

TALLER:

**“AVANCES EN EL DESARROLLO DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN Y
MONITOREO DE EFECTOS POTENCIALES DE LOS CULTIVOS
GENÉTICAMENTE MODIFICADOS SOBRE ORGANISMOS NO BLANCO”**

Memorias

Ciudad de México D.F., México, Julio 2-5, 2013

Organizado por:



CONABIO

COMISIÓN NACIONAL PARA EL
CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Financiado por:



SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

Contenido

Presentación.....	4
Conferencistas invitados.....	6
Avances, perspectivas e incógnitas relacionadas con los Organismos Genéticamente Modificados y sus efectos sobre el ambiente.....	10
Propuesta metodológica para evaluar los efectos de los OGM sobre los Organismos No Blanco en México basada en la experiencia de Brasil.....	18
<i>¿Por qué evaluar los riesgos de liberación de OGM sobre Organismos no blanco?</i>	19
<i>¿Cuál es la propuesta metodológica?</i>	19
Conclusiones, compromisos y cierre.....	26
Literatura citada.....	28
Agenda final.....	30
Directorio de investigadores.....	35

Presentación

Los cultivos genéticamente modificados comenzaron a introducirse, a nivel comercial, durante el año de 1996 (Mannion & Morse, 2013). En el año de 2013 se registraron 175.2 millones de hectáreas de cultivos biotecnológicos distribuidas en 27 países de los cuales 19 corresponden a naciones en vía de desarrollo y ocho son industrializadas. El 54% del área total sembrada en el año 2013 (94 millones de hectáreas) se realizó en Latinoamérica (0.1 Ha registradas en México), Asia y África (James, 2013).

Una de las principales preocupaciones en relación con estos cultivos son los posibles efectos que puedan generar sobre los organismos no blanco, es decir, aquellos para los cuales la tecnología no fue desarrollada. Estos organismos no blanco incluyen especies que prestan servicios ecosistémicos de gran importancia, pueden ser biocontroladores, polinizadores o descomponedores, entre otros (Naranjo, 2005; Marvier *et al.*, 2007; Romeis *et al.* 2008). La afectación de este tipo de organismos además de ser un problema para la biodiversidad *per se* puede generar alteraciones en las funciones ecológicas que soportan servicios ecosistémicos como el control biológico, la polinización y la productividad de los cultivos, de gran importancia para el mantenimiento de la especie humana.

Bajo este marco de referencia la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) a través de la Coordinación de Análisis de riesgo y Bioseguridad (CARB), lideró a partir del año 2012 la tarea de generar un taller dirigido a reguladores y a la comunidad científica involucrada en temas de bioseguridad de la biotecnología agrícola moderna de la región de América Latina y el Caribe. El taller denominado “*Avances en el desarrollo de metodologías de evaluación y monitoreo de efectos potenciales de los cultivos genéticamente modificados sobre organismos no blanco*”, fue desarrollado entre el 2 y el 5 de julio del año 2013 en la Ciudad de México DF y financiado con fondos provenientes de la CONABIO y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). El objetivo de la actividad fue presentar un panorama general de los criterios y metodologías actualmente propuestas para evaluar los efectos de los cultivos genéticamente modificados sobre especies no blanco.

El primer día del taller estuvo destinado a la realización de presentaciones para que los asistentes conocieran acerca del estado de liberaciones de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) en México, la problemática en particular del cultivo del algodón (elegido para trabajar en la parte práctica) y diferentes propuestas metodológicas para abordar los posibles efectos en organismos no blanco; éstas se reseñan en el apartado “*Avances, perspectivas e incógnitas relacionadas con los Organismos Genéticamente Modificados y sus efectos sobre el ambiente*”.

Durante los siguientes dos días y medio se expuso paso a paso la metodología que actualmente se utiliza en Brasil para estudios de este tipo. Se realizaron ejercicios prácticos enfocados en el conocimiento actual que se tiene sobre el cultivo de algodón en México y como resultado se generaron listas de especies asociadas y priorizaciones de organismos de interés a la hora de realizar evaluaciones de riesgo particularmente en torno a los organismos no blanco. La metodología se describe en el capítulo “*Propuesta metodológica para evaluar los efectos de los OGM sobre los Organismos No Blanco en México basada en la experiencia de Brasil*”.

Al final de la actividad se propuso el desarrollo de una red temática regional que se espera sirva como instrumento de comunicación y trabajo para la generación de información relevante en procesos de toma de decisiones relacionados con la liberación de OGM en México y otros países latinoamericanos y del Caribe.

Este documento describe las actividades llevadas a cabo durante los cuatro días de actividad. Cuenta con hipervínculos que llevan al lector a cada una de las presentaciones realizadas en el evento en formato pdf para su consulta. Al final se encuentra un directorio de investigadores relacionados con el área de interés del taller.

Conferencistas invitados

Doctor David Andow

B.S. Brown University, Providence, Rhode Island, 1977, Biology, *magna cum laude*.
Ph.D. Cornell University, Ithaca, New York, 1982, Ecology.

Coordinador de proyecto GMO ERA (Genetic Modified Environmental Risk Methodologies). Ha realizado diferentes consultorías relacionadas con Bioseguridad y agricultura sostenible. Sus intereses de investigación se resumen a continuación:

Evaluación de riesgo ecológico a causa de estresores de tipo biológico (especies invasoras y organismos genéticamente modificados). Manejo de resistencia en insectos; flujo de genes y sus consecuencias; efectos sobre especies no blanco. Política asociada a Organismos Genéticamente Modificados. Ecología de enemigos naturales en redes tróficas relacionados con cultivos agrícolas, incluyendo interacciones que involucran predadores tales como Antocóridos, Coccinélidos, Crisópidos y parasitoides en maíz. Uso de diversidad de la vegetación en la conservación de enemigos naturales.

Actualmente se encuentra vinculado a la Universidad de Minnesota – Departamento de Entomología

Doctor Edison Ryoti Sujii

Doutorado em Ecologia, Universidade Estadual de Campinas e Purdue university
Mestrado em Ecologia, Universidade Estadual de Campinas
Ingeniero Agrónomo, Universidade de Brasilia

Trabaja para la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria -Embrapa. Se especializa en ecología cuantitativa con énfasis en dinámica de poblaciones y control biológico de plagas agrícolas. Ha participado en varios proyectos de bioseguridad (GMO-ERA y Lac Biosafety) en los que ha contribuido al desarrollo de modelos metodológicos de evaluación de riesgo sobre especies no objetivo.

Doctora Carmen Pires

Doutorado em Biologia, Northern Arizona University
Mestrado em Entomologia, Universidade Federal de Vicosa
Licenciatura em Biologia, Universidade Federal de Vicosa

Investigadora de Embrapa con amplia experiencia en el área de la ecología de insectos con énfasis en dinámica de poblaciones e interacciones tritróficas. Desde el año 2003 ha estado vinculada en varios proyectos de análisis de riesgo ambiental de Organismos Genéticamente Modificados sobre organismos no blanco (depredadores, polinizadores y herbívoros no blanco).

Doctora Francisca Acevedo Gasman

Doctorado en Biología Molecular de plantas, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos, España.

M. Sc. en Genética de Plantas, Colegio de Postgraduados, México
B.Sc. Biology, Grinnell College, USA

Coordinadora de Análisis de riesgo y bioseguridad durante 10 años en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad – Conabio en México. Ha liderado el desarrollo de proyectos de generación de información relevante de línea base relacionada con agrobiodiversidad vinculada particularmente a Organismos Genéticamente Modificados que han sido liberados en México.

Doctor Javier Trujillo

Ph. D. 1987. University of California at Berkeley, EUA.
Ing. Agr. 1980. Universidad Autónoma Chapingo, México.

Director General de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria – Senasica, el cual hace parte de la secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación – Sagarpa, en México.

M. en C. José Abel López Buenfil

Director del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria – Senasica, el cual hace parte de la secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación – Sagarpa, en México.

Doctora Ana Wegier

Doctora en Ciencias Biomédicas. 2013. Universidad Nacional Autónoma de México.
M. en C. Biológicas. 2005. Universidad Nacional Autónoma de México
Lic. Biología. 2001, Universidad Nacional Autónoma de México

Investigadora vinculada al área de Biotecnología Forestal del Instituto de Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. La doctora Wegier se interesa en las áreas de biología evolutiva, interacciones planta-insecto, agricultura y conservación biológica de especies de interés agrícola y sus parientes silvestres, ha desarrollado la mayor parte de su trabajo de investigación en algodón y las especies relacionadas con el mismo.

Doctor Julio S. Bernal

Ph.D. Entomology, University of California, Riverside, EUA
M.S. Entomology, University of California, Riverside, EUA
B.S. Entomology/Plant Pathology, Universidad Autónoma de Chapingo, México

Es actualmente profesor Asociado de Entomología en Texas Agricultural Experiment Station y College of Agriculture and Life Sciences, Texas A&M. Su trabajo de investigación se enfoca en contribuir al área del control biológico de plagas de artrópodos en ecosistemas manejados. Trabajan particularmente en la ecología y comportamiento de enemigos naturales y plagas en el campo y en estudios de laboratorio.

Doctor Remy Vandame

Doctor en Ecología, Universidad de Lyon, Francia y Colegio de Postgraduados, México
Maestría en Etología

Es Investigador Titular "C" en el Colegio de la Frontera Sur, Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente. Sus áreas de interés van desde la ecología (comportamiento, paisaje, biodiversidad) hasta las ciencias sociales y el trabajo aplicado al desarrollo sustentable, con organizaciones de productores. Desde el año 2000 es el responsable de la Línea de Investigación "Abejas de Chiapas", en Ecosur y realiza trabajos coordinados con diferentes grupos de investigación y organizaciones de apicultores de la zona.

Doctor Roberto Eduardo Mendoza Alfaro

Doctor en Acuicultura y pesa, Université de Bretagne Occidentale, Francia.
Maestría DEA (Diplôme d'Etudes Approfondies) en Oceanografía biológica
Especialización Japan Sea Farming Association, Japón
Biólogo, EMEP Iztacala-UNAM

Es miembro del SNI, nivel II, de la Academia Mexicana de Ciencias y de la Academia de Ciencias de Nueva York. Es Director del Laboratorio de Ecofisiología del Departamento de Ecología de la UANL, autor de 10 libros, 41 capítulos de libro, 14 memorias *in extenso*, 42 artículos científicos en revistas con arbitraje y cuenta con 209 conferencias: 111 nacionales y 98 presentaciones en congresos internacionales. Ha sido acreedor del premio a la mejor tesis de licenciatura por la UANL y a nivel estatal, y de la Mejor tesis de doctorado, así como del premio de investigación de la UANL. Es Miembro del Directorio de Expertos de la CONABIO en materia de Bioseguridad. Representante mexicano ante el Panel Regional del Golfo de México y Atlántico Sur de la Aquatic Nuisance Species Task Force de los Estados Unidos. Miembro del Comité Asesor para la Estrategia Nacional para prevenir, controlar y erradicar las Especies Invasoras en México y Miembro del Comité Científico Consultivo de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados. Ha sido igualmente consultor internacional para NOAA, Comisión de Cooperación del Ambiente, OSPESCA y ONU.

Doctor Jairo Rodríguez

Ingeniero agrónomo con estudios de maestría en Protección de cultivos, vinculado al Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT (área de agrobiodiversidad). Desde el año 2002 viene liderando investigación en Colombia en estrecha colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en temas relacionada con el impacto de los cultivos Biotecnológicos (algodón, Maíz) en dos líneas de investigación: (a) Efecto sobre los artrópodos no blanco del suelo; y (b) Monitoreo de la susceptibilidad de las plagas blanco de las tecnologías en Colombia. Con experiencia en evaluaciones de bioseguridad en maíz y algodón en Colombia. Dentro del proyecto LacBiosafety se desempeñó como Líder temático regional del componente de impacto sobre especies no blanco.

Biólogo Saúl Rafael Castañeda Contreras

Estudió biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Desde el año 2005 se ha desempeñado como consultor para instituciones del sector ambiental en el tema de monitoreo y evaluación de riesgo por la liberación de Organismos Genéticamente Modificados. Ha sido asesor de riesgo en el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y desde el año 2009, se ha enfocado en el diseño de insumos para el análisis de riesgo y toma de decisiones en la materia para esta institución.

Doctor Alejandro Ponce

Realizó estudios de licenciatura en la Universidad Iberoamericana (Lic. Tecnología de Alimentos) y estudios de maestría y doctorado en el Cinvestav (M.C. & PhD en Biotecnología y Bioingeniería). Ha realizado postdoctorado en Ecosur-Villahermosa (3 años), UAM-Xochimilco (1.5 años) y ha sido profesor investigador de la Universidad de la Sierra Juárez. Actualmente es investigador titular del INIFAP en el CENID-COMEF. Su área de estudio es Ecología Numérica con especial interés en especies indicadoras del ecosistema, diversidad funcional y relación planta-insecto.

Avances, perspectivas e incógnitas relacionadas con los Organismos Genéticamente Modificados y sus efectos sobre el ambiente

Escenario actual de los Organismos Genéticamente Modificados en México

Francisca Acevedo Gasman
Coordinación de Análisis de Riesgo y Bioseguridad – CARB
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - Conabio

México es centro de origen y diversidad de varios de los cultivos más importantes en relación con la alimentación humana lo cual le confiere una relevancia significativa en términos de conservación y mantenimiento de la diversidad genética en particular en casos como el del maíz, el algodón, el tomate o las calabazas. Entre los años 2005 y 2013 se han presentado 680 solicitudes de liberación de OGM en el país, de las cuales 515 fueron permitidas, 54 fueron negadas y 5 desestimadas; de las restantes 106 no se tiene suficiente información. Estas solicitudes se agrupan en 21 especies de interés (algodón, maíz, soya, alfalfa, arábido, arroz, cártamo, calabaza, canola, chile, clavel, limón, lino, maíz, melón, papa, papaya, piña, plátano, soya, tabaco, tomate y trigo). Hasta el año 2013 se han realizado liberaciones comerciales de tres cultivos: soya, algodón y maíz. El 96.3% de las solicitudes han sido sometidas por la industria y el restante 3.7% por centros de investigación. Es contrastante la información existente en relación con la agrobiodiversidad en particular en el caso de maíz (22,931 registros de colectas entre 1940 y 2010), se conocen 64 razas presentes en todos los ecosistemas agrícolas del país. En el caso de algodón se ha registrado la presencia de ocho metapoblaciones de *Gossypium hirsutum* L., cercanas a algunas de las cuales (Golfo Norte y Pacífico Norte) se han realizado liberaciones de algodón GM. Se destaca la identificación de transgenes en individuos colectados en algunas de éstas ocho metapoblaciones.

Non-target and biodiversity impacts

David Andow
University of Minnesota

There remains considerable controversy over non-target and biodiversity impacts of GMOs. All parties involved, however, agree that these impacts should be assessed within the context of the national framework for environmental or ecological risk assessment. Risk is the likelihood/probability that a stressor causes a specified adverse effect. For a GMO, the stressor can be the transgene, the transgene product, and/or the GMO itself. One of the more common transgene products that has been examined are Cry toxins (crystalline proteins originating in the bacterium *Bacillus thuringiensis*), and its general mode of action is described. An adverse environmental effect is a change that is considered undesirable because it alters valued structural or functional characteristics of an ecosystem or its components. A first step in evaluating non-target and biodiversity impacts is to identify the kinds of adverse effects that merit further consideration. These include:

1. Adverse effects on crop production
2. Reduced soil health or quality
3. Reduced value of non-crop economic activities
4. Reduced cultural value

5. Increased conservation concern
6. Reduced environmental quality
7. Increased human disease (via environmental change)

I illustrate the first and fourth kind of adverse effect with an example from the scientific literature, and provide some results from exercises conducted in Vietnam.

[Risk Assessment Models for Non-target and Biodiversity Impacts of GMOs](#)

David Andow
University of Minnesota

There are many ways to conduct an ecological risk assessment, and no one way should be considered correct because they all have advantages and disadvantages. The three most commonly described for environmental and ecological risk assessment are a) the ecotoxicology model, b) the total biodiversity model, and c) the ecological functional model. I provide an overview of these models and describe their approach to and prioritization of environmental risk, and how they select species to evaluate. I elaborate on this to evaluate the role of laboratory testing of impacts on natural enemies as an initial screen for environmental risk. The ecotoxicological model generates many false negatives during laboratory testing (findings of no effect, when there actually was an effect). I describe the use of equivalence tests to rectify these problems so that better risk assessment decisions can be made. Equivalence tests are more complicated than classical statistical tests because they require a determination of a socially acceptable level of equivalence. They also allow a country to adopt standards that are most appropriate for the country. The choices of risk assessment model and standards used to conduct it have a great influence on the safety of the decision made to allow or disallow the use of any particular GMO.

[El cultivo del algodón en México, reflexiones sobre aspectos fitosanitarios](#)

Javier Trujillo & José Abel López Buenfil
Servicio nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria - Senasica
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - Sagarpa

El algodón existe en México desde tiempos prehispánicos de acuerdo con la información suministrada por Códices como el Mendocino. En el siglo XIX e inicios del siglo XX se tiene noticia de la producción de la fibra en los estados actuales de Campeche, Colima, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Jalisco a escala importante y en los estados de Yucatán, Morelos, Querétaro, Tlaxcala, Hidalgo, México, Aguascalientes y Zacatecas a menor escala (Preciado 1950). Durante el siglo XIX se describe el daño por picudo en el Estado de Veracruz, se registra entre 1863 y 1864 una disminución del 50% de la producción a causa de esta plaga. Hacia 1911 se introduce el gusano rosado en semillas procedentes de Egipto y se establece ésta en la Comarca Lagunera y otras regiones del noroeste. El picudo y el gusano rosado se convierten en las plagas de mayor importancia para el algodón dentro de la primera mitad del siglo XX. Entre 1950 y 1990 se inicia el control de picudo con ayuda de plaguicidas, el cultivo de algodón se convierte en el cultivo de mayor importancia en cuando a uso de esta tecnología, en 1990 se confirma la resistencia del picudo a varios de los químicos utilizados.

La superficie de siembra del cultivo ha variado en los últimos años, el registro más bajo se obtuvo en el año 2002 con 40,483 hs. En los últimos 3 años se ha registrado una superficie de cultivo de hasta 198,439 has (2011, datos SIAP) con el consiguiente incremento en la generación de empleo, a la fecha se desarrolla el programa binacional (México – USA) tendiente a controlar y erradicar el gusano rosado y el algodonero en el cultivo de algodón en varios Estados del país. En la actualidad se ha reconocido la Zona Libre de gusano rosado y picudo del algodonero en 10 municipios de Chihuahua (Juárez, Páxedis G. Guerrero, Guadalupe, Ahumada, Ascensión, Janos, Nuevo Casas Grandes, Casas Grandes, Galeana y Buenaventura) y se han sembrado 50,000 has en los últimos tres ciclos agrícolas en el país (30% de la superficie a nivel nacional). Los cultivos GM son una herramienta más para el control de plagas utilizados actualmente en el país.

Flujo génico y transgénico en algodón de México

Ana Wegier

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Inifap

Las poblaciones de una especie intercambian genes en mayor o menor proporción, solo aquellos que permanecen en la población a través del tiempo (de generación en generación) contribuyen en el proceso de flujo génico (Futuyma 2000). Este proceso determina unidades evolutivas independientes que se constituyen en el objeto de trabajo de la genética de la conservación a través de la cual se pretende mantener procesos evolutivos importantes en el sostenimiento de la biodiversidad. Estos procesos evolutivos además, se ven influenciados por los cambios espaciales que generan aislamientos y movimientos migratorios.

El proceso de domesticación resulta de la selección artificial de ciertas características de interés que posteriormente dan lugar a la generación de plantas con las mismas características en un cultivo. La diversidad genética existente en la naturaleza es lo que permite que las especies puedan sobrellevar cambios externos, conformación de nuevos escenarios y mantenerse en el tiempo y el espacio. Cuando ocurre flujo de genes entre cultivos y sus parientes silvestres esto puede conferir ventajas evolutivas las poblaciones silvestres y conllevar a procesos evolutivos más rápidos que además, por estar estas en ecosistemas complejos, pueden ocasionar cambios en las interacciones presentes en dichos escenarios.

Desde hace aproximadamente 10 años se viene dilucidando la conformación de las poblaciones silvestres de *Gossypium hirsutum* y sus parientes silvestres en México. Se han definido 8 metapoblaciones a nivel espacial; a nivel genético 46 haplotipos de plantas silvestres (agrupadas de manera consistente con las 8 metapoblaciones descritas) y una en plantas cultivadas (muestras de México, India, Egipto, Brasil, Argentina y Estados Unidos). Se evidencia la existencia de flujo génico entre cultivos y poblaciones silvestres de *G. hirsutum* en 4 de las 8 metapoblaciones (genes Cry1Ab/1AC, Cry 2A, CP4EPSPS, PAT/bar). Estos resultados llevan a reflexionar acerca de las medidas de bioseguridad actualmente existentes en el país para contrarrestar este tipo de riesgos y aquellas que deberían ser puestas en marcha con la finalidad de proteger la diversidad genética presente en México.

Método de selección de organismos no blanco prioritarios para el monitoreo de efectos de cultivos genéticamente modificados

Saul Rafael Castañeda Contreras y Martha Graciela Rocha Munive
Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático - INECC

El efecto negativo a organismos no blanco (ONB) constituye uno de los riesgos asociados al uso de cultivos genéticamente modificados. Dado que es prácticamente imposible evaluar a todos los taxa presentes en un agrosistema, es necesario realizar una selección de aquellos que, de acuerdo a ciertos criterios, pueden ser considerados como prioritarios tanto para la caracterización del riesgo como para la implementación de programas de monitoreo asociados. Para llevar a cabo dicha selección, se desarrolló un método que permite la identificación de estos ONB mediante un índice de prioridad (IP). Se consideraron siete criterios divididos en tres grupos: 1. Criterios de cálculo, 2. Criterios de filtrado y 3. Un criterio de ordenación. A cada criterio de cálculo se le asignó un valor de importancia relativa que refleja el aporte proporcional respectivo para el IP. Ya que estos valores son de carácter subjetivo y están basados en el juicio de experto, se utilizó para su determinación el método del eigenvector, componente de la técnica de Proceso Analítico Jerárquico para decisiones complejas con múltiples criterios. El cálculo del IP se realizó mediante una Ponderación Aditiva Simple. Los criterios de filtrado son variables de tipo nominal que permiten reducir el número de taxa de acuerdo a las metas de protección establecidas. De la lista resultante, las alternativas preferidas son aquellas con el IP más alto. El criterio de ordenación es de carácter opcional, específico para cultivos resistentes a insectos, que permite ordenar a los taxa seleccionados en función de su cercanía filogenética con los organismos blanco. Si bien fue desarrollado para el monitoreo, este método puede también ser utilizado en el proceso de evaluación de riesgo. Pretende ser una herramienta en la que la subjetividad y el juicio de experto inherentes al proceso, se enmarquen dentro de un sistema organizado, transparente y reproducible. Los taxa prioritarios, identificados en función de su IP y los criterios de filtrado, representan entidades potencialmente indicadoras de los efectos de determinado cultivo genéticamente modificado en un sitio de liberación dado y, por lo tanto, candidatas a ser el objeto de un programa de monitoreo.

Peces transgénicos

Roberto Mendoza
Universidad Autónoma de Nuevo León

Los peces transgénicos son producidos por la transferencia artificial de genes en huevos recién fertilizados. Actualmente, la microinyección es el método más utilizado, aunque se han utilizado igualmente vectores virales y diferentes métodos de transferencia masiva de genes (lipofección, bombardeo de partículas, electroporación de embriones y células de esperma). La transferencia de células madre embrionarias se ha revelado como una alternativa promisorias para evitar las integraciones aleatorias. Los peces transgénicos son vistos como un modelo útil para el estudio de los fenómenos biológicos complejos como el crecimiento y la diferenciación, y como una vía rápida para la producción en la industria acuícola. Las aplicaciones de la transgénesis se han centrado en el desarrollo de los peces con un crecimiento acelerado, resistencia a las enfermedades, mejor eficiencia metabólica y tolerancia a bajas temperaturas. Igualmente, se han diseñado peces como bioreactores, biomonitores ambientales y peces ornamentales. La investigación actual se centra en la elucidación de los mecanismos que controlan la regulación de la expresión génica. Una de las consecuencias de la introducción de los transgenes son los efectos pleiotrópicos, que además de los rasgos

deseados podrían también impartir características a los peces transgénicos que podrían tener consecuencias sobre las especies nativas y el ambiente. Ante esta situación se han adoptado diferentes aproximaciones de bioseguridad que van desde el confinamiento en instalaciones seguras de los organismos, hasta modificaciones biológicas y genéticas para evitar que la eventualidad de escape los peces fueran viables en el medio ambiente natural. Actualmente, los análisis de riesgo utilizados en el país están dirigidos principalmente a plantas y no se dispone de análisis de riesgo específicos para los peces transgénicos. Esto, a pesar de la inminente aprobación de la producción de salmones transgénicos para consumo humano en un futuro próximo y de la existencia y comercialización en varios estados de la República de peces bioluminiscentes (modificados genéticamente para expresar proteínas fluorescentes).

Cultivos genéticamente modificados y control biológico con parasitoides

Julio S. Bernal,
Departamento de Entomología, Universidad Texas A&M

Los parasitoides son insectos prestadores de servicios ecológicos. Estos insectos se caracterizan porque sus adultos son de vida libre, en tanto que sus larvas se desarrollan como parásitos de otros artrópodos, los cuales terminan muriendo por causa del parasitismo. En su mayoría, los parasitoides están contenidos en dos órdenes de Insecta, la de los himenópteros y la de los dípteros. El servicio ecológico que prestan se basa en el parasitismo y consiste en la supresión y regulación de poblaciones de artrópodos en general, incluyendo las de insectos herbívoros. A este servicio ecológico se le conoce comúnmente como control biológico. El control biológico se define como la supresión y regulación de poblaciones de artrópodos y de plantas por medio de enemigos naturales, incluyendo parasitoides, depredadores, herbívoros y patógenos. De esta manera, el control biológico es un proceso natural o inducido por el hombre en la agricultura, y una disciplina científica. Es en el contexto del control biológico de insectos en cultivos agrícolas que los parasitoides tienen relevancia en toda discusión referente al papel de los cultivos transgénicos en la agricultura.

Los parasitoides comúnmente solo son capaces de parasitar a un rango limitado de especies u hospederos confinados a taxones inferiores como lo puede ser una familia o pocos géneros, y por ello se dice que son especialistas. Este rasgo de su estrategia de vida es muy relevante para el control biológico mediante parasitoides y para las interacciones de estos con los cultivos transgénicos. Por un lado, el control biológico de plagas agrícolas mediante parasitoides suele ser efectivo precisamente porque el parasitoide es especialista, y entre las especies herbívoras que puede parasitar se encuentra la especie plaga objeto de control: Así, las dinámicas poblacionales de parasitoide y especie plaga están ligadas. Por otro lado, las interacciones entre parasitoides y cultivos transgénicos suelen ser negativas precisamente porque el parasitoide es especialista, de tal manera que cuando alguno de sus hospederos es susceptible a un cultivo transgénico el balance de estos también lo será a distintos grados: de esta manera, los cultivos transgénicos al reducir las poblaciones de especies plaga y de otras especies relacionadas también reducen las poblaciones de parasitoides. La reducción de poblaciones de parasitoides es un efecto de los cultivos transgénicos que se debe vigilar de cerca pues el control biológico, como servicio ecológico que es, no es un proceso confinado a un campo de cultivo sino dependiente del movimiento de parasitoides de un campo a otro y de un ciclo de cultivo al siguiente.

Miel y cultivos transgénicos en México o los retos a la coexistencia

Rémy Vandame
El Colegio de la Frontera Sur

En México hay aproximadamente 1,800 especies de abejas algunas de las cuales se cultivan desde la época prehispánica; la especie *Apis mellifera* fue introducida en México en el siglo XVI para producción de miel y cera. México es un importante país en el tema de exportación de miel, el 85% de la miel que es exportada va a la Unión Europea y es el sustento de varias familias de campesinos (Claridades agropecuarias, 2010).

Recientemente se aprobó la liberación de soya en etapa comercial en 253,500 ha dentro de la región comprendida por los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, San Luis de Potosí y Veracruz; por otro lado la Corte de Justicia de la Unión Europea determina el 6 de septiembre de 2011 que el polen es un ingrediente de la miel por lo que en México se inicia un importante proceso para determinar pautas relacionadas con contenidos de polen GM y sus efectos en relación con el comercio de mieles en el país, particularmente en la Península de Yucatán.

Se muestran los resultados del estudio realizado en el Soconusco, Chiapas en el año de 2012, por parte de investigadores de Ecosur y financiado por la Conabio, allí se evidencia tanto la utilización de polen de soya por *Apis mellifera* como la presencia de soya GM en muestras de polen colectadas con trampas de piquera a 250 y 2000 m de distancia de parcelas de soya.

Finalmente se propone el uso de miel de abejas como un bioindicador de la presencia de especies vegetales y particularmente de cultivos transgénicos en un área en particular y se hace necesario generar la discusión acerca del concepto de coexistencia más allá de dos cultivos de una misma especie así como la necesidad de realizar otros estudios que confirmen este tipo de hallazgos y las medidas que permitan asegurar el comercio de mieles, actividad productiva de la que se benefician cientos de campesinos.

Fortalecimiento de la capacidad técnica para generación de conocimiento para la valoración y el manejo del riesgo en bioseguridad “Evaluación y Monitoreo de efectos potenciales en Organismos No-blanco” Proyecto Lac-Biosafety, GEF-BM

Jairo Rodríguez Chalarca
Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT

Como ocurre con la implementación de cualquier tecnología nueva, el uso de organismos vivos modificados (OVM) como una alternativa de manejo de problemáticas fitosanitarias, han generado una serie de cuestionamientos sobre la conveniencia o no de la implementación de estas nuevas tecnologías en países tropicales, basados en su gran diversidad y la alta vulnerabilidad de sus agroecosistemas. Para el año 2012 el área sembrada con cultivos biotecnológicos alcanzó las 170.3 millones de ha (James 2012), en 28 países de los cuales 11 pertenecen a América Latina, con el 38.8% del área total sembrada durante el mismo año (James 2012). Dentro de las incertidumbres sobre los riesgos que se puedan inferir por la rápida adopción de los Cultivos Genéticamente Modificados (CGM), se destacan los posibles efectos sobre las especies para los cuales no fueron desarrollados (no-blanco): (i) biocontroladores, (ii) polinizadores, y (iii) descomponedores,

entre otros. La gran diversidad de organismos involucrados sumado a su dinámica poblacional, dificulta la estandarización de métodos para la evaluación del riesgo asociado a la liberación y su posterior monitoreo en campo. Con el único propósito de generar herramientas para poder tomar decisiones informadas que acaten la Convención en Diversidad Biológica (CBD) y el Protocolo de Cartagena en Bioseguridad (PCB). El proyecto Lac-Biosafety abordó estudios relacionados con el análisis de la información existente en aquellos países donde los CMG están liberados comercialmente (Brasil y Colombia) y estableciendo líneas bases de conocimiento en aquellos países donde aún los CGM no han sido liberados (Costa Rica y Perú). Se destaca que las metodologías e información disponible, es el resultado de un trabajo conjunto que generó información sobre la artropofauna asociada a cultivos modelos, y que puede ser implementada en futuros estudios de riesgo por la implementación de cualquier tecnología en la región y no exclusivamente para determinar el impacto de CGM.

Uso de especies indicadoras para el monitoreo de Organismos Blanco y no Blanco

Alejandro Ponce Mendoza

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – Inifap

Se presenta una propuesta metodológica en la cual se da relevancia a la identificación de las especies indicadoras como instrumento para determinar potenciales efectos de los OGM sobre Organismos Blanco y No Blanco. La elección de especies indicadoras puede realizarse utilizando dos herramientas: el IndVal (Dufrene & Legendre, 1997) y el Índice Phi (Chytry et al., 2002). Se presentan las ventajas y desventajas de cada uno de los índices propuestos y su uso en dos casos de estudio en Rothamsted, UK; y en Oaxaca, México utilizando el índice IndVal.

Challenges and opportunities related to Non-target and biodiversity impacts

David Andow

University of Minnesota

There are many challenges and opportunities related to biodiversity impacts. As I mentioned during the first day, developing effective equivalence tests for assessing biodiversity impacts is a major research opportunity. In addition, each country must deal with the incredible variation in the risk assessment frameworks among countries. Among other things, countries vary in the kinds of risk they consider, their approaches to public involvement and their treatment of uncertainty. Third, although we have concentrated on Bt crops, the diversity of GMOs that have come and will be coming is much broader, and developing effective methods for evaluating the risks associated with these species is a major research opportunity. Fourth, most GMOs have been developed by multinational industries, which have targeted the most profitable crops and traits. These GMOs appear to fit best with the export sector, so the poorest people see little benefit from these GMOs. However, public-sector investments have not really been able to help the poor and undernourished, despite considerable publicity to the contrary. I will illustrate this with several case examples. Fifth, there are many opportunities for social scientists to study and contribute to resolving tremendous value conflicts over GMOs. Finally, I will focus on evolutionary and genetic aspects of biodiversity and address issues related to the management of

resistance in Bt crops. None of these issues will be resolved quickly, so controversies over GMOs will persist for some time into the future.

Propuesta metodológica para evaluar los efectos de los OGM sobre los Organismos No Blanco en México basada en la experiencia de Brasil

Sarukhán *et al.* (2009) indican que México es el cuarto país en riqueza de especies en el mundo. Su gran extensión, la accidentada topografía, la variedad de tipos climáticos y la confluencia de especies que hacen parte de dos zonas biogeográficas: la neártica de afinidad norteña (zonas templadas) y la neotropical de afinidad sureña (zonas tropicales), hacen posible la existencia de casi todos los ecosistemas terrestres y su denominación como país megadiverso. Sus 11,000 Km de costas y la presencia de un mar territorial de aproximadamente 231,813 Km² se relacionan con la extraordinaria diversidad marina del país. Cabe destacar que México, sobresale por ser uno de los centros de origen descritos por Vavilov para plantas cultivadas, entre ellas el maíz, el chile, el frijol y las calabazas como algunos ejemplos.

La biodiversidad de un país tiene un valor intrínseco que se enmarca en su capacidad de proveer recursos biológicos y en las funciones ecológicas que dependen de ésta. Algunas de estas funciones son servicios vitales que permiten mantener los sistemas biológicos y agrícolas haciendo que la humanidad sea totalmente dependiente de la existencia de los bienes y servicios ecosistémicos y del acceso a éstos. El Convenio de Diversidad Biológica (Naciones Unidas, 1992) reconoce que el valor ecológico de la biodiversidad se relaciona con las funciones ecosistémicas que provee y en este sentido cualquier modificación dentro del engranaje de la diversidad de un ecosistema puede generar cambios en las funciones del mismo y por tanto en la disponibilidad de servicios ofrecidos por éste.

A partir del año 1996 y hasta la fecha se han liberado diferentes tipos de organismos genéticamente modificados (OGM) en varios países del mundo. Para el año 2013 se registraron 175.2 millones de hectáreas de cultivos biotecnológicos en 27 países (James, 2013). En México entre los años 2000 y 2013 se ha solicitado la liberación de diferentes OGM a través de 1,145 solicitudes en etapas experimental, piloto o comercial correspondientes a 21 especies de plantas entre las que se destacan la soya (*Glycine max* (L.) Merr., el maíz (*Zea mays* L.) y el algodón (*Gossypium hirsutum* L.) (CARB, 2014).

La liberación de OGM plantea una serie de preocupaciones en relación con los efectos adversos que pueden ocasionarse sobre la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica, aspectos de gran relevancia en países megadiversos. Por ello el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad en la Biotecnología y las leyes que en países firmantes del mismo, como México, se vienen desarrollando e implementando, hacen énfasis en la necesidad de evaluar estos posibles riesgos antes de realizar liberaciones en el campo.

Uno de los riesgos de importancia para ser evaluado en este contexto es la afectación sobre organismos no blanco (ONB), es decir, aquellos para quienes la tecnología no fue desarrollada pero que pueden verse perjudicados de forma directa o indirecta. Como parte de esta labor y con la finalidad de implementar y/o fortalecer capacidades en términos de evaluación sobre efectos en ONB, se llevó a cabo un taller organizado por la Coordinación de Análisis de riesgo y Bioseguridad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad – Conabio y financiado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Esta sección de las memorias pretende ser una reseña de una metodología de evaluación de efectos sobre ONB diseñada e implementada en Kenya (Birch *et al.* 2004) y Brasil (Hilbeck *et al.*, 2006) resumen de las actividades llevadas a cabo bajo la coordinación de los doctores Carmen Pires y Edison Ryoti Sujii (Embrapa),

quienes por su amplia experiencia en la implementación de una metodología para apoyar la evaluación de riesgo sobre ONB en Brasil, fueron las personas a cargo de esta actividad de capacitación.

¿Por qué evaluar los riesgos de liberación de OGM sobre Organismos no blanco?

Birch *et al.* (2006) hacen notar que los sistemas de cultivo pueden contener aproximadamente unas mil especies de organismos asociados con el funcionamiento de los mismos. La afectación de un organismo puede generar efectos dentro de todo el ecosistema dependiendo de su función particular, por ejemplo, la disminución en las poblaciones de polinizadores asociados a una especie silvestre en particular podrían terminar con la extinción de ésta última. De igual forma, el forrajeo de polinizadores en cultivos GM podría generar cambios alimenticios en otros eslabones de la red trófica asociada al sistema generando efectos, en muchos casos, desconocidos.

¿Cuál es la propuesta metodológica?¹

Si bien sería ideal evaluar la forma como un agente externo (en este caso un OGM) afecta² a todas las especies relacionadas con el sistema, esto no es posible al realizar un análisis de riesgo dadas las condiciones de tiempo, dinero y en algunos casos experiencia asociada a los diferentes grupos de organismos, esto sin contar con el desconocimiento relacionado, por ejemplo, con la diversidad de organismos asociados al suelo de un ecosistema en particular. Por esta razón este tipo de análisis puede realizarse tomando en cuenta **especies indicadoras** o en muchos casos grupos de organismos de interés particular para los investigadores involucrados en este tipo de ejercicios.

La aproximación planteada dentro del Taller “*Avances en el desarrollo de metodologías de evaluación y monitoreo de efectos potenciales de los cultivos genéticamente modificados sobre organismos no blanco*” involucra la utilización de especies de acuerdo con su función dentro del sistema de interés (**grupos funcionales**). Se busca comprender el funcionamiento del ecosistema de estudio y de esta forma elegir las especies y/o procesos clave hacia donde debe apuntar el análisis de riesgo. A través de este enfoque basado en la formulación del problema, se busca identificar *ex ante* el **daño**³ que podría causarse sobre el funcionamiento del ecosistema y por lo tanto de los servicios que este puede proveer.

Esta metodología⁴ tiene cinco pasos que se listan a continuación:

¹ Esta propuesta metodológica fue puesta en práctica por parte de los asistentes al taller. Para ello el grupo se dividió en cuatro subgrupos correspondientes a depredadores, herbívoros, visitantes florales y parasitoides. Se realizaron listas de especies y se evaluaron siguiendo las matrices sugeridas.

² Afectar se refiere a generar cambios en las propiedades de un organismo o en las funciones en las que este se encuentra involucrado, no debe ser entendido como una consecuencia negativa o positiva, simplemente y de manera general como un cambio.

³ El término daño hace referencia a “un efecto adverso en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, tomando también en cuenta los riesgos para la salud humana, que:

- i. Pueda medirse o de cualquier otro modo observarse teniéndose en cuenta, donde estén disponibles, referencias científicamente establecidas reconocidas por una autoridad competente en las que se tengan en cuenta cualquier variación de origen antropogénico y cualquier variación natural; u
- ii. Sea significativo según lo establecido en el párrafo 3 *infra*.”

Protocolo de Nagoya-Kuala Lumpur sobre responsabilidad y compensación suplementario al Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la Biotecnología.

⁴ Toda la información contenida en este documento se basa en Birch *et al.* 2004 y Hillbeck, Andow & Fontes 2006 así como en las presentaciones realizadas en el marco del taller las cuales podrán ser consultadas en la página de la Red.

Paso 1: Identificación de grupos funcionales. En este nivel se busca describir el ecosistema en términos funcionales determinando las funciones ecológicas relevantes para, en el paso 2, elegir las especies apropiadas que permitirán evaluar posibles riesgos para éstas funciones (ver Tabla 1). Este ejercicio permite valorar el rol de la biodiversidad y de esta forma también priorizar los posibles riesgos en función del caso particular en proceso de evaluación.

Tabla 1. Clasificación funcional de organismos terrestres no blanco para la realización de evaluaciones previas la liberación de OGM, los cuales pueden encontrarse dentro o cerca a sistemas agrícolas (Andow & Hillbeck, 2004; Birch *et al.*, 2004).

Grupo funcional	Definición	Ejemplos
Antropocéntrico		
Funciones que son de valor (negativo o positivo) para los humanos		
Sustitutas o plagas secundarias	Especies que causan daños menores porque su abundancia depende de las plagas primarias o de otros factores externos (p.ej. pesticidas), pero que pueden causar un daño significativo si los factores se alteran o si la plaga primaria es reducida, pero que pueden causar un daño significativo si los factores se alteran o si la plaga primaria es reducida	Plagas esporádicas (p.ej. langostas), plagas menores (p.ej. saltamontes)
Enemigos naturales	Especies que consumen/matan o dañan plagas y competidores del cultivo	Predadores, parasitoides, parásitos, patógenos, herbívoros que se alimentan de malezas
Especies raras o amenazadas	Especies raras o amenazadas o especies con un valor predeterminado para la conservación de la biodiversidad	
Especies que generan ingresos		Abejas, gusanos de seda, hongos
Especies de valor social o cultural		Mariposa monarca, mariposas <i>Morpho</i> o abejas
Ecológico		
Especies que realizan actividades que mejoran el funcionamiento del ecosistema		
Competidores	Especies que compiten por recursos ambientales con el cultivo (luz, agua, nutrientes)	Malezas
Consumidores primarios (excluyendo especies blanco)	Especies herbívoras que no son blanco del transgén	
Consumidores secundarios	Especies que se alimentan de consumidores primarios	predadores, parasitoides, parásitos
Polinizadores	Especies que visitan flores y llevan polen entre ellas	Abejas sociales y solitarias, moscas, escarabajos y hormigas
Descomponedores	Especies que consumen residuos de plantas	Hormigas, colémbolos, bacterias, hongos, nematodos, gusanos, termitas
Cicladores de nutrientes		Hongos, bacterias
Dispersores de semillas		Aves, pequeños mamíferos, hormigas
Especies con función desconocida		Al menos la mitad de las especies de artrópodos en el hábitat

Paso 2: Matriz de selección de especies y grupos prioritarios. Con base en el conocimiento de expertos en relación con el cultivo de interés y las especies que se relacionan con el mismo, así como con el uso de información bibliográfica, se pretende clasificar los organismos asociados al agroecosistema⁵ (no exclusivamente al área de liberación sino a la zona de influencia del sistema de interés) en relación con sus funciones dentro de éste. La idea es identificar por ejemplo, especies que realizan más de una función y por tanto pueden ser importantes en el mantenimiento de las funciones ecológicas del mismo (especies clave)

⁵ El término **agroecosistema** es usado de manera amplia para hacer notar que se requiere tener una visión de cultivo y ecosistemas naturales circundantes.

pero también aquellas de las que no se sabe mucho pero que conforman buena parte de la biomasa del sistema y por lo tanto puede considerarse que su función es relevante para el sustento del mismo.

Para seleccionar las especies se construye una matriz⁶ en la cual se califican los siguientes parámetros:

- ✓ ONB y su coincidencia con el cultivo: se tiene en cuenta el grado de superposición (geográfica y de hábitat) entre el ONB y el cultivo ¿es especialista o generalista?, ¿en qué porcentaje del área destinada al cultivo se presenta el organismo?, ¿qué tan abundante es?
- ✓ Relación trófica entre el ONB y el cultivo de interés: se busca calificar el grado en el que el ciclo de vida del organismo está asociado al cultivo: ¿qué proporción del ciclo de vida de la especie se lleva a cabo mientras el cultivo está en pie?; ¿qué proporción del ciclo de vida del cultivo se relaciona con la especie de interés?; ¿hay especialización en la relación?
- ✓ Significancia funcional de las especies NB en relación con el agroecosistema: de acuerdo con el rol que tiene la especie ¿qué tan importante es el organismo para el mantenimiento del cultivo y/o del agroecosistema? ¿el organismo es un indicador de las condiciones de algún compartimento del agroecosistema? ¿es una plaga, vector, dispersor de semillas, etc.?

De acuerdo con ésta información se identifican aquellas especies y/o procesos con una gran probabilidad de estar asociadas al cultivo, aquellas que tienen una función importante y que al ser perturbadas pueden causar efectos adversos significativos en el agroecosistema.

Paso 3: Análisis de las vías de exposición. En esta fase, una vez priorizados los organismos y/o funciones de interés (paso 2), se evalúa si existe probabilidad de exposición al transgen, de qué tipo (trófico, por flujo de genes, modificaciones comportamentales), en qué grado y qué efecto puede generar en el sistema. *Para hacer este análisis se requiere conocer acerca de la modificación y la forma como esta se manifiesta a nivel fenotípico* (niveles de expresión, en qué partes de la planta, de qué manera) y las características biológicas y ecológicas de los organismos no blanco a evaluar. Merece una especial atención el grado de incertidumbre que se tenga de los aspectos citados ya que de esta forma puede valorarse de manera transparente y objetiva el resultado del análisis. La Figura 1 muestra esquemas en los que se encuentran preguntas para evaluar posibles exposiciones indirectas de tipo bitrófico y tritrófico y la Figura 2 evidencia tipos de exposición indirecta menos comunes.

⁶ Se anexan los modelos de matrices usadas en los ejercicios prácticos realizados durante el taller, éstos pueden servir como modelos para la ejecución de la metodología.

EXPOSICIÓN INDIRECTA

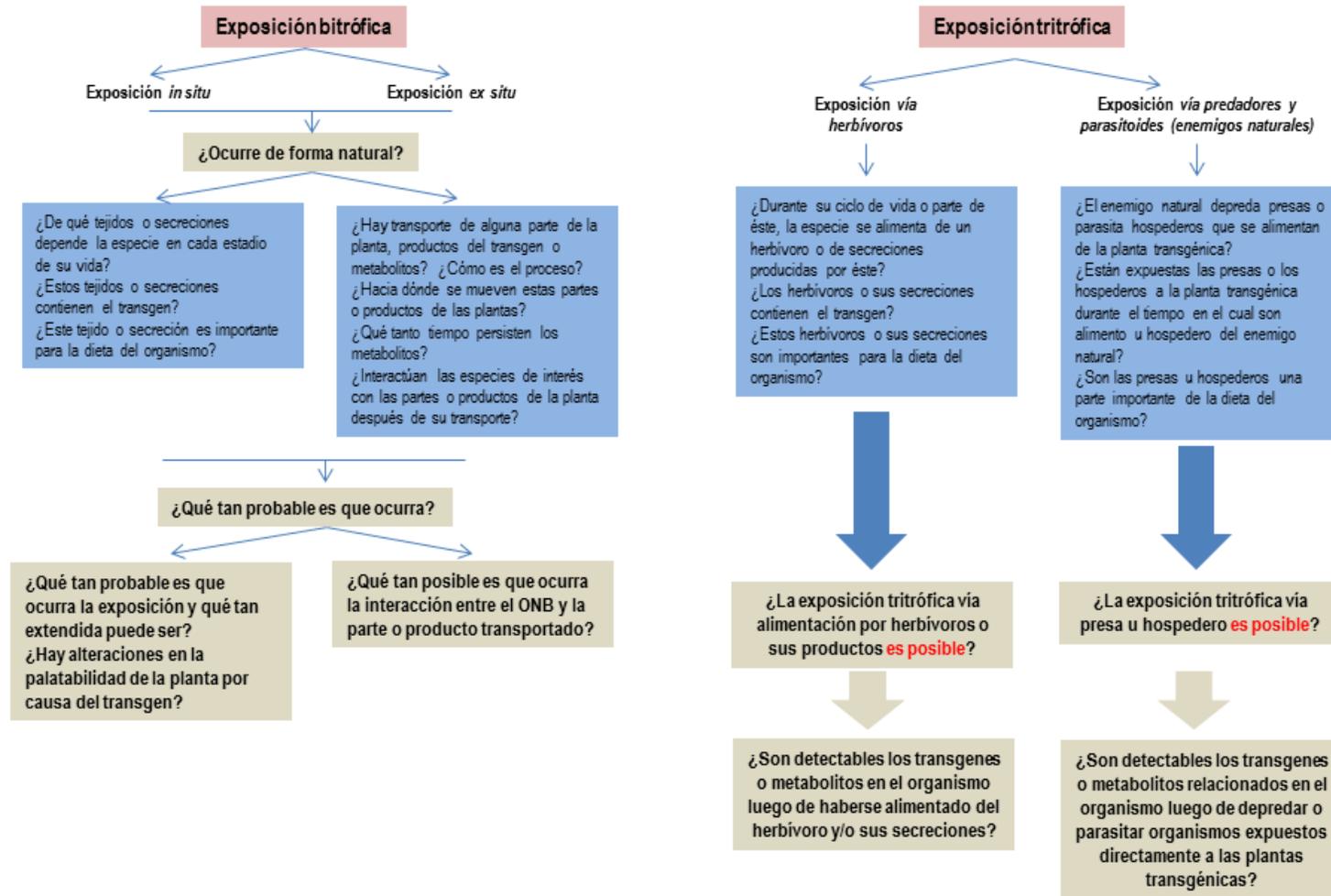


Figura 1. Tipos de exposición a transgenes por vía indirecta (Esquema realizado con base en Hilbeck *et al.* 2006)

OTROS TIPOS DE EXPOSICIÓN

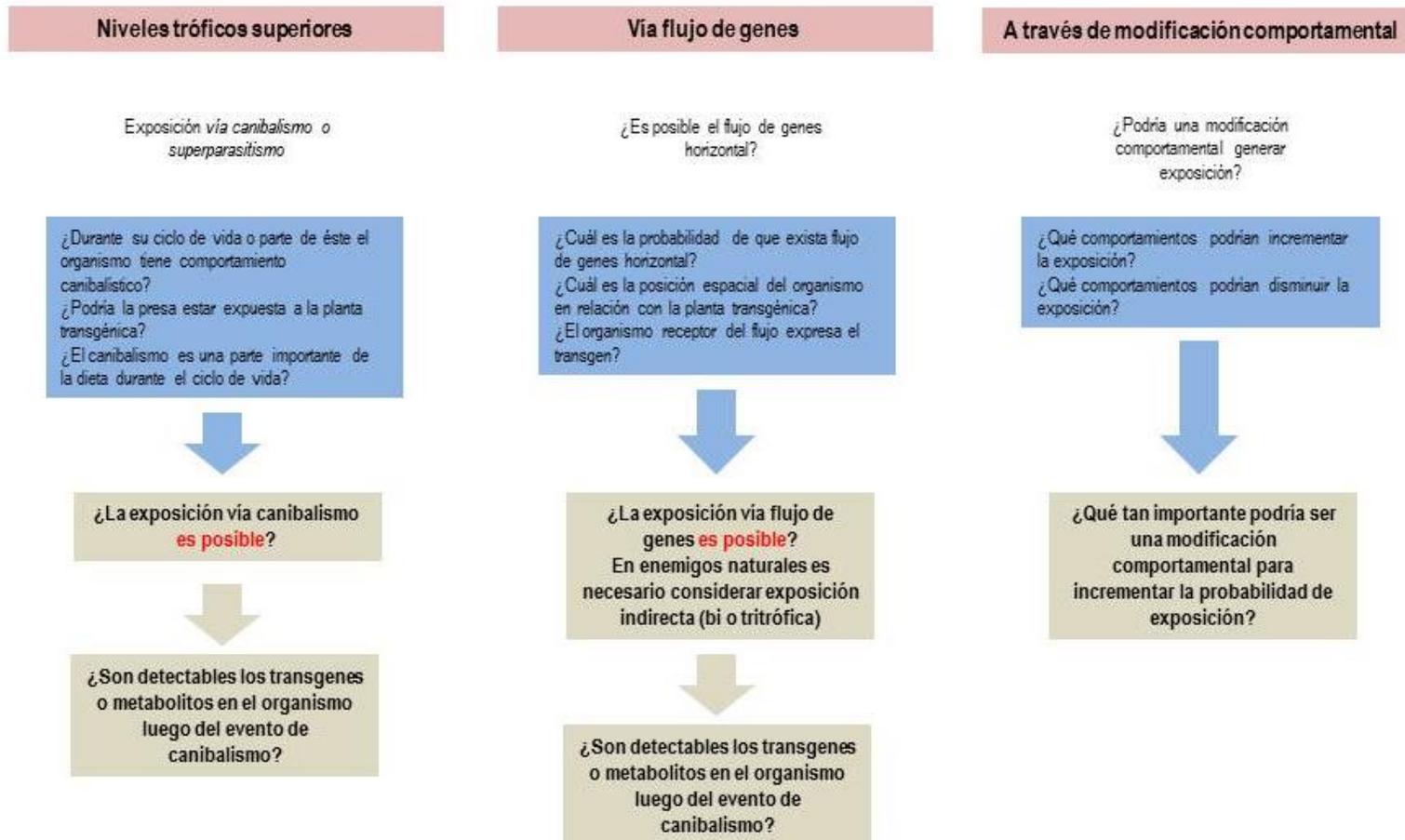


Figura 2. Otros posibles tipos de exposición a transgenes (Esquema realizado con base en Hilbeck *et al.* 2006).

Paso 4: Escenarios de los posibles efectos adversos. Los pasos 1 a 3 permiten identificar los organismos de interés que podrían verse afectados, los procesos del ecosistema que eventualmente estarían amenazados o en riesgo y la probabilidad de que ocurra un evento que genere efectos adversos, también posibilita el reconocimiento de vacíos de información requeridos para hacer el análisis. Para que exista un efecto adverso es necesario que se presente una serie de eventos que tengan como resultado una consecuencia desfavorable para el organismo y/o el ecosistema, esto es lo que constituye un escenario de riesgo. Esta consecuencia puede evaluarse a través de indicadores como cambios en el número de individuos de una población de organismos, cambios en su comportamiento, disminución en elementos químicos de importancia para el ecosistema y para la provisión de servicios por parte del mismo, entre otros.

Paso 5: Planteamiento de hipótesis y diseño experimental para evaluar los escenarios de efecto adverso identificados. La información generada en los pasos anteriores permite establecer sobre qué organismos es importante realizar evaluaciones, qué hipótesis deben evaluarse y la manera como éstas deben ser evaluadas para validarlas o falsearlas y para generar la información faltante identificada.

La integración de los pasos descritos previamente se muestra en la Figura 3.

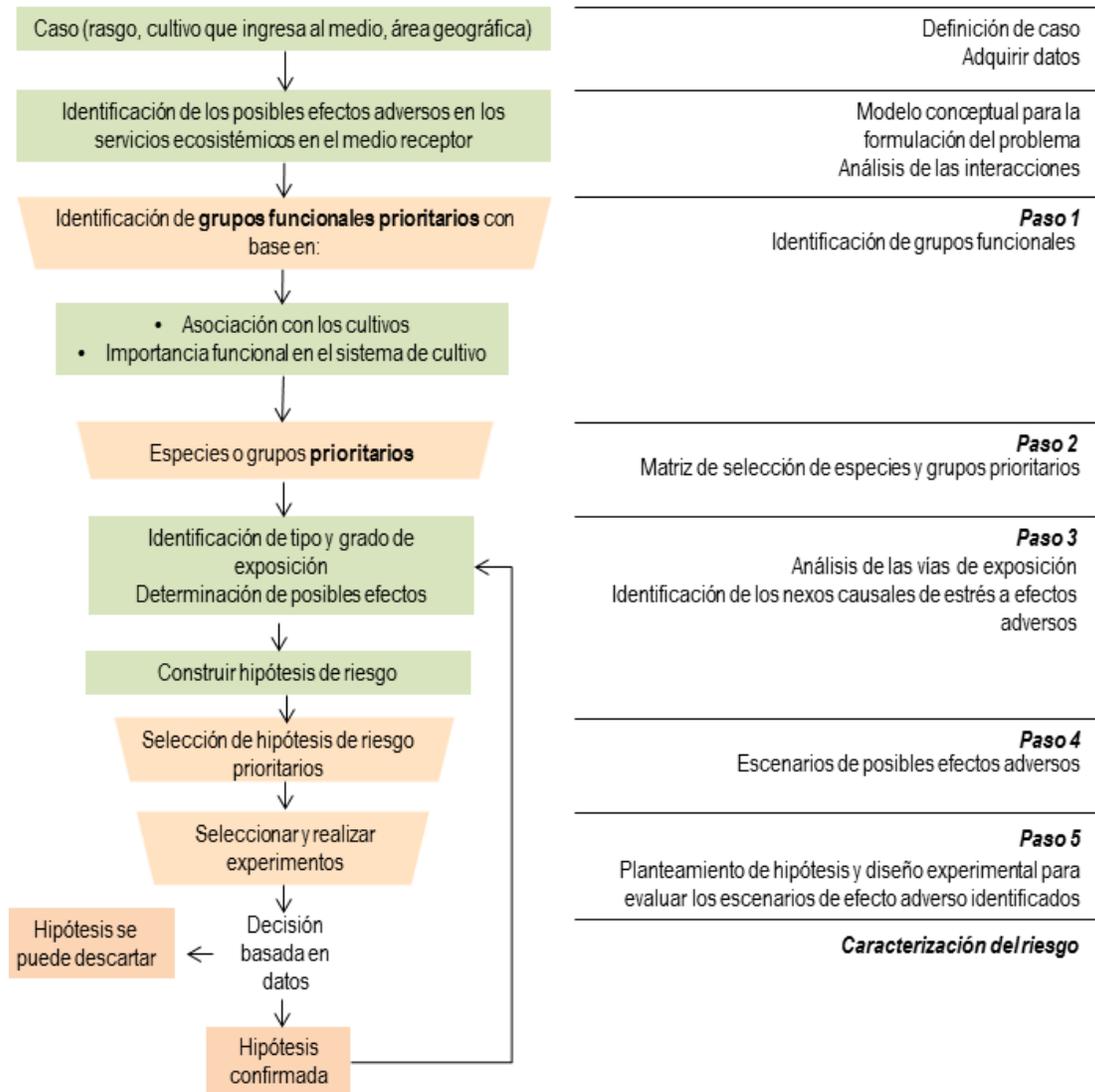


Figura 3. Metodología propuesta para la identificación de efectos sobre organismos no blanco en evaluaciones de riesgo (Fuente: Modificado a partir de las presentaciones del taller, [Suiji & Pires, 2013](#)).

Conclusiones, compromisos y cierre

Como parte de los objetivos del taller se pretendía, además de conocer y poner en práctica la metodología de evaluación de riesgo en relación con Organismos No Blanco, identificar investigadores para conformar una red temática regional, detectar vacíos de información para México y proponer posibles acciones a llevar a cabo para el fortalecimiento en esta área del conocimiento en el país. A continuación se enuncian algunas de las acciones propuestas por los participantes para realizar *a posteriori*:

- ✓ Es necesario dar a conocer la información del taller utilizando diferentes medios, de esta forma será posible motivar a la comunidad en general a participar en iniciativas relacionadas con el desarrollo de metodologías para evaluación de riesgo sobre Organismos No Blanco adaptadas a México.
- ✓ La creación de redes temáticas de trabajo puede ser de gran utilidad para generar iniciativas de investigación que permitan identificar vacíos y producir información útil en procesos de toma de decisiones en relación con los posibles efectos que la liberación de Organismos Genéticamente Modificados puedan tener en México.
- ✓ Es necesario capacitar personal técnico en taxonomía de diferentes grupos de organismos para lo cual puede acudirse a especialistas dentro y fuera del país, esta iniciativa es importante tanto para los procesos de evaluación de riesgo como para el monitoreo siguiente a las liberaciones. La conformación de una red permite también vincular taxónomos que apoyen el desarrollo de los proyectos generados dentro de la red.
- ✓ La implementación de una página web en relación con investigación en Organismos No Blanco permite tener contacto con investigadores de diferentes áreas del país lo cual puede apoyar la generación de conocimiento siguiendo metodologías comparables de trabajo.
- ✓ Se sugiere como idea de un primer proyecto la generación de las listas de Organismos No Blanco asociados a diferentes cultivos de interés: algodón, maíz, soya en México.

Al final del taller se lanzó la [propuesta para la conformación de la red regional en evaluación de riesgo de plantas GM sobre especies no blanco](#), para ello se identificó, dentro del desarrollo de la actividad y a través de una encuesta que los investigadores asistentes estaban vinculados a los siguientes grupos de investigación:

- ✓ Interacciones y procesos ecológicos
- ✓ Artrópodos de suelo (Colombia)
- ✓ Dirección General de Sanidad Vegetal de Senasica
- ✓ Ecología de insectos y manejo de plagas – Ecosur (Zonas cafeteras)
- ✓ Grupo de sanidad vegetal del Inifap.
- ✓ Biotecnología forestal

Y redes de investigación:

- ✓ Investigaciones sobre el Psilido Asiático de los Cítricos
- ✓ Red mesoamericana de biocombustibles
- ✓ Red de colaboración en zonas cafetaleras
- ✓ Red de interacciones multitróficas

La conformación de la red pretende ser un mecanismo de comunicación que facilite la cooperación técnica y científica, a través de la integración de investigadores nacionales e internacionales. Esta red apoyará y fortalecerá el desarrollo de actividades técnicas y científicas, las cuales contribuirán en la generación de información que apoye los procesos de toma de decisiones a nivel nacional y regional.

Literatura citada

- Andow D.A. & A. Hilbeck. 2004. Science-based risk assessment for nontarget effects of transgenic crops. In: *Bioscience* 54(7): 637-649.
- Birch A.N.E., R. Weatley, B. Anyango, S. Arpaia, D. Capalbo, E. Getu Degaga, E. Fontes, P. Kalama, e. Lelmen, G. Lovei, I.S. Melo, F. Muyenkho, A. Ngi-Song, D. Ochieno, J. Ogwang, R. Pitelli, T. Schuler, M. Sétamou, S. Sithanatham, J. Smith, N. Van Son, J. Songa, E. Sujii, T.Q. Tan, F.-H. Wan & A. Hilbeck. 2004. *Biodiversity and Non-target Impacts: a case study of Bt maize in Kenya*. Chapter 5. Pgs. 117-186. En: Hilbeck, A. & Andow, D.A. (eds) 2004. *Environmental Risk Assessment of Genetically modified Organisms: Vol. 1. A case study of Bt Maize in Kenya*. CAB International, Wallingford, UK.
- Bourget D., J. Chaufaux, A. Micoud, M. Delos, B. Naibo, F. Bombarde, G. Marque, N. Eychenne & C. Pagliari. 2002. *Ostrinia nubilalis* parasitism and the field abundance of non-target insects in transgenic *Bacillus thuringiensis* corn (*Zea mays*). *Environmental Biosafety Research* 1: 49-60.
- CARB. 2014. Base de datos de solicitudes de liberación de OGM. Coordinación de Análisis de Riesgo y Bioseguridad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Hilbeck A., Andow D.A., S. Arpaia, A.N.E. Birch, E.M.G. Fontes, G.L. Lövei, E.R. Sujii, R.E. Wheatley & E. Underwood. 2006. Methodology to support Non-Target and Biodiversity Risk Assessment. Chapter 5. Pgs. 108-132. En: Hilbeck A., D.A. Andoy & E.M.G. Fontes (eds). 2006. *Environmental Risk Assessment of Genetically Modified Organisms. Vol. 2. Methodologies for assessing Bt Cotton in Brazil*. CAB International, Wallingford, UK.
- Hilbeck A. & D.A. Andow (eds). 2004. *Environmental risk assessment of Genetically Modified Organisms: Vol. 1. A case study of Bt maize in Kenya*. CAB International, Wallingford, UK.
- Hilbeck A., D.A. Andow & E.M.G. Fontes (eds). 2006. *Environmental Risk Assessment of Genetically Modified Organisms: Vol. 2. Methodologies for assessing Bt cotton in Brazil*. CAB International, Wallingford, UK.
- James, C. 2013. *Global Status of commercialized biotech / GM Crops: 2013*. ISAAA Brief No. 46. ISAAA: Ithaca, NY.
- Mannion A.M. & S. Morse. 2013. Biotechnology in agriculture: agronomic and environmental considerations and reflections based on 15 years of GM crops. *Progress in Physical Geography* 36(6): 747-763.
- Marvier M., C. McCreedy, J. Regetz & Peter Kareiva. 2007. A meta-analysis of effects of Bt cotton and maize on nontarget invertebrates. *Science* 316: 1475-1476.
- Naciones Unidas. 1992. *Convenio sobre la Diversidad Biológica*.
- Naranjo, S. 2005. Long-term assessment of the effects of transgenic Bt cotton on the abundance of nontarget arthropod natural enemies. *Environmental Entomology* 34(5): 1193-1210.
- Romeis J., D. Bartsch, F. Bigler, M.P. Candolfi, M.M.C. Gielkens, S.E. Hartley, R.L. Hellmich, J.E. Huesing, P.J. Jepson, R. Layton, H. Quemada, A. Raybould, R.I. Rose, J. Schiemann, M.K. Sears, A.M. Shelton, J.

Sweet, Z. Vaituzis & J.D. Wolt. Assessment of risk of insect-resistant transgenic crops to nontarget arthropods. *Nature Biotechnology* 26(2): 203-208.

Sarukhán J. *et al.* 2009. Capital natural de México. *Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. Comisión nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.

Agenda final

DÍA 1					
REGISTRO DE PARTICIPANTES					
8.30 AM					
Hora	Título	Conferencista	Cargo	Entidad	País
09:00	Bienvenida, presentación del evento y de los asistentes	Doctor José Sarukhán Kermez, Doctora Julia Tagüeña Parga y Doctora Patricia Koleff Osorio	Coordinador Nacional Conabio Directora Adjunta de Desarrollo Científico Directora General de Análisis y Prioridades	Conabio Conacyt	México
09:45	Escenario actual de OGM en el ambiente en México	Francisca Acevedo Gasman	Coordinadora de Análisis de Riesgo y Bioseguridad	Conabio	México
10:00	Non-target and biodiversity impacts	David Andow	Professor, Insect Ecology	University of Minnesota	Estados Unidos
RECESO					
12:00	Risk assessment models for Non-target and Biodiversity Impacts of GMOs	David Andow	Professor, Insect Ecology	University of Minnesota	Estados Unidos
COMIDA					
14:30	El cultivo de algodón en México	Javier Trujillo	Director General de Sanidad Vegetal, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria	Sagarpa	México
15:15	Flujo génico y transgénico en algodón de México	Ana Wegier	Investigadora	Inifap	México
RECESO					
16:20	Método de selección de organismos no blanco prioritarios para el monitoreo de efectos de cultivos genéticamente modificados	Saúl Castañeda	Subdirección de Análisis Genético y Toxicidad	Inecc	México
16:40	Efectos de la liberación de peces GM sobre ONB	Roberto Mendoza	Profesor	UANL	México
17:00	Cultivos genéticamente modificados y control biológico con Parasitoides	Julio S. Bernal	Associate Professor of Entomology	Texas A&M	Estados Unidos

DÍA 1					
17:20	Apicultura y cultivos genéticamente modificados	Remy Vandame	Profesor	Ecosur	México
17:40	Evaluación y Monitoreo de efectos potenciales en Organismos No-blanco	Jairo Rodríguez	Investigador	Ciat	Colombia

DÍA 2					
Hora	Título	Conferencista	Cargo	Entidad	País
09:00	Uso de especies indicadoras para el monitoreo de Organismos Blanco y no Blanco	Alejandro Ponce Mendoza	Investigador	Inifap	México
10:00	Impacto en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Selección de grupos funcionales	Edison Sujii	Investigadores	Embrapa	Brasil
RECESO					
12:00	Selección de los procesos ecológicos, taxas o especies: la asociación con el cultivo e importancia ecológica (Matriz de selección I - Parte 1)	Carmen Pires	Investigadora	Embrapa	Brasil
COMIDA					
15:00	Selección de los procesos ecológicos, taxas o especies: la asociación con el cultivo e importancia ecológica (Matriz de selección I - Parte 2)	Carmen Pires	Investigadora	Embrapa	Brasil

DIA 3					
Hora	Título	Conferencista	Cargo	Entidad	País
09:00	Evaluación de rutas de exposición (Matriz de selección II)	Carmen Pires	Investigadora	Embrapa	Brasil
RECESO					
11:30	Identificación de efectos adversos	Edison Sujii	Investigadores	Embrapa	Brasil
12:30	Formulación de hipótesis de riesgo	Edison Sujii	Investigador	Embrapa	Brasil
COMIDA					
14:30	Ejercicios prácticos Parte I	Carmen Pires & Edison Sujii	Investigadores	Embrapa	Brasil
RECESO					
17:00	Ejercicios prácticos Parte II	Carmen Pires & Edison Sujii	Investigadores	Embrapa	Brasil

DIA 4					
Hora	Título	Conferencista	Cargo	Entidad	País
09:00	Planteamiento experimental y análisis estadísticos	Edison Sujii	Investigadora	Embrapa	Brasil
10:00	Ejercicios prácticos	Edison Sujii & Carmen Pires	Investigadora	Embrapa	Brasil
RECESO					
12:00	Hacia una definición de lineamientos de investigación en Organismos No Blanco en México		Todos	Conabio	México
COMIDA					
14:30	Challenges and opportunities related to Non-target and biodiversity impacts	David Andow	Professor, Insect Ecology	University of Minnesota	Estados Unidos
16:00	Presentación de la red Latinoamericana y del Caribe en evaluación de riesgo de plantas genéticamente modificadas en especies no objetivo	M. Andrea Orjuela-R.	Analista	Conabio	México
16:40	Conclusiones, compromisos y cierre	Francisca Acevedo Gasman	Coordinadora de Análisis de Riesgo y Bioseguridad	Conabio	México

Directorio de investigadores

Este directorio se construyó con la información proveniente de encuestas realizadas durante el taller a los asistentes, por ello se encuentran aquí investigadores que no asistieron a la actividad pero que por sus intereses académicos serán invitados a hacer parte de la Red de investigación en proceso de construcción.

Carlos Ledo

Embrapa
Email: carlos.ledo@embrapa.br
Brasil

Carmen Silvia Soares Pires

Pesquisadora
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Email: carmen.pires@embrapa.br
Caixa Postal 02372 - CEP: 70.949-970
Brasilia, Brasil

Débora Pires Paula

Embrapa
Email: debora.pires@embrapa.br
Parque Estación Biológica – PqEB Final W5 norte
70770.900
Brasilia, Brasil

Edison Ryoiti Sujii

Pesquisador
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Email: edison.sujii@embrapa.br
Parque Estación Biológica – PqEB Final W5 norte
70770.900
Brasilia, Brasil

Alexander Sabogal González

Coordinador laboratorio de artrópodos
Grupo de Biotecnología
Centro Internacional de Física
Email: asabogalg@yahoo.com
Carrera 24 # 45C-70 Ap. 301
Bogotá DC, Colombia

Jairo Rodríguez Chalarca

Investigador
CIAT
Email: J.Chalarca@cgiar.org
Km. 17 Recta Cali-Palmira

Palmira, Colombia

Guillermo Márquez Licona

Enlace de alto nivel de responsabilidad - regulador
CNRFF-DGSU-SENASICA-SAGARPA
Email: marquezlicona@gmail.com
México DF, , México

Alejandro Morón Ríos

Investigador titular
Ecosur
Email: amoron@ecosur.mx
Av. Rancho Polígono 2A, Col. Ciudad Industrial CP
24500
Campeche, México

Daniel Sánchez Guillén

Investigador titular
Ecosur
Email: dsanchez@ecosur.mx
Carr. Antiguo Aeropuerto Km 2.5, CP 30700
Tapachula, México

Guillermo Ibarra Núñez

Investigador
Ecosur
Email: gibarra@ecosur.mx
Carr. Antiguo Aeropuerto Km 2.5, CP 30700
Tapachula, México

Jaime Gómez Ruiz

Ecosur
Email: jgomez@ecosur.mx
Carretera Antiguo Aeropuerto Km. 2.5
Tapachula, México

José Pablo Liedo Fernández

Investigador titular
Ecosur
Email: pliedo@ecosur.mx

Carr. Antiguo Aeropuerto Km 2.5, CP 30700
Tapachula, México

Juan Francisco Barrera Gaytán

Investigador Titular
Ecosur
Email: jbarrera@ecosur.mx
Carretera Antiguo Aeropuerto Km. 2.5
Tapachula, México

Paula Enriquez

Investigadora Titular
Ecosur
Email: penrique@ecosur.mx
San Cristobal de las Casas, Chiapas, México

Remy Vandame

Investigador
Ecosur
Email: remy@ecosur.mx
San Cristobal de las Casas, Chiapas, México

Mario Eduardo Pérez Hernández

Jefe de departamento
INECC
Email: marioeph@hotmail.com
Periférico 5000 Col. Insurgentes, Cuicuilco
México DF, , México

Eduardo Rivera García

Técnico Titular
Inecol
Email: eduardo.rivera@inecol.edu.mx
Carretera antigua a Coatepec no. 351, El haya
Xalapa, Veracruz, México

Ana Wegier

Investigador
Inifap
Email: wegier.ana@inifap.gob.mx
Galeana 16-4 Tlalpan centro CP4000
México DF, México

Diana Paola Peña González

Tesista
Inifap
Email: diana.pena9@hotmail.com
Picacho Colorado # 25. Col. Sta. Cecilia. Coapa
México DF, México

Edgardo Cortés Mondaca

Investigador
Inifap
Email: cortes.edgardo@inifap.gob.mx
Carretera Intern. México-Nogales Km 1609, Col. Juan
José Ríos, Guasave, Sinaloa CP 81110
Guasave, Sinaloa, México

Guillermo López Guillén

Investigador
Inifap
Email: glopez@colpos.mx
Rosario Izapa
Tuxtla Chico, México

Iliana Alicia Mendoza Luis

Becaria
Inifap
Email: LianisKelonia@gmail.com
Navarra 121-4, Col. Álamos, Del. Benito Juárez
México DF, México

Jaime Mena Covarrubia

Investigador
Inifap
Email: mena.jaime@inifap.gob.mx
Km 24.5 carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera de
Víctor Rosales CP 98500
Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México

Luisa Fernanda Hernández Olivera

Tesista
Inifap
Email: brunis_moni@hotmail.com
México DF, México

María Alejandra Mora Avilés

Investigador titular
Inifap
Email: mora.alejandra@inifap.gob.mx
Km 6.5 Carr. Celaya-San Miguel de Allende S/N
Celaya, Guanajuato, México

Marina Benítez Kánter

Estudiante
Inifap
Email: iomariolab@gmail.com
Aponecas # 65. El Caracol. Coyoacán
México DF, México

Miguel B. Nájera Rincón

Investigador
Inifap
Email: najera.miguel@inifap.gob.mx
Av. Latinoamericana 1101 Col. Revolución CP60150,
Uruapán, Michoacán, México

Nadiezhdá Y. Z. Ramírez Cabral

Investigador
Inifap
Email: ramirez.nadiezhdá@inifap.gob.mx
Km 24.5 carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera de
Víctor Rosales CP 98500
Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, , México

Ramiro Ramírez Quiroz

Tesista
Inifap
Email: emm_wats451@hotmail.com
Calle Brígida Álvarez Mz 22 Lt32 Colonia Las Peñas
México DF, México

Raquel Cossio Bayúgar

Investigador Titular C
Inifap
Email: cossio.raquel@inifap.gob.mx
Carretera federal 5434
Jiotepec, Morelos, México

Valeria Alavez Gómez

Inifap
Email: valeria.alavez@gmail.com
Rancho Colorines 57-103, Tlalpan, México, DF 14586
México DF, México

Víctor López

Investigador
Inifap
Email: Lopez.Victor@inifap.gob.mx
Progreso 5, Santa Catarina Coyoacán
México DF, México

Ludivina Barrientos Lozano

Profesora Titular
Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria
Email: ludibarrientos@prodigy.net
Boulevard Emilio Portes Gil # 1301 Pte. A.P. 175 CP
87010
Ciudad Victoria, Tamaulipas, México

Claudia Fabián Navarrete

Jefe de departamento
Departamento de Bioseguridad
Semarnat
Email: claudia.navarrete@semarnat.gob.mx
México DF, , México

Everardo Hernández Plata

Revisor técnico
Senasica
Email: ehplata@gmail.com
Guillermo Pérez Valencia 127, Col. del Carmen,
Coyoacán
México DF, México

Ángela Nava Bolaños

Investigadora Titular
Instituto de Ecología
UNAM
Email: ngasper@hotmail.com
México DF, México

Ek del Val de Gortari

Investigadora Titular
Cieco
UNAM
Email: ekdelval@cieco.unam.mx
Antigua Carretera Pátzcuaro No. 8701 Col. E San José
de la Huerta
Morelia, México

Fernando Álvarez Noguera

Investigador
UNAM
Email: falvarez@servidor.unam.mx
México DF, México

Irene Pisanty Baruch

Investigador asociado tipo C
Ecología y Recursos Naturales
UNAM
Email: ipasanty@unam.mx
México DF, México

Iván Castellanos Vargas

Profesor
Facultad de Ciencias
UNAM

Email: icv@ciencias.unam.mx
Circuito Exterior s/n Ciudad Universitaria 04510
México DF, México

John Larsen

Investigador Titular
Cieco
UNAM
Email: jlarsen@cieco.unam.mx
Antigua Carretera Pátzcuaro No. 8701 Col. E San José
de la Huerta
Morelia, México

José Guadalupe Palacios Vargas

Profesor Titular "C"
Laboratorio de Microartrópodos
Facultad de Ciencias
UNAM
Email: jgpv@ciencias.unam.mx
Circuito Exterior s/n Ciudad Universitaria 04510
México DF, México

Juan Fornoni Agnelli

investigador
Instituto de Ecología
UNAM
Email: jfornoni@ecologia.unam.mx
AP 70-725, México DF 04510
México DF, México

Karina Boege Pare

Investigadora Titular
Instituto de Ecología
UNAM
Email: kboege@servidor.unam.mx
México DF, México

Kiyoshi Sepúlveda Hirose

Investigador
Instituto de Fisiología Celular
UNAM
Email: kiyoshi@ifc.unam.mx
México DF, México

Leticia Ríos Casanova

Profesora Asociada
Facultad de Estudios Superiores Iztacala
UNAM
Email: leticiarc@campus.iztacala.unam.mx

México DF, México

Rosa Gabriela Castaño Meneses

Profesora Titular B
UNAM
Email: gcm@ciencias.unam.mx
Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación
de Juriquilla
Juriquilla, Querétaro, México

Zenón Cano Santana

Profesor Titular "C"
Departamento de Ecología y Recursos Naturales
Facultad de Ciencias
UNAM
Email: zcs@ciencias.unam.mx
México DF, México

David Cibrián

Investigador
Universidad Autónoma de Chapingo
Email: dcibrian@correo.chapingo.mx
Texcoco, México

Robert W. Jones

Investigador
Coordinación de Postgrado
Universidad Autónoma de Querétaro
Email: rjones@uaq.mx
Querétaro, México

Efraín Tovar Sánchez

Profesor Titular
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Email: efrain_tovar@uaem.mx
Cuernavaca, Morelos, México

Atsiry López

Tesista
Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco
Email: atxiri.yit@gmail.com
Calle Fernando Montes de Oca, Col. Niños Héroes.
Del. Benito Juárez # 40.3A
México DF, México

Roberto Terrón Sierra

Investigador
Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco
Email: terrorn@correo.xoc.uam.mx

México DF, México

Ricardo Ramírez-Romero

Profesor-Investigador Asociado C
Investigador Nacional Nivel I
Laboratorio de Control Biológico
Departamento de Producción Agrícola
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y
Agropecuarias (CUCBA)
Universidad de Guadalajara-Nogales
Email: rramirez@cucba.udg.mx
Las Águjas, C.P. 45110
Zapopan, Jalisco

Saul Rafael Castañeda Contreras

Consultor
Email: rostrichueco@gmail.com
Rnd. Poetas, Goroztiza 202. Coyoacán.
México DF, México

Manuel Ricardo Pérez Álvarez

Estudiante doctorado
Cornell University
Email: ricardo_perez_alvarez@yahoo.com
Ithaca, USA

Julio Bernal

Profesor/Investigador
Texas A&M University
Email: juliobernal@tamu.edu
MS-2475, College Station, Tx, 77843-2475 College
Station, USA

David Andow

Professor
University of Minnesota
Email: dandow@umn.edu
219 Hodson Hall, Dept. Entomology, St. Paul,
Minnesota 55113
St. Paul, Minnesota, USA

Jonathan Lundgren

Investigador
USDA, ARS
Email: Jonathan.Lundgren@ars.usda.gov
North Central Agricultural Research Laboratory 2923
Medary Avenue, Brookings SD, 57006
Brookings, SD, , USA