROBINSON PITELLI

Instituição : UNESP/Jaboticabal

Setor: Dep. de Biologia Aplicada Agropecuária

Endereço: Via Paulo Donato Castellane - Km 05

CEP: 14884-900 Cidade: Jaboticabal, SP

Fone: (16) 322-2301

E-mail: pitelli@fcav.unesp.br

NOME: ROSEANE CAVALCANTE SANTOS

Instituição : Embrapa Algodão

Setor: (desenvolvendo tese de doutorado no Cenargen)

Endereço: C. P. 02372

CEP: 70849-970 Cidade: Brasília, DF

Fone: (16) 448-4786

E-mail: roseane@cenargen.embrapa.br

NOME: SONJA MAYRA RIGHETTI

Instituição : IBAMA

Setor: Gerência Geral de Controle de Substâncias Químicas

Endereço: SAIN - L4 Norte Ed. Sede do IBAMA

CEP: 70800-200 Cidade: Brasília, DF

Fone: (61) 316 1342

E-mail: sonjamayra@hotmail.com

NOME: SUELI CORREA MARQUES DE MELLO

Instituição : Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Setor: Controle Biológico

Endereço: Parque Estação Biológica, W5 Norte (final)
CEP: 70770-900 Cidade: Brasília, DF
Fone: (61) 448-4776
E-mail: smello@cenargen.embrapa.br

NOME: TANIA ZUCCHI

Instituição : USP

Setor:

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes, 1374 – Butantã – Cidade Universitária
CEP: 00508-900 Cidade: São Paulo, SP
Fone: (11) 9629-4884 // 3091-7264
E-mail: tzucchi@uol.com.br

NOME: VERA LUCIA IMPERATRIZ FONSECA

Instituição : USP

Setor: Departamento de Ecologia

Endereço: Rua do Matão – Travessa 14 no. 321 – Butantã /Cidade Universitária
CEP: 05508-900 Cidade: São Paulo - SP
Fone: (11) 4612-8934
E-mail: vlifonse@ib.usp.br

NOME: WALTER JORGE DOS SANTOS

Instituição : IAPAR

Setor: Área de Proteção de Plantas

Endereço: Rod. Celso Garcia Cid - Km 375
CEP: 86001-970 Cidade: Londrina, PR
Fone: (43) 376-2395
E-mail: wajlor@pr.gov.br

Impressão

Gráfica Edicel

Fone: (61) 485.1530
edicel@edicel.com.br