



# El Colegio de la Frontera Sur Université de Sherbrooke

El cultivo comercial de soya transgénica  
(evento mon-04032-6): riesgo para la apicultura  
mexicana.

TESINA

presentada como requisito parcial para optar al grado de  
Maestría Profesionalizante en Ecología Internacional

por

Leonardo Claver García

2013

## **AGRADECIMIENTOS**

A todo el equipo administrativo y académico vinculado con la Maestría Profesionalizante en Ecología Internacional de la Universidad de Sherbrooke y de El Colegio de la Frontera Sur, que me han permitido desarrollar competencias profesionales y cualidades personales en el transcurso de la realización del programa.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para la realización de los estudios de Maestría.

A la Dra. Mirna Valdez Hernández de El Colegio de la Frontera Sur, por haber aceptado dirigir este ensayo, por sus valiosos consejos, correcciones y comentarios constructivos.

A los compañeros y compañeras de la primera generación de la Maestría en Ecología Internacional, especialmente a Norma y a Ramón por su ayuda incondicional en el transcurso de la estancia en México.

A Birgit Schmoock y a René Foster, por su colaboración y por el hospedaje en Chetumal durante todo el periodo de escritura del ensayo.

Finalmente, gracias a mi familia; mi madre, mis hermanas, mi hermano y mi prima Liliana por su apoyo y confianza a lo largo de mis estudios en México y Canadá.

De todo Corazón... ¡Muchas Gracias!

## RESUMEN

La península de Yucatán (PY) cuenta con una gran extensión de selvas tropicales y de ecosistemas de gran importancia para la conservación. La conversión de sus paisajes ha sido históricamente promovida por la expansión agrícola y la ganadería, acompañadas de políticas gubernamentales dirigidas al incremento económico de las fronteras forestales.

El cultivo comercial de soya transgénica es una amenaza latente para los ecosistemas de esta región. Desde su liberación inicial, la propuesta de cultivar plantas transgénicas ha ocasionado gran controversia, principalmente por los efectos que podría ocasionar sobre la biodiversidad, la salud humana y el medio ambiente. La rápida expansión de los cultivos transgénicos indica que una vez que están establecidos son difíciles de controlar y sus impactos económicos, sociales y ambientales están documentados. Para la PY, una región con vocación apícola, una preocupación adicional es la posible introducción de polen transgénico en la miel producida y las repercusiones frente al rechazo de las mieles con dicho polen en los mercados internacionales.

Este ensayo, cuyo objetivo principal es evaluar los diferentes impactos ambientales, sociales y económicos que podría ocasionar el establecimiento del mismo cultivo en la península de Yucatán, sugiere que las condiciones ambientales de la PY son poco apropiadas para la agricultura y que se requiere la implementación de políticas agrarias y de planificación basadas en el conocimiento de los recursos y sus requerimientos. Diferentes alternativas son propuestas para la gestión de la

problemática: 1) empleo de herramientas internacionales tales como el principio de precaución, 2) establecimiento de zonas libres de transgénicos como opción exitosa en algunos países de la Unión Europea, 3) elaboración de estudios de impacto ambiental específicamente para la región, 4) otras opciones agrícolas productivas y 5) gestión participativa para dar a conocer a los implicados los beneficios/amenazas que la liberación comercial de soya transgénica podría acarrear.

Finalmente, para tomar las decisiones de la manera más responsable y considerando que no hay suficiente información específica de este cultivo en la península, es conveniente que los científicos concentren sus esfuerzos en investigación objetiva y al mismo tiempo imparcial en lo que se refiere a los efectos de estos cultivos en esta región.

**Palabras claves:** Agroecosistemas, Herbicidas, Milpa, Monsanto, Principio de precaución.

## RÉSUMÉ

La Péninsule de Yucatán (PY) possède une grande superficie de forêts tropicales et d'écosystèmes de grande importance pour la conservation. Historiquement, la conversion de ses paysages a été encouragée par l'expansion agricole et l'élevage, accompagnée de politiques gouvernementales orientées vers le développement économique des forêts.

La culture commerciale de soya transgénique est une menace latente pour les écosystèmes de cette région. Depuis sa légalisation, la plantation de semences transgéniques a occasionné une grande controverse, principalement à cause des effets qu'elles pourraient avoir sur la biodiversité, la santé humaine et l'environnement. La popularité de ces semences s'est traduite par une expansion rapide des cultures transgéniques. De plus, celles-ci sont bien documentées au niveau de leurs impacts économiques, sociaux et environnementaux. Pour la PY, où l'apiculture est d'une importance capitale, une préoccupation additionnelle repose sur les introductions possibles de pollen transgénique dans le miel produit et sur les répercussions générées par le rejet du miel contenant ce pollen dans les marchés internationaux.

Cet essai, dont l'objectif principal est d'évaluer différents impacts environnementaux, sociaux et économiques qui pourraient être occasionnés dans la PY par l'établissement de la culture de soya transgénique, suggère que les conditions environnementales de la PY sont peu appropriées pour l'agriculture et que la mise en place de politiques agraires et la planification basée sur la connaissance des ressources et de leurs requêtes sont nécessaires. Différentes alternatives pour la gestion de la

problématique sont proposées: 1) des outils internationaux tel que le principe de précaution, 2) l'établissement de zones libres de produits transgéniques comme une option efficace dans certains pays de l'Union Européenne, 3) l'élaboration d'études d'impacts environnementales spécifiques pour la région, 4) d'autres options agricoles productives ainsi que 5) la gestion participative, de manière à connaître les parties prenantes ainsi que les bénéfices/menaces qui pourraient être engendrés par la libération commerciale du soya transgénique .

Enfin, afin de prendre de bonnes décisions de manière responsable, considérant qu'il n'y a pas assez d'information spécifique sur cette culture dans la péninsule, il serait recommandé que les scientifiques concentrent leurs efforts vers une recherche objective et impartiale en ce qui concerne les effets de ces types de cultures dans la région.

**Mots clés:** Agroécosystèmes, Herbicides, Milpa, Monsanto, Principe de Précaution

## ÍNDICE

|   |      |
|---|------|
| <b>AGRADECIMIENTOS</b> .....  | I    |
| <b>RESUMEN</b> .....  | II   |
| <b>RÉSUMÉ</b> .....   | IV   |
| <b>ÍNDICE</b> .....   | VI   |
| <b>LISTA DE TABLAS</b> .....  | IX   |
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....   | X    |
| <b>GLOSARIO</b> .....   | XI   |
| <b>LISTA DE ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS</b> .....                       | XIII |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....   | 1    |
| <b>CAPÍTULO 1 - ACERCAMIENTO A LA ZONA DE ESTUDIO</b> .....           | 4    |
| 1.1 DEFINICIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....                             | 4    |
| 1.1.1 Suelos.....   | 7    |
| 1.1.2 Clima .....   | 7    |
| 1.2 HITOS IMPORTANTES EN LA HISTORIA DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN ..... | 9    |
| 1.2.1 Población.....  | 9    |
| 1.2.2 Actividades productivas.....                                    | 10   |
| 1.2.3 Un poco de Historia .....                                       | 13   |
| 1.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS .....                          | 16   |

|  |           |
|--|-----------|
| 1.4 LA ACTIVIDAD MELÍFERA EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN: HERENCIA DE UN PUEBLO<br>AUTÓCTONO.....  | 22        |
| <b>CAPÍTULO 2 - RECUENTO SOBRE LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS .....</b>   | <b>27</b> |
| 2.1 ¿LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS: EXPECTATIVAS Y/O INCERTIDUMBRE? .....  | 27        |
| 2.2 MONSANTO COMO LÍDER MUNDIAL DE LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS .....   | 29        |
| 2.3 PERSPECTIVA DE LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS: SITUACIÓN MUNDIAL Y NACIONAL DEL<br>CULTIVO DE SOJA TRANSGÉNICA .....  | 37        |
| 2.4 EL CASO DE LA SOYA TRANSGÉNICA EN ARGENTINA .....  | 40        |
| <b>CAPÍTULO 3 - ¿ES EL CULTIVO DE SOYA TRANSGÉNICA UNA ALTERNATIVA<br/>PARA ASEGURAR LA CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS Y EL<br/>DESARROLLO ECONÓMICO-SOCIAL DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN? .....</b> | <b>43</b> |
| 3.1 LOS IMPACTOS ECOLÓGICOS/AMBIENTALES .....  | 43        |
| 3.1.1 Pérdida de Biodiversidad.....  | 44        |
| 3.1.2 Conversión de hábitats.....  | 49        |
| 3.1.3 Evolución de especies invasivas .....  | 54        |
| 3.1.4 Degradación de suelos.....   | 57        |
| 3.2 LOS IMPACTOS SOCIALES/ECONÓMICOS .....   | 59        |
| 3.2.1 Monocultivos en los cuales no es posible diversificar y compartir material de<br>siembra.....  | 60        |
| 3.2.2 La seguridad y la soberanía alimentaria.....   | 63        |
| 3.2.3 Acceso a las tierras .....   | 66        |
| 3.2.4 Costos de producción.....  | 68        |



## **CAPÍTULO 4 - GESTIÓN DE LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS: PISTAS DE**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>SOLUCIÓN.....</b>  | <b>72</b> |
| 4.1 LA BIOSEGURIDAD: INSTRUMENTOS E INSTITUCIONES INTERNACIONALES ..... | 73        |
| 4.2 ZONA LIBRE DE TRANSGÉNICOS (ZLT) .....                              | 77        |
| 4.3 ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL .....                                 | 78        |
| 4.4 OPCIONES PRODUCTIVAS PARA LA ZONA .....                             | 80        |
| 4.4.1 La actividad Forestal .....                                       | 80        |
| 4.1.2 Actividades agrarias .....  | 84        |
| 4.1.3 La apicultura .....   | 86        |
| 4.5 GESTIÓN PARTICIPATIVA CON TODOS LOS IMPLICADOS .....                | 89        |
| <b>CONCLUSIÓN.....</b>  | <b>92</b> |
| <b>LISTA DE REFERENCIAS.....</b>  | <b>94</b> |

## LISTA DE TABLAS

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.1 | Contribución del sector Agrícola y pesquero al PIB (%) de los tres estados de la Península de Yucatán en el período 1970-1993.....  | 12 |
| 1.2 | Área, producción y valor de la producción soya en la Península de Yucatán.....  | 12 |
| 1.3 | Distribución superficial predominante de los tres estados de la Península de Yucatán.....   | 20 |
| 2.1 | Superficie solicitada para la liberación comercial de soya transgénica y cantidad de semilla requerida para cada una de ellas ..... | 33 |
| 2.2 | Área global de cultivos transgénicos en 2010 (millones de ha).....  | 39 |
| 3.1 | Costos de producción de soya año 2004 en EEUU, Brasil y Argentina (US\$/ha).....  | 69 |
| 4.1 | Acuerdos e instituciones internacionales para la gestión de bioseguridad.....   | 74 |
| 4.2 | Características de los apicultores que influyen en la productividad de la asociación Kabi'tah .....                                 | 89 |

## LISTA DE FIGURAS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.1 | Ecoregiones de la Península de Yucatán.....  | 21 |
| 2.1 | Regiones solicitadas para la liberación de soya transgénica y regiones prioritarias en México..... | 36 |
| 2.2 | Superficie agrobiotecnológica mundial (millones de has, 1996-2010).....                            | 37 |

## GLOSARIO

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Barbecho                 | Terreno de cultivo que permanece sin sembrar durante algunos años para permitir la regeneración de la vegetación                                       |
| Gleysoles                | Suelos pobremente drenados que permanecen inundados durante algún periodo de tiempo del año  |
| Glifosato                | Herbicida sistémico no selectivo y de amplio espectro que se usa para el control de plantas no deseadas  |
| Herbicidas preemergentes | Herbicidas que se aplican después de la siembra de un cultivo y antes de la emergencia de las plantas no deseadas                                      |
| Litsoles                 | Suelos superficiales poco evolucionados como resultado de procesos erosivos  |
| Milpa                    | Práctica agrícola que consiste en la roza-tumba y quema para el establecimiento de cultivos de maíz asociado con otras especies como frijol y calabaza |
| Rendzinas                | Suelos arcillosos poco profundos que se desarrollan sobre materiales calcáreos   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| Saturación de bases | Corresponde a la sumatoria de bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na) dividida entre la capacidad de intercambio catiónico                          |
| Vertisoles          | Suelos arcillosos que se agrietan cuando se secan. Su reacción se encuentra entre ligeramente ácida a fuertemente alcalina                        |
| Regosoles           | Suelos poco desarrollados de baja fertilidad formados a partir de materiales no consolidados que pueden ser encontrados en las planicies costeras |

## LISTA DE ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS

|          |   |
|----------|---|
| AECID    | Agencia Española de Cooperación Internacional para el desarrollo                      |
| CBD      | Convenio sobre la diversidad biológica  |
| CIBIOGEM | Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados |
| CICC     | Comisión Intersectorial de Cambio Climático   |
| CONABIO  | Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad                      |
| FAO      | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación             |
| INE      | Instituto Nacional de Ecología  |
| INEGI    | Instituto Nacional de Estadística y Geografía   |
| INIFAP   | Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrarias y Pecuarias                |
| OGM      | Organismo Genéticamente Modificado  |
| PET      | Programa de empleo temporal   |
| PFP      | Parcelas forestales permanentes   |

|           |   |
|-----------|---|
| PPF       | Plan Piloto Forestal  |
| PROCYMAF  | Programa de Desarrollo Forestal Comunitario                                   |
| PROCAMPO  | El Programa de Apoyos Directos al Campo                                       |
| PRODEFOR  | Programas de fomento a la conservación y uso adecuado de las áreas forestales |
| PRODEPLAN | Programa de Plantaciones Forestales Comerciales                               |
| PRODERS   | Programa de Desarrollo Regional Sustentable                                   |
| PRONARE   | Programa Nacional de Reforestación  |
| PRONASOL  | Programa Nacional de Solidaridad  |
| PY        | Península de Yucatán  |
| RTQ       | Roza, Tumba y Quema   |
| SAGARPA   | Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación                    |
| SEAE      | Sociedad Española de Agricultura Ecológica                                    |
| SEMARNAT  | Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales                            |
| SIAP      | Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera                            |
| UCCS      | Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad                            |
| UICN      | Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza                     |
| ZLT       | Zona Libre de Transgénicos  |

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, diferentes variables macro y microeconómicas han permitido la transformación del sector agropecuario mexicano. Las políticas agropecuarias actuales del país, dirigidas a una mayor especialización de las unidades productivas, han ocasionado importantes cambios en la estructura de este sector (Escalante y Catalán, 2008). Durante el mes de junio de 2012, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA) aprobó el establecimiento de 253 mil ha de soya transgénica (evento MON-04032-6) en la Península de Yucatán, Chiapas y la Planicie Huasteca. Las acciones realizadas por la Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad (UCCS) ante las entidades competentes lograron que la siembra aprobada no se realizara durante el año 2012. Sin embargo, la suspensión es temporal, por lo que el riesgo es aun latente.

El cultivo de soya transgénica contiene genes de bacterias que le confieren resistencia al herbicida glifosato (Vandame y Álvarez-Buylla, 2012) de tal manera que, al ser aplicado sobre los cultivos, los individuos susceptibles mueren, mientras que los resistentes sobreviven y producen aún más propágulos (FAO, 2001, Villalba, 2009). Las compañías productoras de transgénicos no han demostrado la inocuidad de sus productos, existiendo evidencias de riesgos sociales, económicos y ambientales (Martínez, 2008). Esta falta de certeza sobre los posibles efectos a largo plazo ha ocasionado una gran incertidumbre y/o desconfianza a través de la comunidad internacional (FAO, 2001).



Particularmente, en la Península de Yucatán (PY), la liberación comercial del cultivo de soya transgénica podría tener efectos negativos sobre la apicultura de la región. Esta actividad, además de contribuir con los programas de conservación, protección y manejo del medio ambiente, es de gran relevancia para el desarrollo económico y social de las comunidades rurales (CONABIO y AECID, 2011).

Los efectos de los productos químicos empleados en la agricultura moderna sobre las poblaciones de abejas han sido verificados (Vanengelsdorp y Meixner, 2010; Brittain y Potts, 2011). Dichos efectos incluyen: mortalidad, parálisis, desorientación y cambio de comportamiento (Vanengelsdorp y Meixner, 2010; Brittain y Potts, 2011). Asimismo, existe una gran preocupación de los apicultores de la PY debido a la presencia de polen de soya transgénica en la miel producida en la región y las repercusiones frente al rechazo de los países europeos de mieles con contenido de dicho polen, arriesgando de esta manera el mercado de exportación a Europa (CONABIO, 2012; Pérez, 2012).

Con estos antecedentes, éste ensayo tiene como objetivo principal evaluar los diferentes impactos ambientales, sociales y económicos que podría ocasionar el establecimiento del cultivo de soya transgénica en la PY, región propuesta como caso de estudio. Para tal fin, el cultivo de soya transgénica establecido en Argentina servirá de ejemplo para evaluar los impactos de la implementación de esta tecnología en un país en vías de desarrollo. Argentina aceptó los Organismos Genéticamente Modificados (OGMs), actualmente es uno de los principales productores y exportadores de subproductos de soya (aceite y harina), y los productos exportables de la cadena de la soya representan el rubro más importante de su economía (Giancola *et al.*, 2009).

La escritura de este ensayo se basa en cuatro capítulos. Con cada uno de ellos se pretende responder un objetivo específico. El primero de ellos se dirige a caracterizar la zona de estudio por medio de la descripción del medio natural y humano. El segundo objetivo intenta esclarecer la definición conceptual de cultivos transgénicos, así como su situación actual. En el tercer capítulo, una revisión de literatura asociada con los riesgos sociales, económicos y ambientales, permitirá realizar un análisis de los impactos y de las secuelas que podría ocasionar la siembra de tal cultivo en la PY. Finalmente, luego de abordar los tres primeros objetivos, se sugieren algunas pistas de solución responsables para el desarrollo agrícola de la región.

## **CAPÍTULO 1**

### **Acercamiento a la zona de estudio**

En este primer capítulo la descripción del medio natural y humano que caracteriza la zona de estudio, la Península de Yucatán, será realizada. Posteriormente, el recuento general de algunos hitos relevantes en la historia de esta área, permitirá resaltar su importancia biológica, social y económica dentro del territorio mexicano. La presentación general de los ecosistemas y paisajes presentes en esta región conducirán a reconocer la relevancia de la actividad apícola en México, país considerado como uno de los principales productores y exportadores de miel a nivel mundial.

#### **1.1 Definición de la zona de estudio**

Luego de la segunda guerra mundial, la revolución verde fue el punto de inicio de grandes cambios estructurales en la actividad agropecuaria a nivel global. En aquel momento, la inclusión de tecnologías, maquinaria e insumos químicos en los procesos de producción primaria, permitirían obtener la cantidad de alimento necesaria para nutrir la sociedad (Acosta, 2009). Sin embargo, este proceso dio origen a grandes disparidades y consecuencias negativas de tipo ecológico, social

y económico (Acosta, 2009; Martínez, 2006). Así, con el deseo de modernizar los sistemas agrícolas, las prácticas de producción tradicionales se han modificado, olvidando los valiosos conocimientos legados por los ancestros y ocasionando cambios dramáticos en los paisajes naturales (Koohafkan y Altieri, 2011).

La república mexicana no es ajena a las consecuencias ocasionadas por la revolución verde. En las últimas décadas, diferentes variables macro y microeconómicas han permitido que su sector agropecuario se enfrente a diferentes transformaciones. Es así como, las políticas agropecuarias actuales, dirigidas a una mayor especialización de las unidades productivas, han ocasionado importantes cambios en la estructura de la actividad agropecuaria (Escalante y Catalán, 2008). Un caso particular está representado por la aprobación por parte de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA), el pasado 2012, de la siembra de 253 mil ha de soya transgénica (evento MON-04032-6), en la Península de Yucatán, Chiapas y la Planicie Huasteca (UCCS, 2012). Las acciones realizadas por Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad permitieron lograr que al menos durante el año 2012 no se establezca dicho cultivo, aunque es una problemática que aún sigue latente.

Particularmente, en la PY se propuso establecer dicho cultivo en los municipios: Champotón, Hecelchakán, Holpechén, Tenabo, Calkiní, Escárcega, Carmen y Palizada en el Estado de Campeche; Othón Pompeyo Blanco, José María Morelos y Felipe Carrillo Puerto en el Estado de Quintana Roo; y Santa

Elena, Ticul Oxkutzcab, Tekax, Tzucacab, Peto y Tizimín en el Estado de Yucatán (CONABIO, 2012).

La PY es reconocida a nivel mundial, sobre todo por su gran valor biológico y cultural, representando un gran desafío para el establecimiento efectivo de estrategias de conservación y de manejo de los recursos naturales (Frazier, 2006). Por esta razón, y sin olvidar la importancia de Chiapas y de la Planicie huasteca, el ensayo se dirigirá a la PY como un ejemplo de estudio de caso.

En el Sureste de la República Mexicana y a manera de apéndice, se encuentra la PY ocupando una extensión de 139.811 km<sup>2</sup>, limita al norte con el golfo de México y al oriente con el mar Caribe. Su frontera se define por la línea extendida desde el Golfo de Honduras hasta el límite oeste de la Laguna de Términos en el estado de Campeche, abarcando parte de Belice, una porción del Petén de Guatemala, parte del oriente del estado de Tabasco y los estados Campeche, Yucatán y Quintana Roo (May-Acosta y Bautista, 2005; Quezada, 2011; Fernández *et al.*, 2012). Esta zona ecológica cuenta con características particulares; fue la zona central de la antigua civilización maya, el escenario del colapso de la misma en el siglo 19 y representa una zona ecológica frágil con condiciones ambientales exclusivas (Faust, 2001). Los paisajes cársticos de la PY exhiben gran variabilidad ambiental desde el sur hasta el norte (Solleiro-Rebolledo *et al.*, 2011). Allí convergen biogeográficamente la región neotropical y neártica en una complejidad topográfica con diferencias en régimen climático para dar origen a diversidad de ecosistemas terrestres y acuáticos (Smardon y Faust, 2006).

### **1.1.1 Suelos**

La PY no es una superficie plana y homogénea, más bien es una plataforma marina carbonatada, con diferencias en edades que van desde el Pleistoceno hasta el Cretácico (Hodell *et al.*, 2005). A cortas distancias y a lo largo de esta vasta región, la diversidad de paisajes es el resultado de los cambios en las unidades de suelo allí presentes (Bautista *et al.*, 2005). A nivel agrícola, el conocimiento de esta diversidad en los suelos constituye un aspecto de relevancia sobre todo para determinar los cultivos apropiados a cada uno de ellos. De este modo, en las elevaciones de esta plataforma geológica, los suelos predominantes son los Litosoles y Rendzinas caracterizados por ser someros y con porciones de rocas; mientras que los Gleysoles y Vertisoles pueden encontrarse en las zonas de depresión con profundidades de más de 80 cm de espesor; y por último los Regosoles que son una clase de suelo joven que resulta de la acumulación de roca calcárea, resiente y sin consolidación y que pueden ser encontrados a lo largo de las planicies costeras (May-Acosta y Bautista. 2005).

### **1.1.2 Clima**

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificado por García (1999), el clima de la península se clasifica como tropical cálido subhúmedo con lluvias en verano en la mayor parte de su extensión, siendo predominantemente seco de Diciembre

a Mayo y lluvioso de Junio a Noviembre. Este período seco, con disminución intensa en las lluvias representan un reto para las actividades agrícolas debido a que en esta temporalidad se reduce la productividad en las actividades agropecuarias y mayor intensidad en los incendios forestales (Galindo, 2009). La precipitación anual es variable, desde 500 mm hacia el noroeste alrededor de la Reserva de la Biósfera Celestún, hasta 2000 mm hacia el sureste en la Reserva de Sian Ka'an. Las temperaturas de la región fluctúan entre 24 y 26°C (Orellana *et al.*, 1999; Orellana *et al.*, 2003).

Debido a que la geomorfología cárstica no permite el establecimiento de grandes ríos, en la península, el agua dulce costera proviene principalmente de los manantiales o de filtraciones (Aranda *et al.*, 2006). Sin embargo, cuerpos acuáticos como lagos y cenotes son frecuentes, los cuales varían en área superficial, profundidad de agua, elevación, estatus trófico, química del agua (Aranda *et al.*, 2006; Pérez *et al.*, 2011).

Los aspectos físicos y climáticos mencionados anteriormente permiten reconocer que en el transcurso del tiempo, las comunidades peninsulares han debido adaptar sus actividades agrícolas a diferentes limitantes, notablemente al suelo y al clima. De tal manera que el conocimiento de las fluctuaciones de estas variables es determinante para el establecimiento de proyectos agrícolas durables y en armonía con los paisajes de la PY.

## **1.2 Hitos importantes en la historia de la Península de Yucatán**

En México, la PY ocupa una gran extensión de selvas tropicales y con diferentes ecosistemas prioritarios para la conservación (Mendoza y Molina, 2012). Diversos hitos históricos y culturales ocurridos allí son evidencia de la importancia de reconocer la interrelación existente entre los diferentes aspectos ambientales y sociales (Frazier, 2006).

### **1.2.1 Población**

La población de la PY asciende a 4,10 millones de habitantes. La mayor parte de esta población se encuentra asentada en la zona urbana (3,4 millones de habitantes) y un porcentaje muy bajo de la población (17%, 700 mil personas) se encuentra ubicado en la zona rural de la península (Kauffer y Villanueva, 2011). Este bajo número de personas serían los responsables de la protección de los ecosistemas allí presentes. No obstante, se ha observado un incremento de la población luego de la creación de reservas y de parques naturales en las comunidades rurales y consecuentemente un aumento en la participación en la economía nacional y en la utilización de los recursos naturales (Sardon y Faust, 2006).



En este mismo sentido, como respuesta a las políticas del gobierno a partir de la década de los 70s, gran cantidad de personas de diferente sitio de origen se han establecido en este territorio. Migrantes de Chiapas y de Guatemala han sido recibidos y ubicados principalmente en los límites de la Reserva de la Biósfera Calakmul. Durante la década de los 80s, varios campamentos para refugiados guatemaltecos fueron creados por el Gobierno Mexicano en los estados de Campeche y de Quintana Roo (Smardon y Faust, 2006). Los inmigrantes de Chiapas y Guatemala se han unido para explorar el uso de los recursos en los alrededores de la Reserva de la Biósfera Calakmul, mientras que otros inmigrantes han optado por instalarse en los alrededores de la "Riviera Maya" principalmente con la finalidad de obtener un empleo en el sector turístico (Smardon y Faust, 2006).

### **1.2.2 Actividades productivas**

Los niveles de producción del sector agropecuario mexicano han disminuido en los últimos años y como consecuencia sus volúmenes producidos son insuficientes para satisfacer la demanda del mercado interno (Escalante y Catalán, 2008). Actualmente, la producción de petróleo y el sector terciario es un componente importante de la economía de Campeche. Sin embargo, parte del desarrollo de su economía ha estado basada en las actividades primarias mediante el aprovechamiento del palo de tinte (*Haematoxylium campechianum*), el chicle

obtenido del zapote (*Manikara zapote*) y el camarón (Villalobos-Zapata y Mendoza, 2010). En el caso de Yucatán su crecimiento en el sector primario ha sido incipiente y su contribución a la economía estatal ha disminuido en el transcurso del tiempo; su economía se basa en el sector terciario con una participación del 71.59% (Sarmiento, 2010; Sarmiento *et al*, 2010). El estado de Quintana Roo ha mostrado una gran dinámica en su desarrollo económico. Para la década de los 60s, la base de su economía fue el sector primario (forestería, pesca y agricultura). Mientras que en los años 70s el sector primario representó el 35% la producción y para el 2006 se redujo al 1.6% (Cortés y Olivares, 2011). El desarrollo de Cancún y de la Riviera Maya a partir de los años 90s empezó a dominar la economía del estado que a partir del año 1993 ha aportado más del 90% a la economía estatal (Cortés y Olivares, 2011). Estas cifras indican que los esfuerzos por el desarrollo agrícola de la zona no son satisfactorios y que las políticas económicas dirigidas al sector rural de la península al parecer no han resultado eficientes.

En términos generales, los registros estadísticos indican una reducción importante en la participación del sector agrícola y pesquero al PIB en los tres estados de la península (Ver tabla 1.1) Para el período 1970-1993, Quintana Roo es el estado que muestra la mayor reducción en su participación (94%), mientras que con el 33%, Yucatán es el estado con una menor disminución en su participación (Peña *et al.*, 2000).

**Tabla 1.1** Contribución del sector Agrícola y pesquero al PIB (%) de los tres estados de la Península de Yucatán en el período 1970-1993

|              | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1988 | 1993 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| Quintana Roo | 34   | 13   | 7    | 9    | 5    | 2    |
| Yucatán      | 12   | 11   | 8    | 10   | 8    | 9    |
| Campeche     | 30   | 26   | 26   | 23   | 17   | 13   |

*Fuente:* Peña et al., 2000

El territorio de México cuenta con 145 millones de hectáreas destinadas a la producción agropecuaria. Específicamente, 30 millones de hectáreas son tierras de cultivo y 115 millones son dedicadas a la ganadería (SAGARPA, 2007). De esta área agrícola, 166,719 ha están establecidas con cultivos de soya, que para el 2011 produjeron 205,233 toneladas con un valor de 1,289,273 miles de pesos (SIAP, 2013). En los tres estados de la PY para el 2011 se produjo el 15% de la producción nacional de soya (31,775 ton), que en términos monetarios equivale a 201,139.16 miles de pesos (ver Tabla 1.2).

**Tabla 1.2** Área, producción y valor de la producción soya en la Península de Yucatán.

| Estado       | Sup. Sembrada (ha) | Producción (Ton) | Valor producción (miles de pesos) |
|--------------|--------------------|------------------|-----------------------------------|
| Campeche     | 10,979             | 28,879.57        | 183,169.74                        |
| Quintana Roo | 910.00             | 796.50           | 4,515.28                          |
| Yucatán      | 2,037.00           | 2,099.00         | 13,454.14                         |
| Total México | 166,719.021        | 205,233.88       | 1,289,273.84                      |

*Fuente:* SIAP, 2013 (cifras registradas para el 2011)

### 1.2.3 Un poco de Historia

La historia demográfica y las características de la población de la PY han influenciado los diferentes cambios estructurales que allí ocurren actualmente (Eastmon *et al.*, 2000). Así, la civilización maya habitó en la región durante centenares de años, siendo uno de los primeros pueblos indígenas con historia de vida dentro de los paisajes tropicales que conforman los ecosistemas de la península (Faust, 2001). Los mayas aportaron a la comunidad peninsular su conocimiento obtenido durante milenios. Dicho conocimiento es de gran utilidad sobre todo para establecer las relaciones cultura-hombre-suelo y es trascendental para el diseño y establecimiento de agroecosistemas aptos a las condiciones físicas y naturales de la península (Bautista *et al.*, 2005). A partir de este conocimiento, las comunidades rurales obtienen las herramientas para enfrentar las condiciones adversas, para minimizar los riesgos y para asegurar su subsistencia en el interior de la península (Terán y Rasmussen, 1994).

Los mayas heredaron la técnica de la milpa para realizar la agricultura en la región. Este sistema consiste en seleccionar el terreno, desmontarlo y posteriormente quemarlo, denominado comúnmente roza-tumba-quema (RTQ) (Quezada, 2011). Una vez finalizado este proceso, el terreno queda preparado para la realización de las labores agrícolas y para el establecimiento de los cultivos. Esta técnica consiste en un ciclo de siembra de maíz y un período de descanso llamado barbecho, el cual permite la recuperación de la materia

orgánica, de los nutrientes y el restablecimiento de los bosques secundarios (Daniels *et al.*, 2008). La periodicidad de los ciclos de barbecho-cultivo depende de diferentes factores ecológicos (precipitación, tipo de suelo y topografía), de factores socioeconómicos y políticos (herramientas e insumos de trabajo, medios de subsistencia, políticas gubernamentales) (Hartter *et al.*, 2008). En África, Brasil y Mesoamérica, el sistema de RTQ ha sido utilizado con la finalidad de recuperar suelos y reciclar nutrientes (Faust, 2001), no obstante hay quienes lo critican por los efectos negativos que puede ocasionar sobre todo por su impacto en los suelos y en los paisajes forestales.

De otro lado, con el fin de garantizar el acceso a la tierra por las comunidades rurales mexicanas, se creó el sistema ejidal de tenencia de tierra, los ejidos representan áreas que han sido otorgadas a la población campesina para su explotación luego de la ley Agraria del 6 de enero de 1915 (INEGI, 2007). Con la estructura ejidal, cada grupo de pequeños ejidatarios o miembros del ejido tiene derecho oficial a una determinada porción del terreno comunitario, con títulos legales que delimitan este derecho (Chowdhury y Turner, 2006).

El manejo comunitario de las tierras ejidales varía en cada uno de los ejidos. Sin embargo, muchos de los que se dedican a la forestería tienen áreas forestales permanentes. Particularmente, en Quintado Roo 750,000 ha de zonas forestales permanentes son administradas por las comunidades rurales, estas zonas fueron creadas para la planificación de la utilización del suelo y representan una estrategia de conservación de los paisajes forestales (Flachsenberg y Galleti, 1999). En el año 2002, la reestructuración al artículo 27 de la constitución política

Mexicana permite a los ejidatarios privatizar sus tierras ejidales inalienables. Esta reestructuración hizo parte de la agenda nacional para la creación de un marco institucional realizado para favorecer el proceso de inversión privada, el desarrollo de un mercado de tierras y mayores ganancias en la productividad agrícola (Johnson, 2001). No obstante, la privatización de las tierras parece ser una de las causas principales de los cambios de uso de suelo en la península (Hartter *et al.*, 2008).

El argumento para la privatización de las tierras era el de obtener una producción más eficiente en el sector rural, lo cual posteriormente se traduciría en grandes beneficios para la conservación. En aquel momento, se consideró que la eliminación de la presión sobre las áreas naturales sería lograda por medio del aprovechamiento y del uso intensivo de los suelos por parte de los agricultores. Sin embargo los críticos de la medida aseguraron que la degradación ambiental se aceleró al permitir que los campesinos más pobres vendieran su tierra para fines comerciales (Smardon y Faust, 2006). Además de facilitar la gestión comunal de las áreas protegidas, se pensó que la reforma al artículo 27 ofrecería la posibilidad de adquirir tierras para la conservación privada. No obstante, las comunidades locales no contaban con la capacidad de esperar beneficios a largo plazo a partir de la protección de los ecosistemas, por lo cual estas medidas producirían pérdidas en las alternativas productivas a corto plazo (Smardon y Faust, 2006).

Actualmente, sistemas agrícolas modernos de producción y sistemas de producción convencional son realizados en la PY. En el primer caso, se trata de aplicar diferentes técnicas de producción mediante la utilización de semillas

mejoradas en sus características agronómicas y del uso de maquinaria y de insumos químicos. En el segundo caso; los conocimientos, las técnicas, instrumentos e insumos obtenidos de las milpas son utilizados. A través de diversas instituciones gubernamentales, tales como PROCAMPO y PRONASOL, y otros programas de crédito y de inversión social, el gobierno Mexicano ha intentado promover la agricultura permanente e intensiva (Chowdhury y Turner, 2006). De tal manera, que tractores, semillas híbridas, fertilizantes y herbicidas han sido incluidos en el esquema de agricultura moderna e incluso en la tradicional a través de proyectos promovidos por el gobiernos (Faust, 2001).

Particularmente, en Campeche los cambios del sistema milpa a la agricultura moderna comienzan a partir de los años 70 con el programa de “Desmonte y Mecanización” a partir del cual, la agricultura tradicional (RTQ) ha sido reducida considerablemente (Pat *et al.*, 2012). Los esfuerzos del gobierno por modernizar la agricultura, no se han visto reflejados en el bienestar de las familias Yucatecas, por el contrario, se ha impactado negativamente los recursos naturales y está en peligro la seguridad alimentaria de los pobladores (Pat *et al.*, 2012).

### **1.3 Caracterización de los ecosistemas**

Comprender la heterogeneidad de los ecosistemas presentes en la península resulta de gran relevancia para la interpretación de aspectos estructurales y funcionales. Tales aspectos permiten establecer, con mayor

posibilidad de éxito, los programas de manejo agropecuario y forestal. En agricultura, estos conocimientos representan un gran valor sobre todo para la planificación de los fuegos inducidos, de los planes y metodologías de fertilización, de los esquemas de labranza y para la implementación de programas de manejo integrado de arvenses, plagas y enfermedades en los cultivos.

México es un país megadiverso donde el 10-12% de las especies endémicas del planeta se encuentran albergadas a lo largo de sus hábitats terrestres y acuáticos (Beltrán *et al.*, 2011). A pesar de esto, la integridad y la biodiversidad de los ecosistemas presentes en la PY se encuentran actualmente amenazadas (Calderón-Aguilera *et al.*, 2011). Aunado a los regímenes de perturbación natural (fuegos y huracanes), la presión de los seres humanos se evidencia en la disminución de la cobertura, de la productividad y de la diversidad biológica de los ecosistemas frágiles como los bosques tropicales y los arrecifes de coral (Calderón-Aguilera *et al.*, 2011). A modo de ejemplo, el bosque tropical caducifolio es uno de los ecosistemas más amenazados a nivel mundial y su superficie ha disminuido considerablemente en los últimos años como una consecuencia directa del establecimiento de ganaderías y de sistemas de producción agrícola (González-Iturbe *et al.*, 2002). Este ecosistema en particular ocupa una gran extensión en América Central, incluyendo la PY, la cual es considerada como una región con grandes cambios críticos en el paisaje ocasionados por los procesos de deforestación (Daniels *et al.*, 2008).

En esta corta sesión se pretende presentar los ecosistemas existentes en la península, enfatizando sobre las comunidades terrestres presentes, debido a la



gran preocupación por la pérdida de vegetación y a los problemas de cambio de uso de suelos, por lo general asociados con las actividades agropecuarias (Zamora *et al.*, 2008). Aunque un aspecto importante a resaltar es la presencia en la zona del sistema arrecifal mesoamericano, el segundo más largo del Atlántico luego de la barrera de arrecifes de Australia, que con una extensión de 1000 km abarca el norte de la PY hasta la bahía de Honduras (INE, 2010).

La ubicación de la PY en un clima tropical le permite albergar una alta diversidad acuática y terrestre (Pérez *et al.*, 2011), y a pesar de ser inferior en número con respecto a la existente en otras áreas tropicales vecinas, es importante por el grado de endemismos que presenta. De este modo, al oeste de la península, 150 especies de mamíferos han sido registradas en Chiapas, mientras en el sur y en el norte existen 100 y 90 de tales especies, respectivamente (Smardon y Faust, 2006). Así mismo, la tasa de endemismo es diferencial a lo largo de toda su extensión. De las 182 especies de anfibios y reptiles que allí han sido registradas, existen 20-26 que son endémicos en el área norte, 22 especies de ranas registradas en área sur y solo 9 en el norte (Smardon y Faust, 2006). Por su parte, las áreas de sucesión secundaria son el hábitat de un gran número de especies de vertebrados: 204 con 3 endémicos. Un alto porcentaje (30-50%) de las especies de rotíferos, cladóferos y codépodos endémicos que están registrados en el territorio Mexicano se encuentran en la PY (Kauffer y Villanueva, 2011).

La flora de la PY asciende a 2300 especies de plantas y contiene el 5.17% de especies endémicas y otras especies que solo crecen en la península y

asociaciones vegetales únicas como las selvas bajas inundables y los petenes (Fernández *et al.*, 2012). Además, diferente tipo de vegetación tropical es encontrada a lo largo de los tres estados de la PY: Manglares, pastizales inundables, vegetación secundaria, selva baja inundable, selva mediana subperennifolia, selva alta subperennifolia, selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia (Escamilla *et al.*, 2005). La distribución de los diferentes hábitats varía en cada estado, siendo la vegetación secundaria la predominante. De este modo, el estado de Campeche cuenta con los 9 tipos de ecosistemas indicados, mientras que Yucatán no posee selva alta subperennifolia y Quintana Roo no tiene selva baja caducifolia (Ver tabla 1.3; Figura 1.1) (Escamilla *et al.*, 2005)

El estado de Campeche ha sido catalogado como un territorio verde, lo cual se debe principalmente a que más del 40% de su territorio se encuentra protegido bajo algún status de protección, sobresaliendo la Reserva Calakmul que con 723,185 ha es la que ocupa la mayor extensión dentro del territorio mexicano (Villalobos-Zapata y Mendoza, 2010). En sus paisajes forestales se encuentran especies como el jaguar, el ocelote, el tigrillo y el yaguarundí. Monos aulladores y monos arañas encuentran refugio en los árboles que crecen en esta reserva. Además de tapires, osos hormigueros, jabalís, loros, pericos, coas, chachalacas, fauna propia de la región neotropical, en muchos casos raras, endémicas y/o en peligro de extinción (Villalobos-Zapata y Mendoza, 2010).

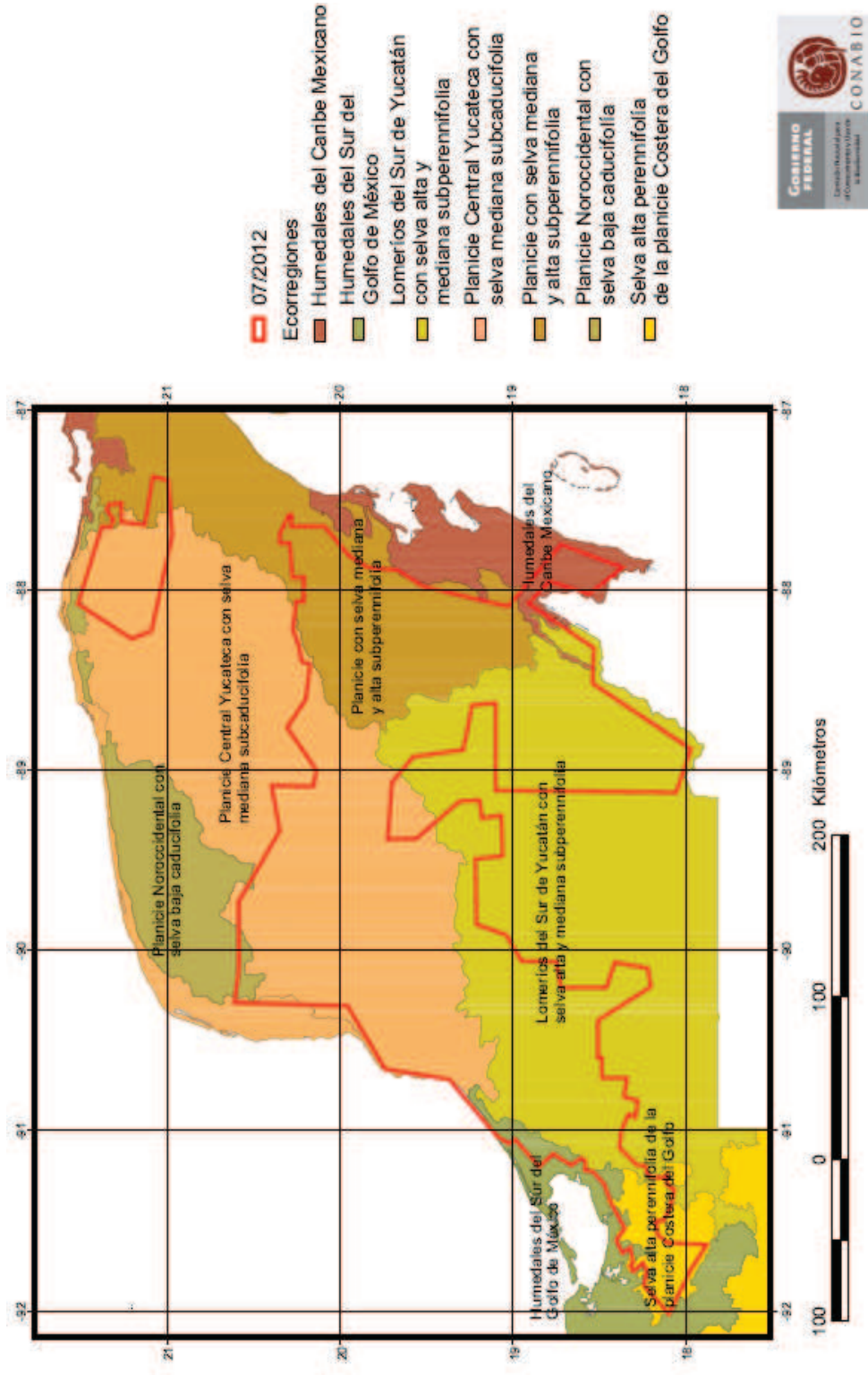
**Tabla 1.3** Distribución superficial predominante de los tres estados de la Península de Yucatán.

| Tipo de Vegetación            | Península | Yucatán | Campeche | Q. Roo |
|-------------------------------|-----------|---------|----------|--------|
| Agropecuario                  | 9.74      | 16.16   | 8.68     | 5.65   |
| Manglar                       | 4.31      | 2.64    | 7.26     | 2.53   |
| Pastizales inundables         | 4.85      | 0.84    | 7.23     | 4.66   |
| Vegetación secundaria         | 42.21     | 54.31   | 32.71    | 41.63  |
| Selva baja inundable          | 5.81      | 0.10    | 10.38    | 6.27   |
| Selva mediana subperennifolia | 19.31     | 1.61    | 16.84    | 36.74  |
| Selva alta subperennifolia    | 2.37      | 0.00    | 4.87     | 1.97   |
| Selva baja caducifolia        | 4.74      | 11.15   | 4.36     | 0.00   |
| Selva mediana subcaducifolia  | 6.66      | 13.20   | 7.67     | 0.55   |

\* Valores expresados en porcentajes

*Fuente:* Escamilla *et al.*, 2005.

Los cambios en la cobertura vegetal y en la diversidad florística que se presentan en la PY son una respuesta al gradiente en la precipitación, disminuyendo desde el sureste hacia el noroeste (Fernández *et al.*, 2012). Por ejemplo, las especies forestales del bosque perennifolio suelen encontrarse en áreas con precipitación entre 1,000 y 1500 mm (Sánchez-Sánchez e Islebe, 2012)



**Figura 1.1** Ecoregiones presentes en la Península de Yucatán

Fuente: CONABIO, 2012

La vegetación en Yucatán comparada con otras regiones de México permanece relativamente intacta (Alcocer y Bernal, 2010). No obstante, cambios en su estructura fueron conducidos directa o indirectamente por las actividades de los mayas (Rico-Gray y García-Franco, 1991; Faust, 2001) y luego de la llegada de los españoles en el último siglo. Dichos cambios son bien evidentes en el norte de la península donde la vegetación ha sido alterada en gran medida para el establecimiento de cultivos agrícolas.

#### **1.4 La actividad melífera en la península de Yucatán: herencia de un pueblo autóctono**

México es uno de los principales países productores y exportadores de miel a nivel mundial. De sus seis regiones con vocación apícola (Norte, Pacífico, Oriente, Centro, Golfo y Península), sobresale la PY quién aporta del 35-45% de toda la producción nacional, de la cual cerca del 95% es destinada para fines de exportación. En la PY existen cerca de 200 mil apicultores quienes se ocupan de producir 16-18 mil ton de miel (CONABIO y AECID, 2011). Las exportaciones de este producto, generalmente dirigidas a la Unión Europea y a los Estados Unidos hacen que sea un territorio productor de importancia mundial (Güemes *et al.*, 2004), siendo México el tercer país exportador de miel a Europa, seguido de Argentina y de La China. Los registros del año 1999 indican una cifra de 14,323 toneladas de miel exportada a Alemania, lo que representa un 16% de las importaciones de miel en el mismo país (Güemes *et al.*,

2004). La actividad apícola es de relevancia en la generación de empleo en las comunidades rurales, debido a la captación de divisas y en particular en programas de conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente (CONABIO y AECID, 2011).

La actividad apícola es una antigua tradición mexicana, sobre todo en el sureste del país, donde se realizó incluso antes de la llegada de los españoles a América (Güemes, 2003). La apicultura peninsular tiene sus orígenes en la antigua civilización maya quienes en sus territorios establecían sus colmenas en troncos de árboles huecos, taponaban los lados de estos dejando un orificio por donde las abejas entraban a elaborar su miel para posteriormente ser colectada (Quezada, 2011). Los mayas emplearon la especie sin aguijón *Melipona beecheii* Bennette. Actualmente, otras especies de abejas africanizadas (*Apis mellifera* L) adaptadas a la zona están siendo utilizadas para el mismo fin (Porter, 2003). La actividad apícola en la península cuenta con una vegetación rica en flora melífera y polinífera (Porter, 2003), encontrándose más de 40 especies de plantas melíferas reportadas en la miel producida (Güemes, 2004). Esta vegetación le confiere a la miel características organolépticas (sabor, textura y el olor) especiales, lo que la hace muy atractiva para los mercados internacionales (CONABIO y AECID, 2011).

Es a partir de 1960, cuando la apicultura es adoptada por los campesinos de la península, siendo los pobladores de Yucatán quienes alcanzaron un mayor desarrollo (CONABIO y AECID, 2011). En este estado existen más de 6.000 productores, los cuales cuentan con alrededor de 240.000 colonias destinadas a la explotación. Estos campesinos son generalmente de escasos recursos y se dedican además, a la

producción de maíz, frutas, cría de animales y otros trabajos asalariados (Echazarreta, 2010., Eastmon, A. 1999).

El desarrollo de la actividad es diferente en los tres estados de la península (CONABIO y AECID, 2011): en Quintana Roo los productores tienen pocas colonias, por lo que la apicultura representa una actividad complementaria a la agricultura, los animales de traspatio y la forestería; Campeche tiene altas producciones de miel y Yucatán es el principal productor. En este último estado, la apicultura es una actividad relevante en términos económicos y sociales debido a que muchos de los campesinos dependen de esta. Los datos oficiales de la SAGARPA señalados por Güemes y Villanueva (2002) indican que el estado de Quintana Roo contribuye con el 18% del volumen de miel producido en la península, Campeche con el 25% y sobresale Yucatán como el principal productor con el 57%.

En México, muchos programas que han sido implementados para mejorar la productividad han degradado los ecosistemas, razón por la cual se ha promovido el establecimiento de nuevas tecnologías de bajo impacto que ayuden a mejorar la calidad de vida de las comunidades campesinas (Smardon y Faust, 2006). En lo que concierne a la apicultura, las acciones conjuntas de los productores y autoridades han permitido mejorar la planta productiva nacional, a través de nuevas tecnologías y de programas de capacitación que han permitido el control de la abeja africana y de la enfermedad varroasis, como principales amenazas para la apicultura mexicana (Lastra y Peralta, 2000).

Todos estos avances tecnológicos han permitido la diversificación de la apicultura tradicional donde solamente se aprovecha la miel y la cera. Actualmente, son elaborados otros productos a partir de la misma actividad, lo que se ve reflejado en la obtención de ingresos adicionales para los apicultores. Entre los productos adicionales a obtener se encuentra: jalea real, polen, propóleos y un ingrediente activo para la elaboración de un tratamiento de afecciones reumáticas, problemas musculares y cicatrización de úlceras (SAGARPA, 2000). Las abejas melíferas no solo se dedican a la elaboración de miel. Desde el punto de vista agrícola son de importancia capital para la producción en frutales y en hortalizas de exportación.

Por lo anterior, la apicultura es trascendental para la conservación de la diversidad biológica y para la actividad agrícola; gran cantidad de especies de plantas requieren las abejas como sus principales agentes de polinización y por tanto para la obtención de adecuados niveles de producción (CONABIO, 2012). Por lo que, una decisión que afecte la apicultura ocasionaría efectos adversos tanto en la economía como en los ecosistemas de la península.

El objetivo de este primer capítulo fue caracterizar la zona de estudio por medio de la descripción de algunos aspectos relevantes de su medio natural y humano. La delimitación de la península de Yucatán y la descripción de algunos hitos importantes en su historia, evidencia los grandes cambios asociados en la actividad agrícola en esta región de gran importancia biológica y cultural. Los ecosistemas allí presentes fueron modificados por la civilización maya quien se adaptó a las condiciones climáticas adversas y a través del cultivo de la milpa se crearon mosaicos de bosques con parches de terrenos cultivados con la milpa. La disminución en la participación del



sector primario en la economía peninsular en los últimos años permite concluir que la vocación agrícola de los campesinos está siendo olvidada y que los esfuerzos estatales y/o federales no han sido suficientes para alcanzar el desarrollo agrícola esperado. No obstante, la actividad apícola realizada en los paisajes de los tres estados, notablemente en Yucatán, es un componente importante en la economía de las comunidades campesinas. Por tanto, una decisión que afecte negativamente la realización de dicha actividad afectaría los ingresos de alrededor de 200 mil apicultores allí presentes. Es necesario entonces encontrar alternativas productivas que garanticen la estabilidad y/o incremento de los productos provenientes de la apicultura, una actividad amigable con los ecosistemas vulnerables de la península Yucatán.

## **CAPÍTULO 2**

### **Recuento sobre los cultivos transgénicos**

Lejos de los riesgos ambientales y sociales, en la historia agrícola, ninguna otra tecnología había sido tan expandida como la tecnología transgénica. Los avances en fertilización, mecanización, fitomejoramiento, y la modificación genética molecular han contribuido a la obtención de productividades anteriormente inesperadas (Fedoroff, 2010). Así, desde su liberación inicial en 1996, la propuesta de cultivar plantas transgénicas ha ocasionado gran controversia, principalmente por los efectos que podría ocasionar sobre la biodiversidad, la salud humana y el medio ambiente. La comunidad internacional tiene gran incertidumbre y/o desconfianza puesto que tales efectos a largo plazo no son muy evidentes (FAO, 2001). En este capítulo se realizará un recorrido por el estado actual en materia de los cultivos transgénicos, permitiendo una exploración general de la perspectiva mundial de estos cultivos.

#### **2.1 ¿Los cultivos transgénicos: expectativas y/o incertidumbre?**

La Biotecnología es definida por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) como “Toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos

vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos”. A nivel mundial, el rápido desarrollo y aplicación de la biotecnología han favorecido la producción y comercialización de cultivos genéticamente modificados (Xia *et al.*, 2010). Por medio de las técnicas biotecnológicas ha sido posible manipular y transferir uno o más componentes genéticos con el fin de crear cultivos con características deseadas y/o reducir las no deseadas (Ubalua, 2009; Altieri y Nicholls, 2000). De este modo, las plantas transgénicas son aquellas cuya composición genética ha sido alterada mediante la inserción de una porción de DNA del germoplasma de otro organismo parental. La información genética de esta nueva planta le permite expresar las características buscadas (Ubalua, 2009).

Desde su liberación inicial, el uso de cultivos transgénicos ha generado puntos de vista divergentes (Larach, 2001): De una parte, los partidarios de la manipulación genética tienen grandes expectativas y destacan que el desarrollo de cultivos transgénicos permitirá disminuir el impacto sobre el medio ambiente, al permitir la siembra directa y la disminución en el uso de herbicidas; así como la generación de alimentos que permitirán mejorar los indicadores sociales, sobre todo, en los países en vías de desarrollo. Contrariamente, los opositores están inseguros y manifiestan que el agronegocio estará en manos de pocas multinacionales productoras de semillas modificadas y de glifosato y que los efectos que pueden ocasionar no son muy claros.

La viabilidad de estas tecnologías está justificada principalmente en términos de sostenibilidad y de su potencial para la conservación del medio ambiente

(Glaser y Matten, 2003). En efecto, la agricultura en el siglo 21 se enfrenta a un gran reto, se necesita incrementar la productividad agrícola en tierras desfavorables con altas temperaturas y mediante el empleo de menor cantidad de agua (Fedoroff, 2010). Por lo que, la vertiente promotora de la liberación de los organismos modificados los presenta como una estrategia para la reducción de la pobreza, solucionar los problemas de hambre y desnutrición, contribuir a la sostenibilidad, enfrentar el cambio climático, reducir la huella ecológica y ayudar a la conservación de la biodiversidad (James, 2010; Xia *et al.*, 2012).

No todos los países han adoptado estas tecnologías transgénicas. En algunos países de Europa y África, incluso en Japón, se resisten a cultivarlos y a importarlos. Así, más del 60% de los ciudadanos de la Unión Europea no los aceptan, por lo que los gobiernos limitan las licencias de estos cultivos debido a la presión de la opinión pública (Vandame, 2012). Por el contrario, la tecnología transgénica ha sido adoptada en gran medida por los Estados Unidos principalmente en el intento de obtener mayores rendimientos, con menor cantidad de aplicaciones de insecticidas y para el control de micotoxinas (Glaser y Matten, 2003; Fedoroff, 2010).

## **2.2 Monsanto como líder mundial de los cultivos transgénicos**

De la amplia lista de cultivos genéticamente modificados que han sido desarrollados y propuestos para su liberación, solamente un número limitado ha

sido introducido y logrado éxito a nivel comercial. Prácticamente, el 100% de la superficie mundial cultivada con transgénicos plantados están sembrados con soya, maíz, algodón y canola (Larach, 2001; McKeon, 2003; Massieu, 2009). A pesar de la amplia aplicabilidad de estas herramientas en la agricultura, las investigaciones y liberaciones están concentradas en el desarrollo de organismos resistentes a herbicidas, plagas y enfermedades (Altieri y Nicholls, 2000). No obstante, la manipulación del metabolismo de las plantas es favorable para otros fines industriales tales como: aceites vegetales, almidones, fibras, productos forestales, químicos, proteínas, polímeros naturales, farmacéuticos y neutraceuticos, combustibles y fitoremediación (McKeon, 2003).

En 1989, Monsanto realizó el primer ensayo en campo empleando semillas de soya cuya composición genética había sido modificada mediante la adición del gen que le confiere resistencia al *Roundup Ready*, un herbicida cuyo ingrediente activo es el glifosato. Cinco años después, en 1996, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos aprobó su liberación en escala comercial (Morales, 2001). Los productores de soya mostraron gran interés debido a que este producto permitió realizar la práctica agrícola de siembra directa; es decir, sin ejecutar labores mecánicas al inicio del cultivo para el control de malezas (Morales, 2001), permitiéndoles un ahorro significativo en la preparación del suelo. No obstante, algunos críticos consideran que la creación del transgénico fue desarrollada para incrementar el uso de un herbicida de amplio espectro y de “baja toxicidad” (Vara, 2004).

La resistencia a herbicidas consiste en la inhibición de la enzima esencial para la producción de aminoácidos aromáticos (triptófano, fenilalanina y tirosina) en la ruta metabólica del shikimato (Cox, 1995a). Así, cuando una solución de glifosato es aplicada sobre plantas de soya convencional y otras malezas no resistentes, estas no pueden sintetizar estos aminoácidos necesarios para su supervivencia y entonces mueren. La soya transgénica (MON-Ø4Ø32-6) cuenta con el gen que le confiere tolerancia al glifosato, por lo que puede sobrevivir ante la aplicación del herbicida. La expresión del gen de resistencia en la soya transgénica permite la aplicación de glifosato sobre el cultivo durante todo el ciclo productivo, permitiendo controlar las malezas sin afectar el cultivo (Monsanto, 2012). El glifosato es un herbicida de amplio espectro fabricado con coadyudantes surfactantes que permiten el ingreso del glifosato a las células de las plantas. Estos ingredientes son tóxicos, así que la combinación de ambos resulta en un compuesto aún más tóxico (Cox, 1995a).

El desarrollo de la soya transgénica con resistencia al herbicida glifosato ha sido promovido en gran medida por la multinacional Monsanto. Una compañía química fundada en 1901, que luego de un gran desarrollo tecnológico, se ha convertido en líder mundial de los organismos genéticamente modificados y actualmente figura entre las empresas más importantes de los EEUU (Tokar, 1999). La multinacional se ha impuesto en el mercado de las semillas y de los agroquímicos comercializando organismos transgénicos. Esto se traduce en la venta de un paquete tecnológico donde la compañía asegura la obtención de inmensas ganancias (Vara, 2004; Massieu, 2009). El glifosato participa con una

sexta parte de las ventas anuales de Monsanto y con la mitad de los ingresos de la compañía (Tokar, 1999). Con la finalidad de dominar el mercado, ha adquirido varias empresas de semillas en diferentes países (Larach, 2001). A través de efectivas campañas publicitarias, Monsanto ha desarrollado una estrategia masiva de promover sus productos como la solución a los problemas de desnutrición, de salud pública y como un recurso para la disminución del uso de pesticidas (Sinaï, 2001).

Monsanto promueve el glifosato como un herbicida seguro que no ocasiona efectos adversos. No obstante, durante el periodo 1997-1998, la compañía respondió a cinco años de quejas de *New York State Attorney General* debido a la publicidad engañosa que afirmaba que el producto *Roundup Ready* era biodegradable y ecológico y debió pagar al estado grandes cantidades de dinero (Tokar, 1999). La larga y preocupante historia de Monsanto permite entender por qué algunos ciudadanos son reacios a aceptar la solución al futuro de la alimentación y de la salud prometida por la compañía. En este sentido, para cambiar la imagen de compañía agrícola irresponsable, Monsanto pretende contribuir al desarrollo durable, esforzándose por mostrarse más ecológica, justa y más consciente incluso que su competencia (Tokar, 1999).

En México, el área sembrada con cultivos transgénicos es relativamente reducida. En lo que concierne a la soya, existen registros de su cultivo en la zona del soconusco y Chiapas (Vandame, 2012). En el periodo 1998-2009, la multinacional Monsanto realizó evaluaciones experimentales de soya transgénica en la Península de Yucatán, Planicie Huasteca y el estado de Chiapas, lo que para

el período 2010-2011 pasaría a ser la etapa piloto. Luego de estas evaluaciones, Monsanto decidió solicitar un permiso para la liberación comercial de soya transgénica en los terrenos de ensayo, argumentando que la tecnología es sustentable y funcional independientemente del lugar donde sea utilizada (Monsanto, 2012). En mayo de 2012, la SAGARPA respondió positivamente a esta solicitud, lo que implica la utilización de 13 mil 75 toneladas de semilla previamente producidas en la Planicie Huasteca en el programa piloto para el ciclo agrícola PV (primavera-verano 2010-2011) (Ver Tabla 2.1).

**Tabla 2.1** Superficie solicitada para la liberación comercial de soya transgénica y cantidad de semilla requerida para cada una.

| <b>Región propuesta</b>                                | <b>Ciclo</b>          | <b>Superficie total de los predios (ha)</b> | <b>Cantidad de semilla requerida (kg)</b> |
|--|-----------------------|---|---|
| Península de Yucatán                                   | PV-2012 y posteriores | 60,000                                      | 2'700.000                                 |
| Chiapas  | PV-2012 y posteriores | 30,000                                      | 1'500,000                                 |
| Planicie huasteca                                      | PV-2012 y posteriores | 140,000                                     | 7'700,000                                 |
| Producción de semilla de soya solución faena® (toller) | PV-2012 y posteriores | 23,500                                      | 1'175,000                                 |
| <b>Total</b>   |                       | <b>253,500</b>                              | <b>13'075,000</b>                         |

*Fuente:* Monsanto, 2012



Como lo manifiesta Morales (2001), “En el contexto de instituciones públicas que se están desmantelando o en el mejor de los casos despotencializando, las posibilidades de realizar, controlar y supervisar adecuadamente los ensayos de campo para estudiar los efectos sobre el medio ambiente, los recursos naturales y la biodiversidad, son mínimas”. En efecto, durante la etapa experimental, los ensayos fueron expandidos a áreas no contempladas dentro de las solicitudes y no existe representatividad en cada ecoregión (Ver figura 2.1), pues no hay información relevante en cada una de las ecoregiones evaluadas (CONABIO, 2012).

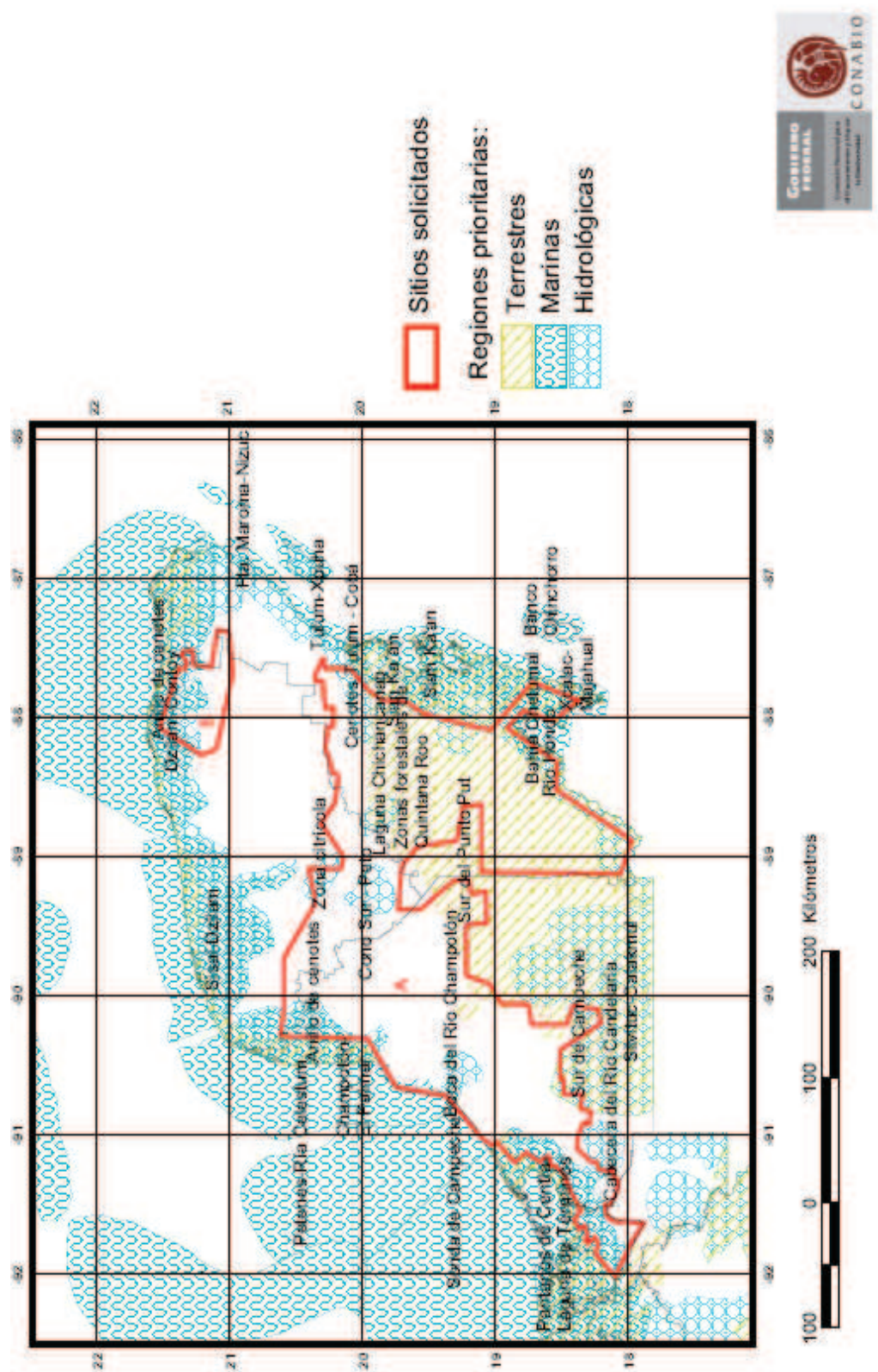
Los efectos indirectos de la liberación de soya transgénicas en las actividades sustentables o sobre la diversidad biológica no han sido estudiados ni analizados (CONABIO, 2012). Particularmente, la actividad apícola en esta región se vería fuertemente amenazada, pues a partir de septiembre de 2011 la Corte de Justicia de la Unión Europea considera el polen como un componente de la miel, lo que implicaría (UCCS, 2012; Vandame, 2012):

1) No es posible comercializar la miel en mercados europeos si el polen proviene de un cultivo no autorizado para el consumo humano.

2) Si el contenido de polen transgénico de un cultivo autorizado para el consumo humano es mayor a 0.9%, la miel puede comercializarse, pero la etiqueta debe indicar el contenido de polen transgénico.

3) Si el contenido del polen transgénico de un cultivo autorizado para el consumo humano es menor a 0.9%, la miel puede comercializarse sin restricciones.

Por lo anterior, es necesario evaluar con mayor profundidad, la posibilidad de ingreso de polen proveniente de cultivos transgénicos a la miel producida en la región. En efecto, existen registros de miel de origen mexicano que han indicado presencia de polen de soya MON-4032 (UCCS, 2012). Actualmente, existe gran preocupación por parte de los apicultores de la Península de Yucatán debido a la presencia de polen de soya transgénica en la miel producida en la región y las repercusiones frente al rechazo de los países europeos de esta miel, arriesgando de esta manera el mercado de exportación a Europa (CONABIO, 2012; Pérez, 2012).

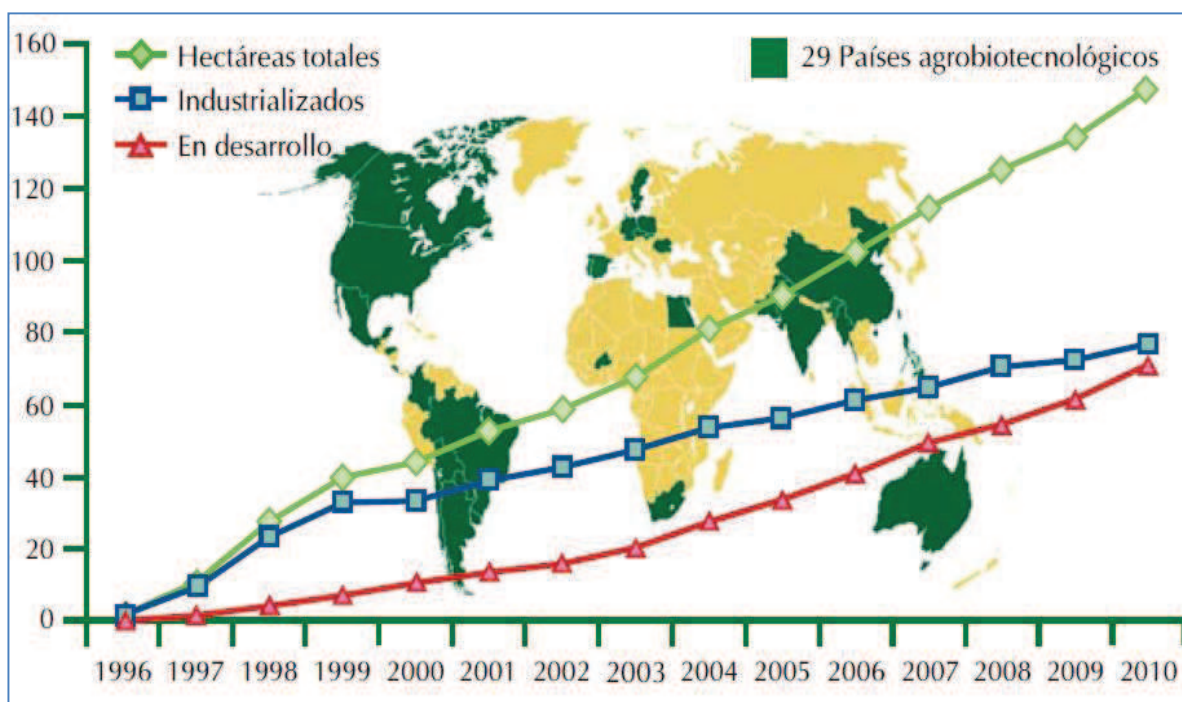


**Figura 2.1** Regiones solicitadas para la liberación de soja transgénica y regiones prioritarias en México.

Fuente: CONABIO, 2012.

### 2.3 Perspectiva de los cultivos transgénicos: Situación mundial y nacional del cultivo de soja transgénica

Como se mencionó en la primera sesión del capítulo, la creación de OGMs ha sido una de las aplicaciones con mayor avance de la biotecnología agrícola. A partir de 1996, los cultivos transgénicos se han expandido rápidamente por todo el mundo, en países desarrollados y países en vía de desarrollo (Figura 2.2)



**Figura 2.2** Superficie agrobiotecnológica mundial (millones de ha, 1996-2010)

*Fuente:* James, 2010

A partir de su liberación al mercado, el incremento del área plantada con cultivos transgénicos ha crecido de manera sorprendente. En efecto, la superficie

cultivada pasó de 1.7 millones de hectáreas en 1995 a 148 millones en la actualidad (James, 2010). Esta cifra representa alrededor del 10% de las 1,500 millones de ha destinadas a la producción agropecuaria a nivel mundial (Fedoroff, 2010). La soya es el cultivo transgénico de mayor importancia global con una producción que supera los 170 millones de toneladas, cifra que representa el 63% de la producción mundial de transgénicos (SAGARPA, 2007). En 2011, la superficie total mundial sembrada con soya modificada alcanzó 75.4 millones de ha, el equivalente al 47% de la superficie sembrada con transgénicos a nivel mundial (Monsanto, 2012).

Hoy en día, los cultivos transgénicos están sembrados en 29 países, de los cuales 10 son países desarrollados y 19 son países en vía desarrollo (Ver tabla 2.2). La mayor participación está representada por los Estados Unidos seguido por Brasil y Argentina. Estos tres países reúnen el 78% del total del área sembrada y el restante es producido por los otros 26 países. Se espera que para el 2015, 40 países principalmente en vía de desarrollo adoptarán los OGMs, debido a que actualmente más del 90% (14,4 millones) son pequeños productores de estos países (James, 2010). A nivel mundial, el mercado agrobiotecnológico alcanzó para el año 2010 los 150,000 millones de dólares y se estima que esta cifra incrementará a razón de un 10-15% anual (James, 2010).

En México, durante el año 2011, fueron registradas 14,000 ha con cultivos de soya transgénica sobresaliendo la Península de Yucatán y Chiapas, la Planicie Huasteca es una región prometedora con un potencial de 140,000 ha (Monsanto, 2012).

**Tabla 2.2** Área global de cultivos transgénicos en 2010 (millones de ha)

| Rango | País            | Área  | Cultivos Biotecnológicos  |
|-------|-----------------|-------|---|
| 1     | Estados Unidos* | 66,8  | Maíz, soja, algodón, colza, remolacha azucarera, alfalfa, papaya y calabaza |
| 2     | Brasil*         | 25,4  | Soja, maíz y algodón  |
| 3     | Argentina*      | 22,9  | Soja, maíz y algodón  |
| 4     | India*          | 9,4   | Algodón   |
| 5     | Canadá*         | 8,8   | Colza, maíz, soja y remolacha azucarera                                     |
| 6     | China*          | 3,5   | Algodón, tomate, álamo, papaya y pimiento                                   |
| 7     | Paraguay*       | 2,6   | Soja  |
| 8     | Pakistán*       | 2,4   | Algodón   |
| 9     | Sudáfrica*      | 2,2   | Maíz, soja y algodón  |
| 10    | Uruguay*        | 1,1   | Soja y maíz   |
| 11    | Bolivia*        | 0,9   | Soja  |
| 12    | Australia*      | 0,7   | Algodón, colza  |
| 13    | Filipinas*      | 0,5   | Maíz  |
| 14    | Myanmar*        | 0,3   | Algodón   |
| 15    | Burkina Faso*   | 0,3   | Algodón   |
| 16    | España*         | 0,1   | Maíz  |
| 17    | México*         | 0,1   | Algodón y soja  |
| 18    | Colombia        | < 0,1 | Algodón   |
| 19    | Chile           | < 0,1 | Maíz, soja y canola   |
| 20    | Honduras        | < 0,1 | Maíz  |
| 21    | Portugal        | < 0,1 | Maíz  |
| 22    | República Checa | < 0,1 | Maíz y patata   |
| 23    | Polonia         | < 0,1 | Maíz  |
| 24    | Egipto          | < 0,1 | Maíz  |
| 25    | Eslovaquia      | < 0,1 | Maíz  |
| 26    | Costa Rica      | < 0,1 | Algodón y soja  |
| 27    | Rumanía         | < 0,1 | Maíz  |
| 28    | Suecia          | < 0,1 | Patata  |
| 29    | Alemania        | < 0,1 | Patata  |

Fuente: James, 2010.

## 2.4 El caso de la soya transgénica en Argentina

La aceptación de los cultivos transgénicos en Argentina a partir de 1996, representa un buen ejemplo para evaluar los impactos de la implementación de esta tecnología en un país en vía de desarrollo. Con la expectativa de intensificar la agricultura y con miras a mercados internacionales, Argentina adoptó los OGMs y actualmente es uno de los principales países productores y exportadores de subproductos de soya (aceite y harina), y los productos exportables de la cadena de la soya representan el primer rubro de exportación en la economía de este país (Giancola, *et al.*, 2009).

Para Argentina, la adopción de este cultivo resultó todo un éxito. En efecto, para la temporada 1996/1997, las 50,000 ha cultivadas con soya transgénica representaron solo el 0.7% del área cultivada en soya, mientras que para la temporada 2002/2003 el área destinada a su producción ascendió 12 millones de has, entre el 95-98% de esta área fue soya transgénica (Vara, 2004). En el año 2003, el ingreso generado por la exportaciones de soya ascendieron a 7,097 millones de dólares, monto que representa el 50% de las exportaciones del país (Vara, 2004). Para el año 2010, la cifra alcanzó las 22.9 millones de ha (James, 2010). La expansión de la agricultura transgénica en Argentina ha generado grandes beneficios económicos y al mismo provocado notables impactos negativos.

Los OGMs son presentados como una forma novedosa y eficiente de producción cuya liberación podría generar un menor impacto negativo al ambiente y sustanciales ahorros económicos directos para los agricultores que los cultivan (SAGARPA, 2007). Los beneficios serían favorables para los pobres y no solo a las grandes explotaciones como generalmente se difunde (Raney, 2006). El incremento en la adopción de esta tecnología sería el reflejo de un mayor apoyo político y asistencia institucional por estos cultivos en espera de posibles contribuciones al desarrollo agrícola y a la disminución de impactos al ambiente (Morales, 2001). Por lo que las altas tasas de adopción de estos cultivos son un indicativo de satisfacción de los productores quienes manifiestan obtener mayor rentabilidad y un ambiente operacional seguro (Glaser y Matten, 2003).

No obstante, el uso de tecnologías modernas generalmente bajo un esquema de monocultivo, ha causado la modificación de las relaciones existentes entre la agricultura y la ecología en la medida que los principios ecológicos son ignorados o sobrepasados (Altieri y Nicholls, 2000). En el caso de la miel, grandes oportunidades se están abriendo en el mercado internacional, México, un país de agricultura frágil, dependencia alimentaria, alta diversidad y tradicionalmente exportador podría aumentar la producción y venta de miel a países exigentes y reacios a aceptar mieles con contenido de polen transgénico.

El objetivo de las grandes compañías de agroquímicos es producir ganancias económicas, muchas veces desconociendo los efectos que sus políticas generen. Así, multinacionales como Monsanto pretenden presentarse con argumentos humanitarios, de estar ayudando a los agricultores al producir mayor



cantidad de alimento, de ayudar a la conservación de los recursos naturales y a mejorar las condiciones de vida (Monsanto, 2007)

De todas maneras, la capacidad para predecir los impactos de los OGMs no es muy precisa y hay grandes limitaciones sobre todo por la insuficiente información disponible. Los riesgos y beneficios deben ser evaluados para finalmente liberar un cultivo comercial que no represente una amenaza para los ecosistemas.

## Capítulo 3

### **¿Es el cultivo de soya transgénica una alternativa para asegurar la conservación de los ecosistemas y el desarrollo económico-social de la Península de Yucatán?**

A nivel mundial, los ecosistemas de las regiones tropicales secas figuran entre los más amenazados. Estas amenazas son el resultado de los cambios en la estructura económica y demográfica, de la inestabilidad climática y de las prácticas agrícolas inadecuadas que conducen a la degradación de los suelos y a su desertificación (Roig *et al.*, 2005). En este tercer capítulo se pretende exponer los impactos y/o secuelas que podría ocasionar el establecimiento de un monocultivo, particularmente de soya transgénica (evento MON-04032-6) en una región con condiciones ambientales poco apropiadas para el desarrollo agrícola como es la Península de Yucatán.

#### **3.1 Los impactos ecológicos/ambientales**

En ningún otro periodo de la historia, la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas habían sido tan afectados como lo ha sido a partir de la segunda mitad del siglo 20 (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). En México, y

principalmente en la PY, una tercera parte del total de las emisiones de gases de efecto invernadero es producida por la deforestación causada por el cambio de uso de suelo (Mendoza y Molina, 2012). De tal manera que, la modificación de los paisajes donde habitaron las comunidades mayas es el resultado de la introducción de nuevas tecnologías luego del proceso de globalización (Faust, 2001). Los cultivos transgénicos llaman la atención de la comunidad internacional, sobre todo por los efectos inciertos que pueden ocasionar en el largo plazo. A continuación se describen brevemente algunos aspectos asociados a dichos cultivos, haciendo énfasis en las amenazas concernientes a las abejas polinizadoras debido a su importancia en la actividad apícola en la región.

### **3.1.1 Pérdida de Biodiversidad**

Las especies exóticas invasoras (animales, plantas u otros organismos) introducidos fuera de su área de distribución natural son la segunda causa más significativa de pérdida de biodiversidad, luego de la destrucción de hábitats (UICN, 2010). Muchas plantas son introducidas con fines agrícolas para la producción de alimento, tal es el caso, por ejemplo; el maíz, el trigo y el arroz en los EE.UU (Pimentel *et al.*, 2000). Para el cultivo de estas plantas son necesarias altas cantidades de insumos principalmente para el manejo de los patógenos, insectos, malezas y las variaciones en el clima (Faust, 2001).

En la PY, a pesar de que se han realizado muchos esfuerzos para la ejecución de planes de reforestación (CICC, 2012), las actividades agrícolas, la ganadería, la extracción selectiva de madera han perturbado los ecosistemas; en los cuales, la calidad y cantidad de servicios ambientales han sido alterados (Dzib-Castillo *et al.*, 2012). Así, la fragmentación de los bosques tropicales, generalmente con el propósito de expandir el área agrícola, ha conducido a la desaparición y reducción de la riqueza de especies. Además, los mecanismos de extinción están asociados con la deforestación humana, la reducción del tamaño de las poblaciones, la tasa de inmigración, los efectos de borde forestal y la inmigración de especies exóticas (Turner, 1996). A modo de ejemplo, en el estado de Campeche, los ciervos, pecarís, pavos, patos silvestres, peces estacionales que se albergaban en arroyos y estanques estacionales han desaparecido. Además, caimanes, jaguares y pumas que se alimentaban en ellos han partido de este antiguo bosque húmedo mezclado con sabana donde proyectos agrícolas de gran escala fueron los principales causantes de la degradación de los suelos (Faust, 2001).

Una preocupación adicional de la liberación de OGMs en ambientes previamente desprovistos de estos es el escape de transgenes. Afortunadamente, en el caso de la soya transgénica en México, la posibilidad es muy reducida ya que los genes no pueden migrar por el hecho de no tener parientes silvestres en América (Vara, 2004). No obstante, el establecimiento de OGMs en áreas no aptas para la agricultura, implicará la pérdida de especies nativas y por lo tanto de biodiversidad (Morales, 2001; Lindenmayer, 2010). Debido a que las abejas

localizan sus huéspedes por sus aceites volátiles, los cambios en las características de las plantas nativas podrían alterar el proceso de polinización favorecido por su actividad (Liu *et al.*, 2009).

Los efectos indirectos de la liberación de soya transgénica sobre las actividades sustentables o sobre la biodiversidad biológica en la PY no han sido suficientemente analizados (CONABIO, 2012). No obstante, luego de repetitivas aplicaciones de agroquímicos tales como el glifosato, efectos nocivos sobre otros organismos, plantas e insectos han sido registrados (Cox, 1995b). En efecto, el glifosato podría ser letal para los insectos benéficos, peces, aves, pequeños mamíferos y lombrices de tierra, se ha verificado igualmente que el tratamiento con glifosato incrementa la susceptibilidad de los cultivos a las enfermedades de plantas tales como pudrición radical causada por *Rhizoctonia* sp y la antracnosis (Cox, 1995b).

Asimismo, la acción de los pesticidas sobre la pérdida de las colonias de abejas son preocupantes e inciertos y las diferencias de la toxicidad de los insecticidas entre y dentro de las especies no son muy consistentes (Vandame y Palacio, 2010; Vanengelsdorp y Meixner, 2010; Brittain y Potts, 2011). Lo cierto es que las abejas son un recurso muy valorado a nivel mundial, sobre todo por su producción de cera, miel y por su importancia como polinizadores (Liu *et al.*, 2009), además de ser esenciales para el funcionamiento natural de los ecosistemas (Konrad *et al.*, 2009). Actualmente, la introducción de colmenas constituye una práctica en el cultivo de tomate de invernadero. La liberación de abejas en los invernaderos permite el proceso de polinización anteriormente

realizado mediante vibración manual, se estima que las abejas del género *Bombus* pueden polinizar hasta 450 flores por hora (Salinas-Navarrete, 2010).

En lo que concierne a *Apis mellifera* es necesario verificar el impacto de las tecnologías transgénicas sobre sus poblaciones, ya que los resultados de algunos estudios son diferentes por lo cual no es posible extrapolados (Dai *et al.*, 2012). En China, bajo condiciones de campo simuladas, se expuso a las abejas a polen de maíz transgénico, encontrando que esta planta transgénica no afecta la supervivencia, desarrollo y comportamiento de esta especie (Dai *et al.*, 2012). Otras evaluaciones realizadas en algodón indicaron que no hay efectos letales sobre las poblaciones de *A. mellifera* (Liu *et al.*, 2009). Diferentes cultivos transgénicos fueron evaluados para determinar la variación en la longevidad de adultos de la avispa *Osmia bicornis*, encontrándose que la longevidad se redujo solamente para algunas de ellas (Konrad *et al.*, 2009).

Por el contrario, en EE.UU y Europa, se han verificado los efectos de las enfermedades, parásitos, pesticidas y algunos factores socioeconómicos sobre las poblaciones de abejas; a parte de la mortalidad, son reportados otros efectos crónicos que incluyen parálisis, desorientación y cambio de comportamiento de dichas poblaciones (Vanengelsdorp y Meixner, 2010; Brittain y Potts, 2011). De igual manera, cuando la exposición a un producto químico es prolongada pueden alterarse los estados y los niveles de organización, la fisiología celular, el aprendizaje, el comportamiento y la comunicación de las abejas melíferas (Vanengelsdorp y Meixner, 2010). En términos económicos, los efectos de la aplicación de insecticidas sobre las poblaciones de abejas han sido registrados en

cultivos de arándanos (Brittain y Potts, 2011). En los cuales, la reducción de la producción y de la calidad han sido atribuidos a la mortalidad de los polinizadores ocasionada por los insecticidas. La aplicación de herbicidas podría alterar y reducir los recursos vegetales disponibles y que son necesarios para el mantenimiento de las poblaciones de abejas (Brittain y Potts, 2011).

A diferencia de EEUU y Europa, las abejas en América Latina están relativamente conservadas, no hay reportes de pérdidas masivas, gracias a que la agricultura se realiza en pequeñas fincas donde se emplean inferiores cantidades de agroquímicos comparada con la de países desarrollados donde la agricultura es subsidiada (Vandame y Palacio, 2010). Los paisajes que resultan de la agricultura a menor escala ayudan a conservar la diversidad de especies de plantas disponibles para la actividad y nidificación de las abejas (Vandame y Palacio, 2010). Por el contrario, el proceso de deforestación ocasiona la pérdida de sitios de anidación debido a las alteraciones de microclimas y podría ocasionar la reducción de especies de abejas sin aguijón como *Scaptotrigona mexicana* y la dominancia de otras especies como *Tetragonisca angustula angustula* (Fierro et al., 2012).

La distancia a la cual las abejas pueden pecorear en los cultivos de soya no es bien conocida. No obstante, podría predecirse que los cultivos de plantas transgénicas no escaparán de la presencia de las abejas, incluso una pequeña parcela podrá ser la fuente de contaminación de la miel (UCCS, 2012). El control de las abejas escapa de los productores puesto que estas tienen la capacidad de recolectar néctar a distancias de hasta 10 km, cubriendo más de 25,000 ha

(Vandame, 2012). Esta amplitud en la movilización de las abejas ofrece una alta probabilidad de encontrar polen de plantas transgénicas en la miel producida en la PY (CONABIO, 2012). A modo de ejemplo, el polen de maíz no es muy apetecido por las abejas, por lo que la miel contaminada con maíz transgénico no es muy frecuente (Wiezorek, 2012). Por el contrario, el polen de la soya MON 4032 se ha encontrado en la miel producida en Argentina, Brasil y Chile, ocasionando problemas para sus exportaciones en el mercado europeo (Wiezorek, 2012).

En el sur de México donde tanto las abejas silvestres como las cultivadas son abundantes a lo largo de sus paisajes (Moritz *et al.*, 2013), antes de permitir la liberación comercial de un cultivo de tal escala es importante analizar los riesgos ambientales y económicos que pueden ser provocados. Además, es trascendental reconocer la importancia del mantenimiento de los ecosistemas, los cuales proporcionan servicios ambientales, como la polinización de las abejas, indispensables para humanidad. Por lo que, se deben realizar mayores esfuerzos por reducir los procesos de fragmentación del hábitat, fomentar el establecimiento de los corredores biológicos, favorecer la diversificación de cultivos y recuperar las prácticas tradicionales con especies nativas (CICC, 2012).

### **3.1.2 Conversión de hábitats**

En los trópicos la deforestación está acompañada de la conversión de los paisajes continuos de bosque, para ser transformados en parches de vegetación en una



matriz no forestal (Turner, 1996). En México, las tasas de deforestación se encuentran por encima del promedio mundial (Mas *et al.*, 2009), siendo muy variables tanto en el tiempo como en el espacio, y están asociadas con la expansión de actividades agrícolas y ganaderas impulsadas por políticas institucionales (Bray *et al.*, 2004). Las mayores tasas de deforestación nacional (4.3-1.4%) son registradas en áreas de colonización, mientras que las cifras más bajas (0.5%) son aquellas registradas en regiones con áreas protegidas (Bray *et al.*, 2004).

A pesar de ser considerada como un "hot spot" debido a la pérdida de biodiversidad y de bosques, la deforestación de la península sigue siendo una consecuencia de la expansión agrícola (Geoghegan *et al.*, 2001). La conversión de los bosques nativos en agricultura y ganadería está acompañada de políticas del gobierno local y nacional dirigidas a incrementar el rendimiento económico de las fronteras forestales. La situación es aún más preocupante considerando que el incremento de la presión sobre la tierra en las condiciones económicas actuales sugiere que la presión sobre estos recursos continuará en el futuro (Turner *et al.*, 2001).

Específicamente para la Península de Yucatán, el estado de Quintana Roo, presenta las tasas de deforestación relativamente bajas debido a los planes de manejo forestal ejecutados a partir de 1980 (Porter-Bolland *et al.*, 2007). Por el contrario, en el estado de Yucatán, las actividades agrícolas y ganaderas han favorecido la modificación de los paisajes forestales. En esta localidad, los bosques bajos caducifolios que anteriormente cubrían  $1.8 \times 10^6$  ha se han

reducido a  $4 \times 10^5$  ha; de tal manera que  $2 \times 10^5$  ha fueron deforestadas principalmente para la producción de sisal (*Agave fourcroydes*) (Roig *et al.*, 2005). Así mismo, en el estado de Campeche, la impactante conversión de bosques está asociada con la expansión agrícola. En esta zona, por ejemplo, un gran proyecto generó la deforestación de 700 000 ha de bosque nativo para el establecimiento de cultivos de arroz, el cual fracasó dejando un área que difícilmente volverá a ser el bosque inicial (Faust, 2001). Otras eventualidades poco documentadas han ocurrido en la PY, donde grandes extensiones de bosques han sido deforestadas para el establecimiento de cultivos de caña de azúcar (Macario Pedro, com. pers). Estas áreas, luego de un periodo de tiempo se vuelven improductivas debido a un déficit de nutrimentos. Por lo que los altos costos, por ejemplo, en fertilizantes hacen que los productores se desplacen a deforestar otros lugares para allí continuar con el cultivo (Macario Pedro, com. pers).

Estos procesos parecen ser evidentes en bosques de tierras bajas donde la comunidad rural identifica los suelos como deseables para la agricultura y para el establecimiento de pasturas. Factores institucionales y económicos serían los responsables de los cambios de uso de suelo y de los cambios en las prácticas agrícolas de la región (Porter-Bolland *et al.*, 2007). Específicamente, la liberación comercial de soya transgénica en la PY, afectará ambientes terrestres y acuáticos que son prioritarios para la conservación (CONABIO, 2012). A continuación se relacionan las áreas que resultarían impactadas por tal liberación de acuerdo con la CONABIO (2012):

## Polígono A

- Regiones hidrológicas: Laguna de Términos-Pantanos de Centla, Cabecera del Río Candelaria, Sur de Campeche, Boca del Río Champotón, Anillo de cenotes, Zona citrícola, Cono Sur-Peto, Laguna Chichancanab, Cenotes Tulum-Cobá, Siann Ka'an.
- Regiones terrestres: Pantanos de Centla, Petenes-Ría Celestum, Zonas forestales de Quintana Roo, Sur del Punto Put y Silvituc-Calakmul,
- Regiones Marinas: Pántanos de Centla-Laguna de Términos, Sonda de Campeche, Champotón-El Palmar, Sian Ka'an, Xcalac-Majahual y Bahía Chetumal.

## Polígono B

- Región hidrológica: Anillo de cenotes
- Región Marina: Dzilam-Contoy.

Considerando que no existe suficiente información generada en los sitios solicitados (CONABIO, 2012), la siembra de soya transgénica ocasionaría cambios importantes en la cobertura vegetal de los sitios propuestos. Además, en los últimos años, en Argentina, Brasil y Uruguay se han incrementado los cultivos

intensivos de soya transgénicas, afectándose negativamente la actividad apícola, como consecuencia de menor disponibilidad de polen para las abejas (Vandame y Palacio, 2010). En el caso de Argentina, la facilidad para el control de malezas y la reducción en los costos de producción fueron los principales motivos que influyeron para que los productores aceptaran cultivar la soya transgénica incluso si las tasas de rendimiento eran reducidas (Vara, 2004). En este país, la expansión de la producción de soya ocasionó la sustitución parcial de áreas de cultivo anuales, la eliminación de muchos bosques nativos y el desplazamiento de la ganadería. Los cambios de vegetación de pastizales, bosques y de tierras frágiles antes destinadas a la ganadería fueron remplazados por monocultivos de soya transgénica lo que conllevó a la creación de zonas más marginales, reducción de explotaciones lecheras y el cultivo de otros granos fue desplazado (FAO, 2007).

Como se ha venido mencionando, el cultivo de soya transgénica entrañará cambios en uso de suelo y grandes impactos sobre los ecosistemas. Esta realidad sería evidenciada luego de un largo periodo de tiempo cuando la adopción de este cultivo se expanda a lo largo del territorio peninsular y en zonas consideradas no agrícolas. En Argentina, por ejemplo, se estima para que para el 2014 una cifra de 5.6 millones de has serán destinadas para la producción agrícola. Para tal fin serán requeridos 1.26 millones de toneladas de semillas, 60 millones de litros de herbicida, 22.8 millones de litros de insecticida y 4.7 millones de litros de fungicida (FAO, 2007). En la zona maya las comunidades han gestionado sus propias tierras para evitar que los proyectos ganaderos propuestos por el gobierno no con

lleven a procesos masivos de deforestación (Bray *et al.*, 2004). ¿Por qué olvidar los conocimientos heredados de los ancestros en la PY? Estas comunidades enfrentaron las condiciones más desfavorables para la agricultura y para su subsistencia. Incluso, la colonización europea tuvo dificultades para establecerse debido a que sus biotas domesticados no fueron fácilmente adaptables a las condiciones tropicales y subtropicales (Smardon y Faust, 2006).

Finalmente, uno de los desafíos que enfrentan los gobiernos de países con bosques tropicales es establecer el equilibrio entre el bienestar humano y la administración ambiental. Estos bosques, aparte de servir como almacenes de Carbono y de biodiversidad son el sitio donde habitan alrededor de 6,4 millones de habitantes en el mundo, proporcionando recursos para actividades agrícolas y extractivas (Schmook y Colin, 2009).

### **3.1.3 Evolución de especies invasivas**

En los últimos años, han sido documentados diversos casos de malezas resistentes al glifosato (Lorraine-Colwill *et al.*, 2003; Dinelli *et al.*, 2006). Estos eventos son atribuidos principalmente al uso constante del mismo herbicida en los sistemas agrícolas intensivos. De tal manera, que al ser aplicados sobre los cultivos, los individuos susceptibles mueren; mientras que los resistentes sobreviven y producen aún más propágulos (FAO, 2001; Villalba, 2009).

La metodología de control generalizada de malezas por medio de la aplicación de herbicidas implica además, la pérdida de especies vegetales de importancia para comunidades locales y para los animales herbívoros quienes se alimentan de ellas (Iñiguez y Gallo, 2008). En un monocultivo de soya, inevitablemente se inducirá al desequilibrio de los ecosistemas naturales. A nivel mundial varios casos de resistencia al glifosato han sido registrados. Particularmente, el 85% de las especies que muestran resistencia se encuentran distribuidas en el territorio mexicano (CONABIO, 2012). De tal manera que los riesgos de resistencia al glifosato son muy probables en la PY.

En Argentina, el cultivo de la soya transgénica es el principal responsable del incremento en la utilización de agroquímicos (Pengue, 2005a). Al momento de la llegada de la soya transgénica en Argentina se pensó que sería la solución a los problemas agrícolas relacionados con el control de malezas (Pengue, 2005b). En los campos sembrados con soya, el glifosato como parte del paquete tecnológico, representa el 60% de las ventas de agroquímicos en este país (Pengue, 2005a), su importancia y utilización lo han convertido en un insumo estratégico para la producción agrícola. No obstante, las investigaciones recientes indican que las malezas resistentes han obligado a la mezcla y utilización de herbicidas más tóxicos (Branford, 2004). Por lo que en este país, el incremento en la aplicación de altas cantidades de herbicidas en los cultivos de soya transgénica ha ocasionado la eliminación de todo tipo de arvenses, tanto las benéficas como las perjudiciales, alterando las cadenas tróficas y acabando con la biodiversidad en las zonas de cultivo masivo (Massieu, 2009).

Todo lo anterior permite inferir diversos riesgos en la implementación del paquete tecnológico (semilla transgénica + Glifosato) propuesto por la compañía Monsanto para la PY. Por ejemplo la siembra directa (la cual es posible a partir del paquete tecnológico propuesto), no permite el control adecuado en el manejo de las malezas, por lo que los agricultores han experimentado valiosas pérdidas (Branford, 2004). Para el año 2001, un estudio confirmó que los agricultores de Argentina duplican la cantidad de herbicida utilizado en los EE.UU debido principalmente a problemas de tolerancia en malezas, incluso que utilizan dosis superiores a las utilizadas en este mismo país (Branford, 2004). El incremento en las aplicaciones y en las dosis de herbicidas ha ocasionado la aparición de 15 especies de plantas tolerantes al glifosato en Argentina (Villalba, 2009), siendo *Lolium rigidum*, *Lolium. multiflorum* y *Sorghum halepense* casos bien analizados (Valverde y Heap, 2009; Wolfenbarger y Phifer, 2000). Aunado a lo anterior, un nuevo problema es el de la soya que crece en los campos de la cosecha anterior y que no puede ser erradicada con dosis normales de glifosato. (Solbrig, 2004; Acosta, 2009). Estos remanentes se convierten en una maleza a la cual es necesario controlar con mezclas de glifosato y otros herbicidas altamente tóxicos como el Metsulfurón y el Clopyralid. (Branford, 2004).

Las especies resistentes y potencialmente invasoras podrían afectar la regeneración de las especies nativas (Schneider, 2004). En condiciones naturales, los ecosistemas forestales son poco vulnerables a la invasión de especies exóticas. Por el contrario, las áreas deforestadas son invadidas fácilmente por estas especies (Turner, 1996), las cuales están bien adaptadas a los hábitats

perturbados y a los lugares que inician el proceso de sucesión vegetal (Haber, 2002). Así, no solo las aplicaciones de glifosato podrían inducir a fenómenos de resistencia y establecimiento de malezas, las áreas perturbadas para la siembra del monocultivo permitirían el establecimiento de especies invasivas como *Pteridium* sp y limitar la regeneración vegetal (Calderon-Aguilera *et al.*, 2012).

### **3.1.4 Degradación de suelos**

Preocupaciones adicionales de la liberación comercial de soya transgénica están asociadas con los problemas de la agricultura intensiva y sus efectos sobre las propiedades de los suelos. En las tierras cultivadas, los suelos son más propensos y pueden erosionarse más rápido de lo que pueden formarse. Incluso, las tierras usadas para el pastoreo y para el establecimiento de cultivos de consumo humano pueden transformarse en verdaderos desiertos (Eastmond y Faust, 2006). Esto es verdad, sobre todo en un país como México donde más del 70% de los suelos, incluyendo los de la PY, tienen menos del 1% de materia orgánica y el 20% de ellos tiene menos del 50% de saturación de bases (Ca + Mg + K+ Na) (CONABIO, 1998).

Aparentemente, los cultivos de OGMs tendrían beneficios ambientales, al eliminar la aplicación de herbicidas utilizados antes de la aparición de las malezas y al permitir la siembra directa; disminuyéndose de esa manera la erosión de suelo y la pérdida de materia orgánica (Wolfenbarger y Phifer, 2000). No obstante, es



imposible considerar por separado los problemas de suelos y los procesos de deforestación asociados con la agricultura intensiva, como aquella realizada con los OGMs. En la PY cerca del 90% del territorio total ha sufrido algún tipo de degradación, los suelos de cada región han sido expuestos a diferentes procesos de degradación como consecuencia de la deforestación y del cambio de uso de suelo (May-Acosta y Bautista, 2005). Esta alteración de los suelos conduce a la disminución de la producción y el incremento en los costos en fertilizantes hace que los procesos productivos se vuelvan poco viables. Los productores, generalmente apoyados por entidades estatales, optan por utilizar nuevas tierras pues reciben más apoyo por establecer nuevas áreas de cultivo que por restaurar las áreas que fueron deforestadas. En la PY, los cultivos de caña y el establecimiento de actividades ganaderas son subsidiados. En muchas ocasiones, los campesinos deciden dedicarse a cultivar cierta especie incluso sin tener conocimientos previos del cultivo. Así, otro inconveniente de la liberación de soya transgénica sería el desconocimiento de los productores de las prácticas agrícolas requeridas para este cultivo (Macario Pedro, com.pers).

Las externalidades de la agricultura intensiva no están bien documentadas en los proyectos agrícolas ejecutados en la península. Además, las pérdidas en materia orgánica y minerales, la compactación del suelo por el uso de maquinaria agrícola, el aumento de las amenazas de insectos y patógenos debido al monocultivo y la dependencia a insumos de alto costo no están bien advertidas en los paquetes ofrecidos (Faust, 2001). Aún más, en el estado de Campeche, la alteración de los suelos ha sido la causa de las inundaciones en la ciudad, debido

a que las áreas despejadas no pueden almacenar suficientemente el agua lluvia (Faust, 2001).

Las condiciones del suelo de la península (alta porosidad y permeabilidad) permitirán a los agroquímicos y otras sustancias desplazarse hacia los mantos acuíferos y de esta manera contaminar fuentes de agua de uso humano (CONABIO, 2012). Las aplicaciones de glifosato en los cultivos podrían afectar la diversidad y actividad de los microorganismos del suelo (Branford, 2004). Las micorrizas y hongos benéficos que ayudan a absorber agua y nutrientes serán igualmente reducidos (Cox, 1995b; Ubalua, 2009; Wolfenbarger y Phifer, 2000).

La soya en Argentina es un ejemplo a partir del cual muchos riesgos pueden evaluados e incluso evitados. En este país, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) ha expresado su reciente preocupación, manifestando que los recursos naturales sufren una degradación irreversible. Así mismo, que la combinación de siembra directa y el monocultivo de soya son una alternativa insostenible, y que no es compatible con la sostenibilidad de la agricultura del país (Branford, 2004).

### **3.2 Los impactos sociales/económicos**

En el transcurso del ensayo se ha insistido sobre la importancia del cultivo de la milpa en la PY donde solo el 20% de los suelos son considerados aptos para el

desarrollo agropecuario y forestal (Mendoza y Molina, 2012). La agricultura de la península, a pesar de ser considerada en retroceso y como una de las causas de pobreza (Faust, 2001), ha sido una fuente importante de ingresos para los habitantes de la región. Además, los suelos pobres, la topografía y las condiciones climáticas adversas, hacen que las oportunidades comerciales o de cosechas intensivas en áreas deforestadas no sean sostenibles.

Nuevamente, el caso de Argentina permite especular que con la liberación de soya transgénica, los grandes inversionistas serán quienes obtengan los mayores beneficios económicos y en el peor de los casos quienes tengan el poder sobre las tierras de la península. En este país, luego de la expansión de cultivos, especialmente de soya, alrededor de 150,000 pequeños agricultores fueron expulsados de sus tierras y la producción de alimentos de la canasta básica como leche, arroz, maíz, papas y lentejas, se redujo de manera considerable (Branford, 2004). La experiencia de Argentina es una evidencia clara de lo que sucedería al limitar la producción a un solo producto y de los problemas de seguridad alimentaria que tal evento desencadenaría (Branford, 2004).

### **3.2.1 Monocultivos en los cuales no es posible diversificar y compartir material de siembra.**

Las comunidades de agricultores y habitantes de los bosques han desarrollado sistemas agrícolas complejos, diversos y adaptados a cada localidad (Koochafkan y

Altieri, 2011). El éxito de estos agroecosistemas radica en la combinación de técnicas y labores eficaces. Estas prácticas, han permitido lograr la seguridad alimentaria de las comunidades rurales, la conservación de los recursos naturales y el mantenimiento de la biodiversidad agrícola (Koohafkan y Altieri, 2011). La diversidad de especies cultivadas en la milpa permite la regulación natural de poblaciones de plagas controladas por los insectos benéficos y enemigos naturales que allí se encuentran. Por el contrario, los monocultivos de carácter intensivo son altamente demandantes de productos químicos para el control de plagas y enfermedades, así como de fertilizantes para la restitución de la fertilidad del suelo (Morales, 2001).

Además, los procesos de globalización han favorecido el incremento en tamaño de las áreas productivas y al mismo tiempo la reducción en el número de las mismas. Mayor inversión de capital ha sido puesta en el sector y nuevas formas de financiación incluso por inversionistas no agrícolas han evolucionado (FAO, 2007). La sociedad actual requiere de modelos de agricultura innovadores, que sean sostenibles y socialmente justos, donde se incluyan formas de producción diversificadas y las condiciones adversas puedan ser fácilmente sobrellevadas (Koohafkan y Altieri, 2011).

Es evidente que el incremento en las producciones agrícolas no puede ser obtenido a partir de una sola tecnología. Además, el uso de fertilizantes y de herbicidas en altas cantidades pueden ocasionar externalidades negativas, como la reducción de la materia orgánica del suelo y la contaminación de aguas subterráneas, y en un periodo de tiempo posterior pueden incluso ser

insostenibles (Taylor, 2001). Las soluciones frente a las necesidades de aumento en la producción deberían realizarse de acuerdo a las condiciones particulares de cada subregión, de acuerdo con las variaciones ecológicas, las presiones de la población, las relaciones económicas y las organizaciones sociales existentes (Altieri y Nicholls, 2000). Es necesario entonces considerar que la calidad de vida de las comunidades rurales es un proceso complejo donde se requiere evaluar las condiciones de vida y la forma tradicional de utilización de los recursos naturales (Cahuich, 2012).

El acceso a las semillas y/o propágulos vegetales es parte esencial para la conservación y mantenimiento de la diversidad genética así como para la subsistencia y especialización de los agricultores tradicionales (Coomes, 2010). Los huertos familiares, como aquellos de la agricultura tradicional, son importantes para el mantenimiento de biodiversidad. En este sistema, los agricultores producen e intercambian las semillas entre ellos. Dicho intercambio constituye un corredor biológico humano que facilita la conservación de la agrobiodiversidad. (Calvet-Mir *et al.*, 2012). La conservación de semillas es trascendental, tanto para mantener los niveles de producción, así como para evitar las pérdidas ocasionadas por plagas, enfermedades, inundaciones y otros (Coomes, 2010).

Considerando que los cultivos transgénicos una vez establecidos son difíciles de controlar debido a su rápida expansión (Massieu, 2009), seguramente, la agricultura tradicional de la PY va a ser transformada luego de la liberación comercial del cultivo extensivo propuesto por la multinacional Monsanto. La expansión agrícola modificó la estructura agraria y productiva en los países de

Mercosur. Particularmente, en Argentina, las 421,221 explotaciones agropecuarias que existían en 1998 fueron reducidas a 333,533 en 2002. En este mismo periodo, el número de productores de las principales regiones disminuyó de 287,678 a 212,372. Hubo mayor concentración de grandes explotaciones y el área bajo cultivos anuales incrementó de 14 a 20 millones de ha (Calvet-Mir *et al.*, 2012).

Los cultivos comerciales establecidos en Argentina crecieron a partir del desplazamiento de la agricultura y la ganadería tradicional, y en áreas deforestadas y en otras que no eran previamente explotadas (Vara, 2004). Para este país evitar el monocultivo de soya resulta difícil pues les ofrece buena rentabilidad, fácil manejo y puede sembrarse en áreas que no han sido explotadas (Vara, 2004).

### **3.2.2 La seguridad y la soberanía alimentaria**

Las áreas rurales en países en desarrollo son caracterizadas por la extrema desigualdad en el acceso, tenencia y calidad de las tierras de cultivo (Ubalua, 2009). En estos países, la implementación de diversas políticas rara vez considera las posibles externalidades que pueden ocasionarse, precisamente por esta razón a nivel mundial los bosques y otros recursos valiosos están desapareciendo. (Taylor, 2001). La sostenibilidad ambiental y socioeconómica en todo el mundo estaría influenciada por la alteración y por los cambios en la cobertura de los suelos (Manson, 2006). La experiencia indica que hay una estrecha relación entre

la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible, el desarrollo sostenible se requiere para la protección del medio ambiente y un ambiente sano ofrece los recursos primordiales para la actividad económica sostenible (Taylor, 2001).

De acuerdo con lo anterior, el acceso a los avances y a la aplicación de nuevas tecnologías agrarias no debería ser un asunto prioritario para la búsqueda del desarrollo agrícola sustentable y/o para alcanzar la seguridad alimentaria. Se requiere además generar políticas de desarrollo que estén encaminadas a garantizar el acceso a los mercados y a la obtención de mayores ingresos para los agricultores. El cultivo de plantas transgénicas induce a cambios socioeconómicos notablemente en países subdesarrollados, desplazando la mano de obra de una de las principales actividades económicas (Larach, 2001). En Argentina, los problemas de desempleo son atribuidos a la expansión del monocultivo de soya. En este país, luego de la expansión de los cultivos de soya, la proporción de la población empleada en agricultura ha disminuido, pasando de 1.78 millones en 1969 a 775,000 en 2001 (FAO, 2007).

La modificación de las actividades agropecuarias originada por cambios económicos, sociales y culturales en la PY podrían además, ocasionar impactos negativos sobre la nutrición de familias campesinas. Los sistemas agrícolas de la península están conformados generalmente por pequeños cultivos de subsistencia y en menor medida la producción es destinada a la venta (Taylor, 2001; Quiroga, 2012). Las transformaciones de tales sistemas han afectado la complementariedad de la dieta nutricional antes proporcionada por la diversidad de cultivos establecidos en las milpas (Muñoz, 2011). En México, la modernización

de la dieta y el cambio en las actividades productivas de los indígenas se han asociado con los cambios en el patrón alimentario anteriormente bien equilibrado (Pérez *et al.*, 2012). La dependencia de la agricultura de milpa ha disminuido y a partir de esto hay una tendencia de los niños a estar malnutridos, los cuales al crecer son obesos a causa de una dieta rica en calorías pero baja en proteína y micronutrientes (Leatherman *et al.*, 2010). Por lo que las acciones dirigidas hacia el mejoramiento de la nutrición en la PY requieren una visión integral que considere los aspectos biológico, social, cultural y fisiológico que permitan comprender las causas de los cambios en la dieta moderna (Pérez, 2011).

La milpa tradicional contribuye en gran medida a la seguridad alimentaria de las familias de la península. A partir de ella se reducen los riesgos de escasez mediante la utilización de variedades que son resistentes a la sequía, las inundaciones, las invasiones de insectos y patógenos de plantas (Faust, 2001). Por el contrario, los monocultivos son más propensos a los organismos nocivos y más susceptibles a las condiciones ambientales adversas. Así, el gobierno mexicano preocupado por la sostenibilidad, el incremento del empleo para los más pobres y una distribución más equitativa de los recursos, debería sobretodo promover el desarrollo de una agricultura tradicional (Taylor, 2001)

El efecto de los cultivos transgénicos sobre la salud humana es un aspecto que llama la atención de la comunidad internacional. Existen grandes interrogantes y preocupaciones sobre los efectos que puedan acarrear y posiblemente pasará mucho tiempo hasta obtener respuestas (FAO, 2001; Bachmann, 2013). Las incertidumbres con respecto a la producción, cultivo y



consumo de los OMGs, se presenta desde hace más de una década en los EEUU y desde 1993 en la Unión Europea; tan importante es el tema que incluye aspectos industriales, sanitarios, políticos, jurídicos, éticos y ambientales (Bachmann, 2013). Sin embargo, lo que sí es cierto es que el consumo de un alimento producido bajo un esquema tradicional es seguro mientras que el transgénico es incierto (Larach, 2001).

En Argentina, la salud de los campesinos vecinos de granjas productoras de soya transgénica, está seriamente amenazada debido a las altas dosis de agroquímicos que allí se emplean (Branford, 2004). A través de estudios experimentales con animales, utilizando diferentes dosis de glifosato, se ha encontrado: reducción de ganancia de peso, diarrea, lesiones en las glándulas salivales, muerte de las células del hígado, problemas en los ojos, incremento de la frecuencia de la tiroides, tumores en el hígado, problemas reproductivos y genéticos (Cox, 1995a). En humanos, algunos de los síntomas de intoxicación incluyen irritaciones dérmicas y oculares, náuseas y mareos, edema pulmonar, descenso de la presión sanguínea, reacciones alérgicas, dolor abdominal, pérdida de líquido gastrointestinal, vómito, pérdida de la conciencia, destrucción de glóbulos rojos, electrocardiogramas anormales y daños renales (Novás, 2009).

### **3.2.3 Acceso a las tierras**

Los aumentos de la población en algunas regiones y la reducción de los recursos naturales por cápita ocasionan la disminución de las tierras de barbecho y la

competencia por las tierras productivas (Faust, 2001). La posibilidad de la privatización de las tierras en la PY, en conjunto con la liberación comercial de soya transgénica, podría desencadenar otros problemas relacionados con el acceso a la tierra. Luego de la modernización agrícola, tradicionalmente en México los productores de alto rendimiento concentran la mayoría de los recursos necesarios para la producción, mientras que los campesinos pobres solo alcanzan a obtener los recursos para la subsistencia (Massieu, 2009).

La modernización de la agricultura en Argentina permite reconocer los efectos de la puesta en marcha de la tecnología transgénica en un país en vía de desarrollo, sobre todo por el despoblamiento del campo y la concentración de las propiedades (Vara, 2004). La intensificación y la expansión de la agricultura en este país estuvo acompañada de mecanismos de arrendamiento de tierras y de contratos de producción, siendo los contratistas quienes han obtenido las mayores ganancias (FAO, 2007).

En el mismo país, los cambios en el modelo productivo de pequeña a mediana agricultura familiar fueron transformados en un modelo liderado por medianos y grandes productores capitalizados, los cuales con el fin de aumentar la producción por hectárea incrementaron el tamaño óptimo de sus áreas de cultivo (Lódola y Fossati, 2004). De acuerdo con el Censo Agropecuario en Argentina señalado por Sili (2011), en el periodo 1988-2002, alrededor de 88,221 parcelas de cultivo desaparecieron. En el norte de Córdoba, provincia del mismo país, durante el periodo 1989-2005, la expansión de la frontera agrícola tuvo un impacto negativo en la producción familiar. Evidencia de ello fue la creación de

áreas agropecuarias de superficie mayor a 2500 ha y la disminución de los pequeños predios campesinos (Britos y Barchuk, 2008). Además, la contratación de servicios agropecuarios tales como, la siembra de los cultivos, la aplicación de agroquímicos y la cosecha, son factores determinantes en el régimen actual de tenencia de la tierra en Argentina (Lódola y Fossati, 2004).

Por lo anterior, el modelo de producción necesario para el cultivo de la soya transgénica, es una agricultura altamente tecnificada y mecanizada, favorable para la producción comercial a gran escala y con miras a mercados internacionales (FAO, 2007). Así, bajo estas situaciones macroeconómicas, donde la rentabilidad depende la productividad, los pequeños productores no pueden permanecer en la actividad agrícola y abandonan sus tierras agrícolas (Slutzky, 2006).

#### **3.2.4 Costos de producción**

Potencialmente, la tecnología transgénica podría ser favorable para los agricultores más pobres y no solamente para las grandes explotaciones (Vara, 2004; James, 2010). Las herramientas biotecnológicas podrían contribuir para alimentar la población mundial y serían una alternativa para asegurar la sostenibilidad agrícola y la seguridad en la producción de alimentos con mayor valor nutritivo (Ubalua, 2009). Además, el cultivo de soya en América del Sur es caracterizado por los costos de producción relativamente bajos y rendimientos superiores que otros países (Ver Tabla 3.1). No obstante, las cifras actuales

proviene de un corto periodo de tiempo, por lo cual es posible que las ganancias no se conserven cuando un mayor número de productores adopten las tecnologías (FAO, 2004)

**Tabla 3.1** Costos de producción de soya año 2004 en EEUU, Brasil y Argentina (US\$/ha)

|                  | <b>EEUU</b> | <b>Brasil</b> | <b>Argentina</b> |
|------------------|-------------|---------------|------------------|
| Costos directos  | 202.8       | 353.8         | 140.4            |
| Costos del suelo | 250.0       | 84.7          | 200.0            |
| Otros costos     | 169.7       | 94.4          | 136.9            |
| Total costos     | 622,5       | 532,8         | 476,9            |

Fuente: (FAO, 2007)

Las variedades transgénicas han mostrado mayores rendimientos e ingresos y menores costos de insumos químicos como el glifosato, factores que compensarían los mayores precios pagados por las semillas (Wolfenbarger y Phifer, 2000; Branford, 2004; Raney, 2006). La reducción de los costos de producción en 20-21 dólares/ha fue otra de las razones principales del incremento de producción de soya transgénica en Argentina (FAO, 2004; Vara, 2004)

En 1995, Argentina se adjuntó a la International Union for the Protection of New Varieties of Plants y por tal razón los productores pueden plantar sus semillas sin certificar (Vara, 2004). Sin embargo, los pequeños agricultores son afectados cuando el esquema de regalías evoluciona. Al no ser reconocidas las patentes de

la soya transgénica, los productores deben pagar a Monsanto US\$2 más impuestos por cada bolsa de 50kg de las semillas de su propia cosecha (GRAIN, 2004). En Brasil, luego de la legalización del cultivo de soya, los productores deben pagar una cuota de 3,45-6.90 dólares por tonelada al entregar sus cosechas y en caso de no pagar son sometidos a cuantiosas multas (GRAIN, 2004). En lo que concierne a los insumos, la variación anual en el uso de agroquímicos depende de diversos factores incluyendo las plagas, el clima, las formas de cultivo, la adopción de cultivos modificados genéticamente (Wolfenbarger y Phifer, 2000; Morales, 2001).

Además de los costos anteriormente mencionados, es necesario considerar que el temor hacia el consumo de alimentos transgénicos se ha expandido principalmente en algunos países de Europa, EEUU y Japón. Por lo que la decisión de liberar cultivos transgénicos tendrá repercusiones relacionadas con asuntos comerciales. De hecho, algunas empresas procesadoras de alimentos pagan un mayor precio por productos provenientes de los cultivos no modificados (Larach, 2001) y otras empresas han optado por no emplear transgénicos, ni derivados de ellos en sus productos debido al temor frente al rechazo de los consumidores (FAO, 2001). Los precios pagados por la soya transgénica y por sus subproductos, son hasta un 20% inferiores a la soya convencional, y la mitad de lo que se paga por la soya orgánica en los países desarrollados (Morales, 2001). Argentina inicialmente ganó competitividad con la soya y el maíz. No obstante, actualmente es cuestionada por el precio inferior de sus productos en los

mercados internacionales, al diferenciarse estos entre transgénicos y no transgénicos (Morales, 2001).

Finalmente, si bien es cierto que la ciencia puede explorar sobre las consecuencias de las acciones, esta no define cuales acciones deben ser tomadas. Así que, los riesgos ambientales deberían ser evaluados en conjunto con aspectos económicos, sociales y políticos y no solamente con criterios científicos (Raybould, 2007). Es necesario entonces evaluar con mayor profundidad los aspectos socioeconómicos, políticos y culturales para la implementación de estos nuevos cultivos (Massieu, 2009).

## CAPÍTULO 4

### **Gestión de los cultivos transgénicos: Pistas de solución**

De acuerdo con la divergencia en las opiniones relacionadas con los OGMs, que van desde el punto de vista esperanzador hasta el de ser altamente peligrosos, es evidente que las respuestas más adecuadas a los interrogantes serán aquellas transparentes, participativas y tomadas con base en información científica y estadística (Young, 2004). Los países que decidan adoptar los OGMs requieren de una regulación clara y responsable, así como de un organismo oficial que analice los impactos asociados y al mismo tiempo tome las medidas de seguridad más apropiadas (FAO, 2001). Esta sesión iniciará con una descripción de los instrumentos e instituciones internacionales que intervienen en asuntos de bioseguridad asociados con los cultivos transgénicos. A continuación, será brevemente considerada la alternativa de zona libre de transgénicos (ZLT) como una herramienta empleada en varios países de la Unión Europea. Posteriormente, la evaluación de impacto ambiental antes de la liberación comercial de soya transgénica será sugerida. Además, otras opciones agrícolas para la zona serán planteadas. Finalmente, la gestión participativa es propuesta para identificar la pertinencia/impertinencia de la soya transgénica en la PY.

#### **4.1 La bioseguridad: Instrumentos e instituciones internacionales**

Las compañías productoras de transgénicos no han demostrado la inocuidad de sus productos y existen evidencias de los riesgos que podrían ocasionar (Martínez, 2008). En América Latina muchas de las instituciones son diseñadas para resolver conflictos, en lugar de ser creadas para la cooperación, por lo que las instituciones se tratan de controlar la una a la otra, originando compleja la toma de decisiones (Vargas, 2008). En este sentido, el desarrollo de políticas institucionales y legales para la gestión de los OGMs y de la bioseguridad a nivel regional, nacional e internacional es un aspecto relevante para responder a las preocupaciones asociadas (Young, 2004).

Pese a la existencia de diversos acuerdos e instituciones internacionales creados para la gestión de asuntos de bioseguridad (Ver Tabla 4.1), el protocolo de Cartagena es el más relevante, pues incluye asuntos clave de los OGMs y es el resultado del más amplio debate internacional sobre las preocupaciones relativas a ellos (Young, 2004). A través del “Principio de Precaución” dentro de sus disposiciones operativas, este protocolo es uno de los mayores avances y es un instrumento de utilidad para atenuar las tensiones en la esfera de los OGMs (FAO, 2001; FAO, 2004; Young, 2004).

Por medio del Convenio de diversidad Biológica se busca crear un marco jurídico internacional con el fin de aplicar medidas de seguridad o de mínimo riesgo para que los avances tecnológicos no afecten la biodiversidad,



**Tabla 4.1** Acuerdos e instituciones internacionales para la gestión de bioseguridad.

| Acuerdo internacional   | Aplicación  |
|---|---|
| Código voluntario de conducta para la Liberación de Organismos en el Medio Ambiente (ONUDI, 1992)   | Establece principios relativos a la introducción de organismos en el medio ambiente y permite crear regímenes reglamentarios a nivel nacional   |
| Directrices Técnicas Internacionales sobre Seguridad de la Biotecnología, adoptadas en el marco del PNUMA   | Las normas hacen referencia a la evaluación de bioseguridad, gestión del riesgo, intercambio de información, investigación y monitoreo.   |
| Codex Alimentarius.   | Este código se refiere fundamentalmente a asuntos relativos a la alimentación y ha adoptado directrices para la producción, elaboración, etiquetado y comercialización de alimentos producidos orgánicamente. |
| Convenio Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF)   | Aborda, como el Protocolo de Cartagena, la manera en que los países pueden razonablemente controlar las plagas y plagas que podrían entrar en sus territorios.  |
| Convenio de Aarhus sobre acceso a la información, participación del público en la toma de decisiones y acceso a la justicia en materia de medio ambiente (CEEde la ONU) | Realiza el debate sobre cómo tratar el tema de los OGMs.  |
| Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)   | Sirve como mecanismo financiero del Protocolo de Bioseguridad. En 2000 adoptó la "Estrategia inicial para ayudar a los países a preparar la entrada en vigor del Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad"   |

Fuente: (Young, 2004)

actualmente amenazada por la sobreexplotación de los recursos y la degradación de los ecosistemas (Larach, 2001).

El acuerdo de Cartagena de Bioseguridad de Organismos Vivos Modificados uno de los convenios internacionales de mayor trascendencia jurídica, política y social (Durand Alcántara , 2009) tiene como objetivo:

*“contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transparencia, manipulación y utilización seguras de los Organismos Vivos Modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana y centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos”.*

El principio de precaución es un instrumento que permite a los gobernantes tomar medidas bajo la incertidumbre científica, sin esperar que la existencia y gravedad de los riesgos se demuestre completamente (Bachmann, 2013). En este sentido, como lo estipula la ley de bioseguridad de organismos genéticamente modificados en México, se establece que:

*“Con el fin de proteger el medio ambiente y la diversidad biológica, el Estado Mexicano deberá aplicar el enfoque de precaución conforme a sus capacidades, tomando en cuenta los compromisos establecidos en tratados y acuerdos internacionales de los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte. Cuando haya*

*peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente y de la diversidad biológica” (Artículo 9, fracción IV de La ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de marzo de 2005).*

Apoyados en los incisos anteriores, es posible impedir el establecimiento de las 253,000 ha de soya transgénica propuesto para México. Sin embargo, se requiere identificar cuidadosamente los puntos comunes asociados al concepto de precaución propuestos por Linares (2008): 1) La aplicación es caracterizada por la incertidumbre sobre la probabilidad, la magnitud y las causas de un daño posible, 2) Es indispensable un análisis científico previo de la plausibilidad de los riesgos; la sospecha o suposición no son suficientes para establecer el principio de precaución, 3) La precaución es diferente a la prevención; pues ésta última se aplica cuando se conoce la probabilidad de un daño, 4) Los daños mayores, sistémicos, irreversibles, globales y transgeneracionales son el objeto del principio de precaución, 5) Se espera que el riesgo se conserve en un nivel socialmente aceptable, los costos probables de las medidas precautorias deben ser proporcionales y no exceder los costos de los riesgos y 6) La aplicación del principio de precaución conlleva a la realización de investigaciones y seguimientos para coleccionar evidencia de los riesgos.

El principio de precaución es la base para un acuerdo internacional sobre bioseguridad y permite a los países oponerse a la producción e importación de productos transgénicos que representen sospechas de peligro para la salud y el medio

ambiente (Martínez, 2008). Más allá de los beneficios para la salud y el medio ambiente, el uso del principio tiene otras ventajas favorables asociadas con la flexibilidad y la innovación tecnológica (Durand, 2009). El principio no debe considerarse como una actitud pesimista ante el progreso. Más bien es un avance meditado que permite evolucionar con un menor riesgo, pero al mismo tiempo reconociendo que continuar sin algún riesgo es imposible y que el progreso es requerido. (Herrera, 2008) El ejercicio de este principio se hace posible con la información de las instancias de deliberación y participación social. Así pues, crear conciencia ciudadana de las implicaciones de los OGMs es un deber del gobierno, la comunidad científica y los medios de comunicación (Acosta, 2009).

#### **4.2 Zona Libre de Transgénicos (ZLT)**

Las zonas libres de transgénicos son dirigidas hacia una agricultura más ecológica y representan un recurso alternativo a la agricultura que está basada en los cultivos transgénicos (SEAE, 2005). La Unión Europea ha sido líder en el establecimiento de ZLT. En este grupo de países se han declarado al menos 25 países como ZLT. Igualmente, los Ministros Regionales de Agricultura de 12 regiones europeas firmaron una declaración donde se creó la Red de Regiones Libres de Transgénicos. En esta declaración se reafirma el derecho que tienen las regiones a no permitir el cultivo de transgénicos en su territorio (SEAE, 2005). Un esfuerzo similar se ha tratado de realizar en México, donde el pasado 24 de junio de 2012, representantes de 24 organizaciones

campesinas mayas solicitaron revocar el permiso emitido por la SAGARPA para la siembra de soya transgénica en la PY, así mismo solicitaron declarar Quintana Roo como zona libre de transgénicos (Chan, 2012). Sin embargo, se requiere una estrecha colaboración con la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM) encargada de establecer las políticas de bioseguridad biotecnológica respecto al uso seguro de los OGMs (CIBIOGEM, 2009). Por lo que dicha comisión, así como los demás actores involucrados deben realizar un consenso para la elaboración de políticas relacionadas con las ZLT.

#### **4.3 Estudios de impacto ambiental**

La liberación comercial de un organismo transgénico debe estar precedida de un riguroso estudio de impacto ambiental (Onofre y Guerra, 2004). Debido a que cada liberación representa un caso particular (Herrera, 2008), la evaluación de riesgos debe ser realizada caso por caso y paso a paso (Onofre y Guerra, 2004). Cualquier información obtenida con los OGMs debe ser específica a cada lugar y las extrapolaciones realizadas a nivel de laboratorio o las simulaciones con sistemas informáticos deberán ser realizadas con cautela (FAO, 2001). Un organismo introducido en un entorno no controlado tendrá riesgos superiores que cuando es liberado en condiciones de laboratorio u otros entornos controlados (Young, 2004).

Por lo anterior, es necesario realizar un análisis detallado previo a la liberación de OGMs en la Península de Yucatán. Sin embargo, los estudios de impacto ambiental

son muy complejos, la complejidad radica en que los riesgos y beneficios asociados a un cultivo son variables y son más difíciles de medir cuando la superficie cultivada incrementa (Onofre y Guerra, 2004). Para tal fin, es necesario entonces considerar cada uno de los componentes en el análisis de riesgo: 1) Evaluación de los riesgos, que a su vez tiene diferentes fases; determinación y caracterización del peligro, evaluación de la exposición y caracterización del riesgo. 2) Gestión de riesgos y análisis de alternativas, en donde se ponderan las diferentes opciones normativas considerando los puntos de vista de todos los implicados, la evaluación de riesgos, demás variables relacionadas con la protección de la salud, y en caso de ser necesario seleccionar las opciones de prevención y control más apropiadas y 3) Comunicación del riesgo; en el cual se intercambian opiniones e informaciones a lo largo del proceso de análisis de riesgos (FAO, 2001).

Las evaluaciones de impacto ambiental de los cultivos transgénicos, en muchas ocasiones, es promovida por intereses económicos en la búsqueda de la rápida aplicación y explotación (Acosta, 2009). Por tal razón, es conveniente que los científicos concentren sus esfuerzos en investigación objetiva y al mismo tiempo imparcial en lo que se refiere a los efectos de los productos biotecnológicos (Larach, 2001; Young, 2004). La disponibilidad de este tipo de información es clave para la toma de decisiones de manera responsable basada en la ciencia. Sería interesante encontrar información estadística, particularmente, de la PY, puesto que no hay muchos estudios que indiquen correlación entre los cultivos modificados y la productividad, lo cual sería un aspecto básico para la introducción de estos cultivos en los países en desarrollo (Young, 2004).

Es necesario, igualmente, poner en práctica el plan nacional de desarrollo Mexicano actual, en donde se consideren las prioridades de investigación, ya que de no realizarse continuarán las amenazas al deterioro de la biodiversidad así como el incremento de la pobreza en la zona rural. Particularmente, en México pocos recursos son destinados a la investigación agropecuaria, asunto relevante para establecer las evaluaciones de los riesgos agrícolas, ecológicos y alimentarios (Massieu y San Vicente, 2006).

#### **4.4 Opciones productivas para la zona**

La riqueza y diversidad en recursos naturales de la República Mexicana proporcionan a sus habitantes ventajas para su desarrollo. No obstante, las políticas históricas de utilización de recursos naturales han alcanzado poco éxito en la conservación, el uso sostenible de la biodiversidad y el bienestar humano (CONABIO, 2006). A continuación se sugieren algunas opciones que de realizarse de manera respetuosa con los ecosistemas, podrían ser alternativas viables para el desarrollo agrícola sustentable en la PY.

##### **4.4.1 La actividad Forestal**

México es un país pionero en lo que se refiere al esquema de manejo forestal (Klooster y Ambinakudige, 2007). En este país, el manejo forestal comunitario ha sido la

clave para el éxito del manejo sostenible, equitativo y participativo de los ecosistemas forestales (Sabogal, 2008). A nivel mundial, el 3% de las 29 millones de hectáreas de bosque que son consideradas como comunitarias están certificadas (Bray *et al.*, 2007). Esta cifra es dominada por México quién cuenta con la mitad de los bosques comunitarios certificados mundialmente (Bray *et al.*, 2007). El manejo forestal comunitario que incluye la dimensión política, social, económica y técnica es la opción determinante para establecer el equilibrio entre la conservación de los recursos naturales y el desarrollo económico (Torres, 2004; Sabogal, 2008). Las empresas comunitarias para la extracción de madera son de importancia trascendental para este país puesto que alrededor del 20% de su población depende directa o indirectamente de los servicios ecosistémicos generados a partir de los bosques manejados (Mendoza y Molina, 2012).

Las sociedades forestales, administradas por líderes campesinos, se han convertido en un elemento trascendental en el sector forestal de Quintana Roo (Vargas, 2008). Uno de los casos exitosos está representado por el plan piloto forestal (PPF) creado en 1984. A partir del cual, los campesinos fueron formados como asistentes técnicos, por lo que existe actualmente disponibilidad de personal capacitado para la actividad forestal (Vargas, 2008). La capacitación ofrecida mediante el PPF se basó en introducir los conceptos básicos de silvicultura: inventarios, ciclos de corta, diámetros mínimos y protección forestal (Keyes, 1998). El manejo forestal es realizado mediante una dirección técnica con base en características ecológicas y fisiográficas del tipo de vegetación (Rebollar *et al.*, 2002). Además, los conocimientos autóctonos de la cultura



maya relacionados con el medio ambiente aún están vigentes y son de ejemplo de una cultura forestal (Keyes, 1998).

En el estado de Quintana Roo, dentro de los programas forestales, se incluyó la creación de parcelas forestales permanentes (PFP) y la promoción del uso diversificado de la selva con especies no conocidas comercialmente (Rebollar *et al.*, 2002). La utilización de las PFP tiene importancia relevante debido a la posibilidad de detectar los cambios espaciales y temporales de la vegetación (Vallejo *et al.*, 2005). Además, se promovió la asistencia técnica, estudios interdisciplinarios, capacitación campesina y la toma de decisiones en las asambleas ejidales permitieron la administración, conservación y uso adecuado de los recursos forestales (Rebollar *et al.*, 2002; Torres, 2004).

Los beneficios forestales y el poder de la comunidad sobre el manejo forestal ofrecen resultados positivos mediante un mejor uso y protección del bosque y la mejora de las condiciones de vida de la población local (Bray *et al.*, 2007). En estos paisajes forestales sostenibles, donde los rangos de deforestación son bajos, que están en equilibrio, donde hay expansión de la cobertura forestal y donde confluyen procesos institucionales, es posible mantener los procesos ecosistémicos y la conservación de la biodiversidad (Bray *et al.*, 2007).

De otro lado, en las comunidades de México, las decisiones relacionadas con el manejo de los bosques se toman de manera autónoma pero en el marco de una estructura regulatoria proporcionada por la ley forestal mexicana y por la SEMARNAT (Bray *et al.*, 2007). Estas reglamentaciones cambian constantemente y no han permitido el pleno desarrollo de normas específicas para homologar la calidad y las

características de los programas de manejo (Torres, 2004). No obstante, a partir de los años noventa, grandes esfuerzos fueron encaminados al desarrollo y la conservación ambiental. Sobresalen los programas de fomento a la conservación y uso adecuado de las áreas forestales tales como PRODEFOR, PRODEPLAN, PRONARE, PROCYMAF, PRODERS y el PET ambiental a cargo de la SEMARNAT y otros programas de agricultura sustentable por parte de la SAGARPA (Torres, 2004). Varios de estos programas han estado encaminados a la solución de problemas económicos de las comunidades campesinas más pobres que se encuentran en zonas con gran riqueza biológica por lo que son áreas prioritarias para la conservación (Torres, 2004).

Adicionalmente, en un contexto responsable, los servicios ambientales son otra alternativa para el desarrollo de las comunidades forestales en la PY. Actualmente solo la captura de carbono es en mayor medida valorada; aunque existe gran potencial relacionado con el desempeño hidráulico y biodiversidad (Torres, 2004). Además, sistemas agroforestales, cercas vivas, barreras rompevientos y enriquecimiento de acahuals son opciones para la captura de carbono. A pesar de ser muy oportunidades limitadas pueden contribuir a la disminución de la deforestación y degradación de zonas forestales y a reducir la pobreza característica de los pobladores de estas zonas (Torres, 2004).

Es necesario resaltar que el estado de Quintana Roo ha sido favorecido por una cultura forestal. Esto ha sido principalmente por ser el estado más joven de la república, lo que permite estar al margen las explotaciones excesivas, tiene el más bajo índice de población del país lo que facilita el acercamiento de campesinos y el gobierno. Además,

la existencia de maderas preciosas y sus incrementos volumétricos son más altos que en otras partes del país (Keyes, 1998).

Finalmente, el modelo productivo incorpora conocimientos de la cultura maya relativos al medio ambiente y cambia continuamente tras los procesos de evolución del mercado. Es necesario entonces asegurar que los poseedores del recurso forestal tengan la capacidad de participar en los acuerdos encaminados a la obtención del beneficio social, por medio del intercambio comercial justo y equilibrado y sobre todo para la preservación de las selvas (Keyes, 1998). Las prácticas mejoradas de manejo de los bosques representan una opción viable para el desarrollo de la actividad forestal acompañada de una organización productiva, administración y generación de capital social en los centros agrarios forestales (Torres, 2004).

#### **4.1.2 Actividades agrarias**

En el sureste de México, la actividad agrícola es realizada de manera migratoria mediante la práctica RTQ. En la Península de Yucatán 250,000 ha son cultivadas bajo este sistema, cifra que representa un 50% de la superficie manejada con este esquema en la República Mexicana (Haggar, 2000). El sistema RTQ incorpora elementos ecológicos y socioculturales de la agricultura prehispánica, por lo cual se considera que este tipo de cultivo continuará siendo la alternativa preferible, rentable y sostenible (Aguilar-Jiménez *et al.*, 2011). Además, la combinación de técnicas racionales de

agricultura moderna con herramientas de agricultura tradicional permitirá la obtención de significativos niveles de producción (Cuanalo-de la Cerda y Uicab-Covoh, 2006).

Con estos antecedentes, el gobierno deberá realizar esfuerzos mayores para garantizar el acceso a la tierra, a las semillas y al agua con el fin de lograr el fortalecimiento de la agricultura tradicional; y enfrentar el reto actual de alimentar a una población en crecimiento. El desarrollo de políticas de apoyo a las comunidades menos favorecidas en términos económicos, permitirá conseguir la alimentación de millones de personas y al mismo tiempo contribuir a la conservación del medio ambiente, generar tejido social y que detenga el éxodo campesino (Novás, 2009)

Asimismo, los grandes cambios actuales en la actividad agrícola representan una amenaza para las cadenas agroindustriales tradicionales (INIFAP, 2010). Por lo que es necesario explorar diversas alternativas productivas diferentes del cultivo de soya transgénica propuesto para la península. Actualmente varios proyectos agrícolas han sido establecidos en Quintana Roo (Vázquez, 2012), será pertinente entonces evaluar los resultados obtenidos a partir de estos proyectos. El cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana*) ha sido propuesto como una opción potencial, se calcula que para el 2015 el consumo en Asia ascenderá a 15,000 toneladas, lo que representa un mercado de 10,000 millones de dólares y la generación de 2,700 empleos directos para el sector rural de la península (Vázquez, 2012). En el sur de Quintana Roo han sido establecidas 400 ha de cultivo de jatrofa (*Jatropha curcas*). Este proyecto ha permitido la creación de la Unión de Campesinos y Productores de Jatropha y tiene un potencial para generar 2,700 empleos permanentes en campo y 18,000 empleos indirectos de acuerdo con la SAGARPA. Otros proyectos menos explorados pero sobre los cuales existe gran interés

por su potencial productivo dentro de la zona son el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) y de vainilla (*Vanilla sp*)(Vázquez, 2012). Para la PY otra de las alternativas es el cultivo de soya variedad Huasteca 100 y Huasteca 200; en el estado de Yucatán existen alrededor de 14 mil hectáreas mecanizables que al ser aprovechadas de manera sustentable beneficiarán a 3,500 productores con una producción potencial de 32,480 toneladas de grano de soya (INIFAP, 2010).

Por último, el manejo sostenible de los suelos frágiles de la PY requiere de verdaderas políticas y de una planificación basada en el conocimiento de sus recursos, sus requerimientos y las interacciones entre las tierras. El apoyo y la promoción responsable de las actividades agrarias permitirá generar empleo para las comunidades rurales, reactivación de la economía, cuidado de los ecosistemas; todo esto redundará en el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores (Bautista-Zúñiga, 2007).

#### **4.1.3 La apicultura**

En el primer capítulo se resalta la importancia de la actividad apícola en México. Además de contribuir con los programas de conservación, protección y manejo del medio ambiente, es de relevancia para el desarrollo económico y social de las comunidades rurales (CONABIO y AECID, 2011). La importancia social se hace evidente en los 2.2 millones de jornadas laborales que son generadas por la actividad apícola al año y en el pago de 263 millones de pesos provenientes de esta actividad. (Magaña *et al.*, 2012). La apicultura representa una opción compatible con la milpa

debido a que no hay competencia por la tierra. Además de enriquecer los ciclos productivos, es una alternativa que permite subsanar los efectos de las bajas cosechas (Rosales y Rubio, 2010).

El desarrollo de la actividad apícola en la región ha permitido: la búsqueda de mercados que ofrecen ventajas en la producción de miel orgánica, integración con asociaciones de comercio justo, trámites de registro de marcas propias de miel para diferenciar los productos, la exportación de miel en mercados de comercio justo en alianza con asesores y organizaciones civiles, formación de asociaciones que ofrecen capacitación técnica y administrativa para la elaboración de proyectos productivos de interés comunitario, y además ha sido útil en la elaboración de diagnósticos comunitarios (Rosales y Rubio, 2010; Magaña *et al.*, 2012).

Aunque algunos proyectos de apoyo han sido proporcionados a las organizaciones de apícolas por parte del gobierno, al parecer no han sido suficientes para su desarrollo de manera sostenible (Ojeda y Martín, 2008). En efecto, las asociaciones que habían sido formadas antes del año 2006 se han desintegrado como cooperativas debido a conflictos de liderazgo, falta de cohesión, liderazgo y consolidación de la organización (Rosales y Rubio, 2010). Además, muchas cooperativas no tienen la capacidad de competir con los grandes procesadores y exportadores en razón a la falta de capital, de instalaciones certificadas para el procesamiento y de capacidad gerencial para la realización de los trámites (Rosales y Rubio, 2010).

En el Sureste de México el desarrollo de la apicultura ha disminuido a causa de diversos factores. Las condiciones de pobreza, la falta de capital y la escasez en la economía familiar continúan y los apicultores no han realizado los acondicionamientos requeridos al sistema productivo (Rosales y Rubio, 2010). La identificación de los riesgos asociados con la actividad apícola, permitirá el establecimiento efectivo de estrategias de aprovechamiento. Debido al potencial para el desarrollo productivo será relevante evaluar la instalación de nuevos apiarios, incrementar el apoyo académico y las fuentes de financiación para los apicultores. Además, la exploración de nuevos mercados, la estimulación para el consumo interno, la reducción de la deforestación, y la implementación de nuevas estrategias de control de enfermedades serán trascendentales para favorecer el desarrollo de la apicultura en la región (Echazarreta, 2010).

Las amenazas actuales sobre las poblaciones de abejas fueron mencionadas en el capítulo anterior. Los esfuerzos por establecer áreas naturales protegidas, equilibrar los incendios forestales, conservar hábitats que ofrezcan recursos nectaríferos y poliníferos de las abejas, permitirán la conservación de dichas poblaciones y evitar el uso indiscriminado de insecticidas y de pesticidas de gran impacto para las abejas (Roubik *et al.*, 2011).

Asimismo, para que esta actividad no sea solamente de subsistencia, las asociaciones apícolas, creadas para la obtención de apoyos gubernamentales, deben ser constituidas para enfrentar el control ejercido por los intermediarios del mercado organizado, obtener mejores precios por los productos y generar excedentes financieros (Ojeda y Martín, 2008). En este sentido, han sido creadas políticas de apoyo

y programas de gobierno federal. Entre estas propuestas se encuentra “Iniciativas Productivas y Empleo Temporal” y “Alianza para el campo de la SAGARPA” (Ojeda y Martín, 2008). La asociación Kabi'tah proporciona un caso exitoso para el desarrollo apícola en Campeche y Holpelchén (Ver Tabla 4.2).

**Tabla 4.2** Características de los apicultores que influyen en la productividad de la asociación Kabi'tah.

| Factor  | Porcentaje |
|---|------------|
| Dedicación total a la apicultura  | 51.9%      |
| Apicultura como principal actividad económica, la que aporta el mayor ingreso | 85.2%      |
| Apiarios a más de 3 km  | 11.1%      |
| Número de apiarios media  | 3          |
| Asistencia a cursos   | 66.7%      |
| Utilización de abejas no agresivas  | 70.4%      |
| No uso de agroquímicos  | 59.3%      |
| Disponibilidad de quipo para cosechar   | Adecuado   |

*Fuente:* Ojeda y Martín, 2008.

#### 4.5 Gestión participativa con todos los implicados

El tema de los transgénicos es un asunto de importancia actual. Como se indica en el capítulo anterior, el deterioro ecológico empieza a mostrar síntomas a nivel mundial, instaurando de esta manera un gran dilema. De un lado existen los criterios comerciales y de otro lado los de respeto al medio ambiente y equidad social (Massieu,



2009). El convenio de Diversidad Biológica es un esfuerzo para la conservación. No obstante, en muchas ocasiones solo se consideran aspectos técnicos con énfasis en valores comerciales y no se tienen en cuenta las inequidades y preocupaciones de los pueblos indígenas (Acosta, 2009). Las políticas de desarrollo deben basarse además en las necesidades locales y no únicamente en la ciencia internacional (Dickson, 2013).

Además es necesario considerar que existen personas que tienen poca instrucción y que no tienen acceso a la toma de decisiones sobre los OMGs. A ellas, es necesario ofrecerles oportunidades de participación en el debate de los OMGs e indicarles la influencia de dichos organismos en sus vidas y medios de subsistencia, además de los beneficios que potencialmente podrían ocasionar (FAO, 2001). Dentro del protocolo de Cartagena se incluye la participación de la sociedad civil, teniendo en cuenta aspectos económicos y culturales de los pueblos indígenas (Martínez, 2006). Los avances modernos en biotecnología tienen una estrecha relación con la denominada “Participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos”, así como de la transferencia de tecnología (Young, 2004). Un consenso entre todos los implicados; gobierno mexicano, empresas privadas, comunidad científica, organizaciones de indígenas, campesinos y de productores permitirá tomar las decisiones más acertadas (Salgado, 2009).

De todas maneras para permitir la comercialización de un alimento transgénico se requiere entregar mayor información al público relacionada con las ventajas y la seguridad biológica de su consumo. Esta confrontación permitiría disminuir la incertidumbre (Larach, 2001), ya que la desinformación, la falta de inspección y buena

publicidad por parte de las multinacionales han sido la clave para expansión de cultivos transgénicos en países anteriormente desprovistos de ellos (Martínez, 2006).

Los procesos de participación son esenciales para la toma de la decisión efectiva. Sobre todo cuando en la decisión se incluye comparación entre riesgos y beneficios (Young, 2004). Además, las políticas e instituciones requieren una evaluación de las condiciones socioculturales de las regiones o comunidades agrícolas y determinar las restricciones y enfoques no adecuados para las condiciones sociales actuales en una escala local (Young, 2004).

## CONCLUSIÓN

En el transcurso del tiempo, los ecosistemas terrestres de la Península de Yucatán, una zona prioritaria para la conservación, han sido modificados notablemente para el establecimiento de cultivos agrícolas y la ganadería. Esta revisión sugiere que la PY no ofrece las condiciones ambientales más apropiadas para tales actividades. Un riesgo latente que amenaza el equilibrio de estos ecosistemas es el establecimiento del cultivo comercial de soya transgénica (evento MON-04032-6) solicitado por la multinacional Monsanto durante el año 2012.

El presente ensayo ha permitido esclarecer el concepto de organismo transgénico y al mismo tiempo algunos de los riesgos asociados con su cultivo. La revisión de literatura desarrollada sugiere además, que el establecimiento del cultivo comercial de soya transgénica en la PY podría ocasionar la destrucción y/o alteración de paisajes forestales y cambios severos en la estructura social de la península. Una preocupación adicional es la pérdida de las importantes tradiciones agrícolas de las comunidades autóctonas que aunque están actualmente en peligro, el riesgo se incrementaría con la implementación de grandes extensiones de monocultivos.

La idea del ensayo no era determinar si los cultivos transgénicos son perjudiciales o ventajosos para el desarrollo agrícola de la región. No obstante, queda claro que su liberación comercial muy seguramente afectaría las poblaciones de abejas melíferas y con ello la actividad apícola de gran trascendencia para la región. En el caso de la miel producida en la PY, distinguida por su sabor, textura y color, grandes

oportunidades se están abriendo en el mercado internacional. No obstante, en esta región, donde la agricultura tradicional es la predominante, son necesarias políticas gubernamentales encaminadas a incrementar los niveles de producción y venta a países exigentes y demandantes de miel sin contenido de polen transgénico.

El caso de la expansión agrícola en Argentina sirve de ejemplo para percatarse que los cultivos transgénicos, una vez liberados en el ambiente, ocasionan múltiples efectos negativos de carácter social y ambiental. Estos efectos, difíciles de remediar, son ocasionados principalmente por la adopción de monocultivos y/o paquetes tecnológicos propuestos por las multinacionales de agroquímicos.

Finalmente, los escasos registros de soya transgénica en la PY no permiten determinar si su cultivo es una alternativa sustentable para el desarrollo de las comunidades campesinas y para la conservación de los ecosistemas. Por lo que, la comunidad científica debe realizar esfuerzos mayores para generar resultados objetivos e imparciales, de tal manera que las decisiones sean tomadas de una manera responsable y transparente. Es difícil realizar conclusiones y recomendaciones concernientes a la problemática en la Península de Yucatán. No obstante, la utilización de instrumentos internacionales, tales como, el principio de precaución son una alternativa legal para garantizar un mundo que ofrezca las condiciones apropiadas para la supervivencia de las generaciones futuras.

## LISTA DE REFERENCIAS

- Acosta, J.R. (2009). Alimentos Transgénicos: Entre Grandes Esperanzas e Ilusiones Perdidas. *En: Transgénicos ¿Qué se gana? ¿Qué se pierde? Textos para un debate en Cuba*, F. R. Funes-Monzote, ed. (La Habana: Publicaciones Acuario, Centro Félix Varela), pp 79-97.
- Aguilar-Jiménez, C.E., Tolón-Becerra, A. y Lastra-Bravo, X. (2011). Evaluación integrada de la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo de maíz en Chiapas, México. *Rev. FCA UNCUYO*, 43(1): 155-174.
- Alcocer, J. y Bernal, F.W. (2010). Limnology in Mexico. *Hydrobiologia* 644: 15–68.
- Altieri, M. y Nicholls, C.I. (2000). AGROECOLOGÍA. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México D.F.
- Aranda, N., Herrera-Silveira, J.A., Comin, F.A. (2006). Nutrient water quality in a tropical coastal zone with groundwater discharge, northwest Yucatan, Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 68: 445–454.
- Bachmann, R.I. (2013). “Normas de seguridad alimentaria de la unión europea: presumiendo la inocuidad de los organismos modificados genéticamente”. Disponible en: <http://www.actualidadjuridicaambiental.com>. [Revisado: 19/02/2013].
- Bautista, F., Palacio, G., Ortiz-Pérez, M., Batllori-Sampedro, E y Castillo-González, M. (2005). El origen y el manejo maya de las geoformas, suelos y aguas en la Península de Yucatán. *En: Caracterización y Manejo de los Suelos de la*

Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales, F. Bautista y G. Palacio, eds. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología, pp 21-32.

Bautista-Zúñiga, F. (2007). Información técnica para el desarrollo agropecuario y forestal del estado de Yucatán. *Teoría y Praxis*. 4: 149-160.

Beltrán, J.C., Castañeda, S.J., Vázquez, V., Gama, J.L. (2011). Diversidad y uso potencial de la comunidad de la selva baja caducifolia en Jungapeo, Michoacán, México. *Larvae* 1(1): 1-18.

Branford, S. (2004). Argentina's bitter harvest. *New Scientist*, 17: 40-43.

Bray, D.B., Ellis, E.A., Armijo Canto, N y Beck, C.T. (2004). The institutional drivers of sustainable landscapes: a case study of the 'Mayan Zone' in Quintana Roo, Mexico. *Land Use Policy*. 21: 333–346.

Bray, D., Merino, L. y Barry, D. (2007). El manejo comunitario en sentido estricto: las empresas comunitarias de México. *En: Los bosques comunitarios de México*. D. Bray, L. Merino y D. Barry, edits Primera ed. México D.F: INE-SEMARNAT:, pp. 21-50.

Britos, A.H y Barchuk, A.H. (2008). Cambios en la cobertura y en el uso de la tierra en dos sitios del Chaco Árido del noroeste de Córdoba, Argentina. *Agriscientia*. 25(102): 97-110.

Brittain, C. y Potts, S.G. (2011). The potential impacts of insecticides on the life-history traits of bees and the consequences for pollination. *Basic and Applied Ecology* 12: 321–331.

- Cahuich, D. (2012). La calidad de vida y el huerto familiar, desde la percepción ambiental de las familias de X-Mejía, Hopelchén, Campeche. Tesis como requisito para obtener el título Ph.D Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable. El Colegio de la Frontera Sur, México.
- Calderón-Aguilera, L.E., Rivera-Monroy, V.H., Porter-Bolland, L., Martínez-Irizar, A., Ladah, L., Martínez-Ramos, M., Alcocer, J., Santiago-Pérez, A.L., Hernández-Arana, H.A., Reyes-Gómez, V.M., Pérez-Salicrup, D.R., Díaz-Núñez, V., Sosa-Ramírez, J., Herrera-Silveira, J y A. Búrquez. 2012. An assessment of natural and human disturbance effects on Mexican ecosystems: current trends and research gaps. *Biodiversity and Conservation*.21: 589-617.
- Calvet-Mir, L., Calvet Mir, M., Molina, J. L. y Reyes García, V. (2012). Seed Exchange as an Agrobiodiversity Conservation Mechanism. A Case Study in Vall Fosca, Catalan Pyrenees, Iberian Peninsula. *Ecology and Society*, 17(1): 29-40.
- Chan, A. (2012). Organizaciones piden se revoque el permiso que emitió la SAGARPA para siembra de transgénicos. Disponible en:  
<http://www.dqr.com.mx/index.php/felipe-carrilo-puerto/38981-rechazo-unanime>  
[Revisado: 19/02/ 2013].
- Chowdhury, R.R y Turner, B.L. (2006). Reconciling agency and structure in empirical analysis: smallholder land use in the Southern Yucatán Mexico. *Ann. Assoc. Am. Geogr.* 96: 302–322.
- CIBIOGEM. 2009. Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM). Disponible en:  
<http://www.cibiogem.gob.mx> [Revisado: 28/02/2013].

CICC (Comisión Intersectorial de Cambio Climático). (2012). México. Quinta Comisión Nacional ante la Comisión Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Primera ed. México, D.F.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (1998). La diversidad biológica de México: Estudio de País 1998. Primera Ed. México, D.F.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2006). Natural Capital. Summary. National Commission for the Knowledge and Use of Biodiversity. México.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) y AECl. (Agencia Española de Cooperación Internacional para el desarrollo). (2011). Plan Rector para promover una Denominación de Origen de mieles de la Península de Yucatán. México.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2012). Resultados del análisis de riesgo a la solicitud 007/2012 para la liberación al ambiente de *Glycine max* (L.) Merr. genéticamente modificado MON-Ø4Ø32-6. Disponible en: [www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf). [Revisado: 2/02/2013].

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) y AECl (Agencia Española de Cooperación Internacional para el desarrollo). 2011. Plan Rector para promover una Denominación de Origen de mieles de la Península de Yucatán, México.

Coomes, O.T. (2010). Of Stakes, Stems, and Cuttings: The Importance of Local Seed Systems in Traditional Amazonian Societies. *The Professional Geographer*, 62(3): 323-334.



- Cortés, R y Olivares, J.A. (2011). Sociedad y Economía.86-109. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo I, C. Pozo., N. Armijo y S. Calmé, Eds. El colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de pequeñas donaciones. México, D.F.
- Cox, C. (1995a). Glyphosate, Part 1: Toxicology. *En: Journal of Pesticides Reform*, Volume 15, Number 3. Northwest Coalition for Alternatives to Pesticides, Eugene, OR. USA.
- Cox, C. (1995b). Glyphosate, Part 2: Human Exposure and Ecological Effects, Northwest Coalition for Alternatives to Pesticides. *En: Journal of Pesticide Reform*, Volume 15, Number 4. , Eugene, OR. USA.
- Cuanalo-de la Cerda, H. E. y Uicab-Covoh, R. A. (2006). Resultados de la investigación participativa en la Milpa Sin Quema. *Terra Latinoamericana*, 24(3): 401-408.
- Dai, P., Zhou, W., Zhang, J., Cui, H., Wang, Q., Jiang, W., Sun, J., Wu, Y., Zhou, T. (2012). Field assessment of Bt cry1Ah corn pollen on the survival, development and behavior of *Apis mellifera ligustica*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Volumen 79: 232–237.
- Daniels, A.E., Painter, K., Southworth, J. (2008). Milpa imprint on the tropical dry forest landscape in Yucatan, Mexico: Remote sensing & field measurement of edge vegetation. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 123: 293–304.
- Dickson, D. (2013). Piden incluir conocimiento local en proyectos de ayuda. Disponible en: <http://www.scidev.net>. [Revisado: 19/02/2013].
- Dinelli, G., Marotti, I., Bonetti, A., Minelli, M., Catizone, P., Barnes, J. (2006). Physiological and molecular insight on the mechanisms of resistance to

glyphosate in *Conyza canadensis* (L.) Cronq. biotypes. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 86: 30-41.

Durand, C.H., (2009). Desarrollo rural sustentable "Enclave de la Estrategia Neoliberal". *Alegatos*, 72: 177-206.

Dzib-Castillo, B., Van der Wal, Hans., Chantásig-Vaca, C; Macario, P.A., Pat, J. (2012). Emergencia de plántulas de especies maderables nativas de la Península de Yucatán. *Rev. Mex. Cien. For*, 3(10): 77-88.

Eastmon, A. (1999). Agricultura y Ganadería. *En: Atlas de procesos territoriales de Yucatán*, P. Chico, (Coord). Universidad Autónoma de Yucatán, pp 76-87.

Eastmond, A., García de Fuentes, A., Córdoba, J. (2000). Recent population and education trends on the Yucatan peninsula. *En: Population, development and environment on the Yucatán peninsula: from ancient Maya to 2030*, W. Lutz., Prieto, L y W.Sanderson. W, eds. Laxenberg: IIASA, pp 54-72.

Eastmond, A. y Faust, B. (2006). Farmers, fires, and forests: a green alternative to shifting cultivation for conservation of the Maya forest?. *Landscape and Urban Planning*, 74: 267-284.

Echazarreta, C. M. (2010). Apicultura y Producción de miel. *En: Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. Mérida, Yucatán, R. Durán y M. Méndez, edits. México: Centro de Investigación Científica de Yucatán, pp. 109-111.

Escalante, R.I y Catalán, H. (2008). Situación actual del sector agropecuario en México: Perspectivas y Retos. *Rev. Economía Informa*. No.350. Disponible en: <http://www.economia.unam.mx/publicaciones/pdfs/350/01escalante.pdf>. 16/01/2013. [Revisado: 16/01/2013].

Escamilla, J., Quintal, F., Medina, F., Guzmán, A., Pérez, E y L, Calvo. (2005). Relaciones suelo-planta en ecosistemas naturales de la Península de Yucatán: comunidades dominadas por palmas. *En: Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales*, F. Bautista, y G. Palacio, eds. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología, pp 159-172.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2001). Los organismos modificados genéticamente, los consumidores, la inocuidad de los alimentos y el medio ambiente. Estudio FAO: cuestiones de ética. Grupo Editorial, Dirección de Información de la FAO (Roma: FAO)

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2004). El estado actual de la agricultura y la alimentación. La Biotecnología Agrícola: ¿Una respuesta a las necesidades de los pobres? Roma, Italia: Grupo de la producción y diseño editorial Servicio de Gestión de las Publicaciones FAO.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2007). Future expansion of soybean 2005-2014. Implications for food security, sustainable rural development and agricultural policies in the countries of Mercosur and Bolivia. Santiago, Chile.

Faust, B. (2001). Maya environmental successes and failures in the Yucatan Peninsula. *Environmental Science & Policy*, 4: 153–169.

Fedoroff, N.V. (2010). The past, present and future of crop genetic modification. *New Biotechnology*, 27(5): 1871-6784.

Fernández, G.C., Tapia, J.L., Duno de Stefano, R., Ramírez, I.M., Can Itzá, L., Hernández, S y Castillo, A. (2012). La flora de la península de Yucatán

- Mexicana. 250 años de conocimiento florístico. CONABIO, *Biodiversitas*, 101: 6-10.
- Fierro, M.M., Cruz-López, L., Sánchez, D., Villanueva-Gutiérrez, R., Vandame, R. (2012). Effect of Biotic Factors on the Spatial Distribution of Stingless Bees (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) in Fragmented Neotropical Habitats. *Neotrop Entomol*, 41: 95–104.
- Flachsenberg, H y Galleti, G. (1999). El manejo forestal de la selva en Quintana Roo, México. *En: La Selva Maya, Conservación y Desarrollo*, T. Primack., D. Bray., H. Galleti., I. Ponciano, edits. México: Ed. Siglo XXI Editores, pp 74-97.
- Frazier, J. (2006). Biosphere reserves and the “Yucatán” syndrome: another look at the role of NGOs. *Landscape and Urban Planning* 74:313–333
- Galindo, L.M (2009). *La Economía del Cambio Climático en México*”. Informe, Síntesis. (México: SEMARNAT)
- Geoghegan, J., Villar, S.V., Klepeis, P., Mendoza, P.M., Ogneva-Himmelberger, Y., Chowdhury, R.R., Turner II, B.L., Vance, C. (2001). Modeling tropical deforestation in the southern Yucatán peninsular region: comparing survey and satellite data. *Agric. Ecosyst. Environ*, 85: 25–46.
- Giancola, S.I., Salvador, M.L., Covacevich, M y Iturrioz, G. (2009). Análisis de la cadena de soja en Argentina. *Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales*. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.
- Glaser, J.A. y Matten, S.R. (2003). Sustainability of insect resistance management strategies for transgenic Bt corn. *Biotechnology Advances*, 22: 45-69.

Gonzalez-Iturbe, J.A., Olmsted, I y Tun-Dzul, F. (2002). Tropical dry forest recovery after long term Henequen (sisal, *Agave fourcroydes* Lem) plantation in northern Yucatan, Mexico. *Forest Ecol. Manage.* 167: 67–82.

GRAIN. (2004). Monsanto's royalty grab in Argentina. Or: How corporations get their way with a little help from their friends in government. Disponible en: <http://www.grain.org/article/entries/148-monsanto-s-royalty-grab-in-argentina>. [Revisado: 17/01/2013].

Güemes, F., Echazarreta, C., Villanueva, R., Pat, J y Gómez, R. (2003). La apicultura en la Península de Yucatán. Actividad de subsistencia en un entorno globalizado. *Rev Mexicana del Caribe* 8(16): 117-132.

Güemes, F., Villanueva, R., Beatriz, A y Torres, Y. (2004). Mercado de consumo de miel en la península de Yucatán. El Colegio de la Frontera del Sur. México.

Güemes, F.J y Villanueva, R. 2002. Características de la apicultura en Quintana Roo y del mercado de sus productos. 2a ed. Chetumal, Quintana Roo, México: El Colegio de la Frontera Sur: Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Estado de Quintana Roo.

Haber, E. (2002). Propagation et impact des plantes exotiques dans les paysages du Canadá. *En: Envahisseurs exotiques des eaux, milieux humides et forêts du Canada*. Ottawa(Ontario): Service canadien des forêts, Administration Central, Direction générale des Sciences, pp. 43-58.

Haggar, J., Uribe, V.G., Basulto, B.J., Ayala, S.A. (2000) Barbechos mejorados en la Península del Yucatán, México. *Agroforestería en las Américas*, 7(27): 19-24.

- Hartert, J., Lucas, C., Gaughan, A.E., Aranda, L.L. (2008). Detecting tropical dry forest succession in a shifting cultivation mosaic of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Applied Geography*, 28: 134–149.
- Herrera, A.N. (2008). El principio de precaución como fundamento de la bioseguridad en la Aplicación de alimentos transgénicos. *Revista de los tribunales agrarios. Año V*, 45: 29-95.
- Hodell, D.A., Brenner, M., Curtis, J.H., Medina-González, R., Idefonso-Chan, E., Albornaz-Pat, A y Guilderson, T.P. (2005). Climate change on the Yucatan Peninsula during the Little Ice Age. *Quaternary Research* 63: 109–121.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). (2010). Sistema Arrecifal del Caribe Mesoamericano. Disponible en:  
<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/download/84.pdf> [Revisado:21/01/2013].
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2007). La Agricultura en Quintana Roo. Censo Agropecuario 2007. Disponible en:  
<http://www.inegi.org.mx>. [Revisado:21/01/2013].
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). (2010). Oleaginosas. Soya: opción rentable para la reconversión en el Estado de Yucatán. Ficha Tecnológica INIFAP. Infocampo. *Gaceta Rural de Yucatán*, 5(26): 5-5.
- Iñiguez, K. y Gallo, G. (2008). Glifosato: Mitos Y Realidades. Disponible en:  
[www.funpat3mil.com.ar](http://www.funpat3mil.com.ar). [Revisado:12/02/2013]
- James, C. (2010). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2010. ISAAA Brief No. 42. Disponible en:  
<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/>. [Revisado:31/01/2013].

- Johnson, N.L. (2001). Tierra y libertad: will tenure reform improve productivity in Mexico's ejido agriculture? *Econ. Dev. Cultural Change* 49: 291–309.
- Kauffer, E.F y Villanueva, C.L. (2011). Retos de la gestión de una cuenca construida: la Península de Yucatán en México. *Aqua-LAC*. 3(2): 81-91.
- Keyes, M.R. (1998). Cultura Forestal en Quintana Roo, México; Observaciones y Perspectivas. *Madera y Bosques*, 4(1): 3-13.
- Klooster, D y Ambinakudige, S. (2007). La importancia mundial del manejo forestal comunitario. *En: Los bosques comunitarios de México*, D. Bray, L. Merino, D. Barry, D, eds. INE-SEMARNAT: México D.F, pp 379-416.
- Konrad, R., Connor, M., Ferry, N., Gatehouse, A., Babendreier, D. (2009). Impact of transgenic oilseed rape expressing oryzacystatin-1 (OC-1) and of insecticidal proteins on longevity and digestive enzymes of the solitary bee *Osmia bicornis*. *Journal of Insect Physiology*, 55: 305–313.
- Koohafkan, P y Altieri, M.A. (2011). Sistemas Ingeniosos del Patrimonio Agrícola mundial. Un legado para el futuro. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (Roma: FAO)
- Larach, M.A. (2001). El comercio de los productos transgénicos: el estado del debate internacional. División de Integración y Comercio Internacional. CEPAL-SERIE Comercio Internacional No 10: Santiago de Chile.
- Lastra, M y A, Peralta. 2000. Situación actual y perspectiva de la Apicultura en México 2000. México D.F. México: SAGARPA.

- Leatherman, T.L., Goodman, A.H. y Stillman, T. (2010). Changes in stature, weight, and nutritional status with tourism-based economic development in the Yucatan. *Economics and Human Biology*, 8: 153–158.
- Linares, J. E. (2008). *Ética y mundo moderno*. Primera Edición ed. México. Universidad Nacional Autónoma De México. Facultad de Filosofía y Letras.
- Lindenmayer, D.B. (2010). Landscape change and the science of biodiversity conservation in tropical forests: A view from the temperate world. *Biological Conservation*, 143: 2405–2411.
- Liu, B., Shu, C., Xue, K., Zhou, K., Li, X., Liu, D., Zheng, Y., Xu, C. (2009). The oral toxicity of the transgenic Bt+CpTI cotton pollen to honey bees (*Apis mellifera*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72: 1163–1169.
- Lódola, A y Fossati, R. (2004). *Servicios Agropecuarios y contratistas en la provincia de Buenos Aires. Régimen de tenencia de la Tierra, Productividad y Demanda de Servicios Agropecuarios*. Documento de Trabajo N° 115, Universidad de Belgrano.
- Lorraine-Colwill, D.F., Powles, S.B., Hawkes, T.R., Hollinshead, P.H, Warner, S., Preston, C. (2003). Investigations into the mechanism of glyphosate resistance in *Lolium rigidum*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 74: 62–72.
- Magaña, M., Moguel, Y.B., Sanginés, J.R., Leyva, C.E. (2012). Estructura e importancia de la cadena productiva y comercial de la miel en México. *Rev Mex Cienc Pecu*, 3(1): 49-64.
- Manson, S. (2006). Land use in the southern Yucatán peninsular region of Mexico: Scenarios of population and institutional change. *Computers, Environment and Urban Systems*, 30: 230-253.



- Martínez, R. (2006). Transgénicos: Mitos y realidades. *Revista de Ciencias Sociales*, 111-112: 23-36.
- Martínez, R. (2008). Cultivos y alimentos transgénicos: una aproximación ecológica. *Revista Biocenosis*, 21(1-2): 27-36.
- Mas, J., Velázquez, A. y Couturier, S. (2009). La evaluación de los cambios de cobertura/uso del suelo en la República Mexicana. *Investigación Ambiental*, 1(1): 23-39.
- Massieu, Y.C y San Vicente, A. (2006). El proceso de adopción de la ley de bioseguridad: Política a la Mexicana e Interés Nacional. *El cotidiano*. Universidad Autónoma Metropolitana, 21(136): 39-51.
- Massieu, Y.C. (2009). Cultivos y Alimentos transgénicos en México. El debate, los actores y las fuerzas sociopolíticas. *Argumentos (Mex)*, 22(59): 217-243.
- May-Acosta, C. y F. Bautista. (2005). Colección de monolitos de suelos de la Península de Yucatán. *En: Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales*, F. Bautista y G. Palacio, eds. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología, pp 87-103.
- McKeon, T.A. (2003). Genetically modified crops for industrial products and processes and their effects on human health. *Trends in Food Science & Technology*, 14: 229-241.
- Mendoza, J y Molina, D.O. (2012). Estrategia regional de la Península de Yucatán para la reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal. Comisión Nacional Forestal. El Colegio de la Frontera Sur: Unidad Campeche.

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Wellbeing: A Framework for Assessment*, Washington, DC: Island Press.

Monsanto (2007). Growth for a better WORD. 2007 Pledge report. Disponible en: [http://www.monsanto.com/SiteCollectionDocuments/CSR\\_Reports/MonsantoPledgeReport-2007.pdf](http://www.monsanto.com/SiteCollectionDocuments/CSR_Reports/MonsantoPledgeReport-2007.pdf). [Revisado:31/01/2013].

Monsanto. (2012). Solicitud de permiso de liberación al ambiente en etapa comercial. soya solucion faena® evento mon- 04032-6 (gts 40-3-2). Disponible en: [www.senasica.gob.mx](http://www.senasica.gob.mx). [Revisado:19/01/2013].

Morales, C. (2001). Las nuevas fronteras tecnológicas: promesas, desafíos y amenazas de los transgénicos, Santiago de Chile: CEPAL–SERIE Desarrollo productivo. No 101.

Moritz, R., Bernhard, F., Huth-Schwarz, A., Wolf, S., Castillo, C., Paxton, R., Vandame, R. (2013). Number of honeybee colonies in areas with high and low beekeeping activity in Southern Mexico. *Apidologie*, 44(1): 113-120.

Muñoz, J.M. (2011). *Obesidad: Problema multifactorial*. México. Villahermosa: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Novás, A. (2009). Los transgénicos: otra revolución tecnocrática."La aplicación del principio de precaución a los alimentos transgénicos". *CUIDES*, 3: 195-227.

Ojeda, R.N. y Martín, M.M. (2008). Factores que explican el funcionamiento de la asociación de apicultores. Tijuana, B.C., México. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Contaduría y Administración.

Onofre, R y Guerra, M. P. (2004). La bioseguridad de las plantas transgénicas. *En: Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto*, A. Bárcena, J.

- Katz, C. Morales y M. Schaper, eds. Santiago de Chile: Libros de la CEPAL, pp 111-122.
- Orellana, L., Balam, K., Bañuelos, R., García de Miranda, E., González-Iturbide A., Herrera, C., Vidal, J. (1999). Evaluación climática. *En: Atlas de procesos territoriales de Yucatán*, A. García de Fuentes y J. Córdoba, eds. (Mérida: UADY), pp 163–182.
- Orellana, R., Islebe, G., Espadas, C. (2003). Presente, pasado y futuro de los climas de la Península de Yucatán. *En: Naturaleza y Sociedad en el Área Maya: Pasado, Presente y Futuro*, A. Colunga, y P. Larqué, Eds. (México: Academia Mexicana de Ciencias and Centro de Investigación Científica de Yucatán), pp 37-52.
- Pat, J.M, Hernández, P., Tocuch, C. (2012). Caracterización y usos del maíz criollo en los petenes, Campeche, México. El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche, Campeche-México.
- Pengue, W. (2005a). Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina. ¿La transgénesis de un continente? FAO, PNUMA. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. México, D.F.
- Pengue, W. (2005b). Transgenic Crops in Argentina: The Ecological and Social Debt. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 25(4): 314-322.
- Peña, J.L., Castillo, M.M., González, J.C. (2000). The Performance of the Economy of the Yucatán Peninsula from 1970–1993. *En: Population, development and environment on the Yucatán peninsula: from ancient Maya to 2030*, W. Lutz., Prieto, L y W.Sanderson. W, Eds. Laxenberg: IIASA, pp 108-119.

- Pérez, L., Bugja, R., Lorenschat, J., Brenner, M., Curtis, J., Hoelzmann, P., Islebe, G., Scharf, B., Schwalb, A. (2011). Aquatic ecosystems of the Yucatán Peninsula (Mexico), Belize and Guatemala. *Hydrobiologia* 661: 407–433.
- Pérez, J.O. (2011). Cambios en la alimentación de dos comunidades mayas del Estado de Yucatán, elementos para una política integral de Educación nutricional, El Colegio de la Frontera Sur. Tesis presentada como requisito para optar por el título Ph.D en Ciencias en Ecología y Desarrollo Durable. México.
- Pérez, O., Nazar, A., Salvatierra, B., Pérez-Gil, S.E., Rodríguez, L., Castillo, M.T., Mariaca, R. (2012). Frecuencia del consumo de alimentos industrializados modernos en la dieta habitual de comunidades mayas de Yucatán, México. *Estudios sociales*, 20(39): 155-184.
- Pérez, M. (2012). Apicultores logran impedir la siembra de soya transgénica en el sureste del país. Disponible en:  
<http://www.jornada.unam.mx>. [Revisado:25/012/2013].
- Pimentel, D., Lach, L., Zúñiga, R., Morrison, D. (2000). Environmental and Economic Costs of Nonindigenous Species in the United States. *BioScience*, 50(1): 53-65.
- Porter-Bolland, L., Ellis, E. A., Gholz, H. L. (2007). Land use dynamics and landscape history in La Montaña, Campeche, Mexico. *Landscape and Urban Planning*, 82(4): 198-207.
- Porter, L. (2003). La apicultura y el paisaje maya. Estudio sobre la fenología de floración de las especies melíferas y su relación con el ciclo apícola en La Montaña, Campeche, México. *Estudios Mexicanos* 19(2): 303-330.

- Quezada, S. (2011). La colonización de los mayas peninsulares. Primera edición. Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de Yucatán. Biblioteca Básica de Yucatán.
- Quiroga, A. (2012). Compendio de Innovaciones Socioambientales en la frontera sur de México. Primera ed. El Colegio de la Frontera Sur Unidad San Cristóbal, México.
- Raney, T. (2006). Economic impact of transgenic crops in developing countries. *Current Opinion in Biotechnology*, 17: 174-178.
- Raybould, A. (2007). Ecological versus ecotoxicological methods for assessing the environmental risks of transgenic crops. *Plant Science*, 173: 589-602.
- Rebollar, S., Santos, V., Sánchez, R.L. (2002). Estrategias de Recuperación de Selvas en dos ejidos de Quintana Roo, México. *Madera y Bosques*, 8(1): 19-38.
- Rico-Gray, V y García-Franco, J. (1991). The maya and the vegetation of the Yucatan Peninsula. *J. Ethnobiol.* 11(1): 135-142.
- Roig, F.A., Jimenez, Juan.J., Villanueva, J., Luckman, B., Tiessen, H., Medina, A., Noellemeyer, E. (2005). Anatomy of growth rings at the Yucatán Peninsula. *Dendrochronologia*, 22: 187-193.
- Rosales, M y Rubio, A., (2010). Apicultura y organizaciones de apicultores entre los Mayas de Yucatán. *Estudios de Cultura Maya*, 25: 163-185.
- Roubik, D., Colli-Ucán, W y Villanueva-Gutiérrez, R. (2011). Abejas sociales, solitarias y parásitas. *En: Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación Tomo 2*, C. Pozo, edit. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio),

Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas donaciones México. pp 205-211.

Sabogal, C. (2008). Manejo forestal comunitario en América Latina. Experiencias, lecciones aprendidas y retos para el futuro, C. Sabogal, W. de Jong, B. Pokorny, B. Louman, eds. Bogor, Indonesia: Centro para la Investigación Forestal (CIFOR).

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2000). Situación actual y perspectiva de la apicultura 1990-1998. Resumen ejecutivo. Disponible en:  
<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Estudios%20de%20situacion%20actual%20y%20perspectiva/Attachments/25/sppa9098.pdf>  
[Revisado:19/01/2013]

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2007). Programa sectorial de desarrollo agropecuario y pesquero 2007-2012. México D.F.

Salgado, A. (2009). La situación de los transgénicos en México. *En: La transgénesis de un continente. Visión crítica de una expansión descontrolada, América Latina*, M. I. Manzur y otros, edits. Santiago de Chile: Henrich Böll Stiftung Cono Sur, pp. 96-101.

Salinas-Navarrete, J. C. (2010). Polinización de tomate (*Lycopersicon Esculentum Mill.*) en Invernaderos en México. Disponible en: <http://www.apinews.com/es>  
[Revisado: 27/02/2013].

Sánchez-Sánchez, O y Islebe, G.A. (2002) Tropical forest communities in southeastern Mexico. *Plant Ecol* 158: 183–200.

- Sarmiento, J. (2010). Situación y dinámica de la economía. *En: Biodiversidad y Desarrollo humano en Yucatán*, R. Durán y M. Méndez, eds. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. México, pp 95-97.
- Sarmiento, F., Ulibarri y Canto, A. (2010). Estructura y dinámica económica del sector primario. *En: Biodiversidad y Desarrollo humano en Yucatán*, R. Durán y M. Méndez, eds. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. México. pp 90-94.
- Schmook, B y Colin, V. (2009). Agricultural Policy, Market Barriers, and Deforestation: The Case of Mexico's Southern Yucata'n. *World Development*, 37(5): 1015–1025.
- Schneider, L. (2004). Bracken Fern Invasion in Southern Yucatán: A Casefor Land-Change Science. *Geographical Review*, 94(2): 229-241.
- SEAE (Sociedad Española de Agricultura Ecológica). (2005). Breve informe sobre zonas libres de transgénicos y leyes de coexistencia en Europa. Valencia, España.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2013). Anuario estadístico de producción agrícola. Disponible en: [http://www.siap.gob.mx/aagricola\\_siap/icultivo/index.jsp](http://www.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp). [Revisado:22/01/2013]
- Sili, M. (2011). La transformación de la distribución, el uso y la tenencia de la tierra en el Noreste argentino. Una visión de síntesis.. *Pampa: Rev. Inter. Est. Ter*, 7: 187-206.
- Sinaï, A. (2001). Comment Monsanto vend les OGM. Enquête sur une stratégie de communication. Disponible en: <http://www.monde-diplomatique.fr> Le monde diplomatique. [Revisado:13/02/2013]

- Slutzky, D. (2006). Situaciones problemáticas de tenencia de la tierra en Argentina. Buenos Aires: República Argentina. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos.
- Smardon, R.C y Faust, B.B. (2006). Introduction: international policy in the biosphere reserves of Mexico's Yucatan peninsula. *Landscape and Urban Planning*, Volumen 74: 160-192.
- Solbrig, O.T. (2004). Ventajas y desventajas de la agrobiotecnología. *En: Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto*, A. Bárcena., J. Katz, C. Morales., M. Schaper, eds. Santiago de Chile: Libros de la CEPAL.
- Solleiro-Rebolledo, E., Cabadas-Báez, H.V., Pi, P.T., González, A., Fedick, S.L., Chmilar, J.A., Leonard, D. (2011). Genesis of hydromorphic Calcisols in wetlands of the northeast Yucatan Peninsula, Mexico. *Geomorphology* 135: 322–331.
- Taylor, D. F. (2001). Employment-based analysis: an alternative methodology for project evaluation in developing regions, with an application to agriculture in Yucatán. *Ecological Economics*, 36: 249-262.
- Terán, S y Rasmussen, C.H. (1994). La milpa de los Mayas. Ministerio de Relaciones Exteriores de Dinamarca (DANIDA). Mérida, Yucatán, México
- Tokar, B. (1999). Monsanto: A Checkered History. Who should choose our technologies? Disponible en:  
<http://www.zcommunications.org>. [Revisado:14/02/2013]
- Torres, J.M. (2004). Estudio de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina. Documento de Trabajo. Informe Nacional México. SEMARNAT, FAO. Roma.



- Turner, B.L., Cortina, S., Foster, D., Geoghegan, J., Keys, E., Klepeis, P., Lawrence, D Macario, P., Manson, S., Ogneva-Himmelberger, Y., Plotkin, A.B., Pérez, D., Chowdhury, R.R., Savitsky, B., Schneider, L., Schmook, B., Vance, C. (2001). Deforestation in the southern Yucatán peninsular region: an integrative approach. *Forest Ecology and Management*, 154: 353-370.
- Turner, I.M. (1996). Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. *Journal of Applied Ecology*, 33: 200-209.
- Ubalua, A.O. (2009). Transgenic plants: Successes and controversies. *Biotechnology and Molecular Biology Reviews*, 4(6): 118-127.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). (2010). Especies invasoras. Disponible en: <http://www.iucn.org/es>. [Revisado:27/02/2013].
- UCCS (Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad). (2012). Anexo a la petición de no aprobación de la solicitud de siembra de soya transgénica. Disponible en: [http://www.uccs.mx/images/library/file/anexos/Anexo\\_peticio.pdf](http://www.uccs.mx/images/library/file/anexos/Anexo_peticio.pdf). [Revisado: 06/01/2013].
- Vallejo, M.I., Londoño, A.C., López, R., Galeano, G., Álvarez, E., Devia, W. (2005). Establecimiento de Parcelas Permanentes en bosques de Colombia. Volumen I. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Colombia.
- Valverde, B.E. y Heap, I.M. (2009). El estado actual de la resistencia a herbicidas en el mundo, Temuco, Chile. 3-4 Nov 2009: Seminario Internacional Diagnostico y Manejo de la resistencia a Herbicidas. Disponible en: <http://www.resistenciaherbicidas.cl>. [Revisado:15/02/2013]

- Vandame, R. y Palacio, M. A. (2010). Preserved honey bee health in Latin America: a fragile equilibrium due to low-intensity agriculture and beekeeping?. *Apidologie* 41: 243–255.
- Vandame, R. (2012). Responsabilidad social académica: El caso de los transgénicos y la apicultura. *Ecofronteras*, 45: 17-20.
- Vandame, R. y Álvarez-Buylla, E. (2012). Miel y transgénicos, ¿La imposible coexistencia? Disponible en:  
<http://www.jornada.unam.mx/2012/06/12>. [Revisado: 27/02/2013]
- Vanengelsdorp, D y Meixner, M. D. (2010). A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103: S80-S95.
- Vara, A.M. (2004). Transgénicos en Argentina: más allá del boom de la soja. *Rev.Iber.Cien.Tec.Soc*, 1(3): 101-129.
- Vargas, S. (2008). Redes de políticas y cambio organizacional en la política forestal mexicana. *Gestión y Política Pública*, 7(1): 101-144.
- Vázquez, J. (2012). Los seis proyectos más verdes de Quintana Roo. Disponible en:  
<http://www.economista.com.mx>. [Revisado: 27/03/2013]
- Villalba, A. (2009). Resistencia a herbicidas. Glifosato. *Rev. Ciencia, Docencia y Tecnología*, 39: 169-186.
- Villalobos-Zapata, G.J y Mendoza, J.J. (2010). La biodiversidad en Campeche: Estudio de estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur.

- Wiezorek, T. (2012). Pyrrolizidine Alkaloids, residues and GMO – Recent Developments. Bremen, Alemania. Disponible en: <http://www.qsi-q3.de/publ/> [Revisado: 14/02/2013]
- Wolfenbarger, L.L. y Phifer, P.R. (2000). The Ecological Risks and Benefits of Genetically Engineered Plants. *Biotechnology and Ecology*, 290: 2088-2093.
- Xia, H., Chen, L.Y, Wang, F y Lu, B. (2010). Yield benefit and underlying cost of insect-resistance transgenic rice: Implication in breeding and deploying transgenic crops. *Field Crops Research*, 118: 215-220.
- Young, T. (2004). Organismos Genéticamente Modificados y Bioseguridad: Un documento de antecedentes destinado a responsables de la toma de decisiones y otros interesados para ayudarles en la consideración de los asuntos relativos a los OGM. UICN, Gland Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Zamora, P., García, G., Flores, J.S y Ortiz, J.J. (2008). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en el sur del estado de Yucatán, México. *Polibotánica* 26: 39-66