

Capítulo 9. Instrumentos de Planeación

Capítulo 9. Instrumentos de planeación



Ordenamiento ecológico del territorio

El territorio nacional cuenta con una gran diversidad de paisajes definidos por sus características físicas, climatológicas, orográficas y biológicas, entre otras, que dan como resultado una compleja heterogeneidad distribuida a lo largo y ancho de su superficie. En este escenario ambiental, la población realiza una amplia gama de actividades económicas que modifican su entorno en formas y magnitudes diversas. De esta manera, a cada localidad dentro del territorio pueden atribuirse características dentro de los tres subsistemas: físico, biótico (natural) y socioeconómico (productivo), mismos que interactúan y se determinan recíprocamente.

Uno de los aspectos destacados del territorio es el uso del suelo, el cual puede ser, entre otros, urbano, agrícola, pecuario o forestal. La decisión sobre qué uso darle a un terreno está determinada, al menos en parte, por su “aptitud ambiental”, es decir, por las características que lo vuelven útil para cierto fin, aunque frecuentemente está determinado por consideraciones económicas, sociales o históricas. Bajo estas condiciones, el resultado puede ser un uso inadecuado que a futuro se traduce en deterioro ecológico. Por ejemplo, una alta presión demográfica puede empujar a la agricultura hacia las pendientes pronunciadas de las montañas (perdiéndose su valioso uso forestal), lo que frecuentemente conduce a la ocurrencia de grandes extensiones de suelos desnudos que fácilmente se erosionan y que pierden su valor como suelos aptos para la agricultura. El caso opuesto, la subordinación de lo social a lo biológico, puede resultar igualmente conflictiva,

como sucede cuando se requiere desplazar grandes asentamientos humanos para el establecimiento de una reserva ecológica.

Para conciliar las aptitudes, prioridades y necesidades de los usos del suelo, se emplea el ordenamiento ecológico del territorio, el cual se define jurídicamente como “el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente ; la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos” (Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Título Primero, Art. 3, fracción XXIII).

En agosto de 2003 se aprobó el reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET), el cual transforma la visión anterior del OET como un marco normativo rígido, por la de un instrumento de planeación ecológica que busca el balance entre las actividades productivas y la conservación de la naturaleza. El OET se concibe como un proceso en el que los distintos sectores con intereses en un territorio (incluido el de la conservación de la naturaleza), hacen explícitas sus necesidades e intereses (tanto actuales como futuras); buscando dilucidar, mediante la negociación y la conciliación de intereses, aquel patrón de ocupación del territorio que minimiza el conflicto entre sus actividades, suscribiendo un acuerdo de voluntades para adoptarlo y sujetarse a sus términos.



Evidentemente, un paso indispensable para formular un programa de ordenamiento es contar con información completa y confiable sobre los diferentes subsistemas involucrados, tales como el biológico, el social y el económico. Por ejemplo, en lo biológico es preciso contar con información sobre la distribución y el grado de conservación de los recursos, la presencia de especies endémicas o amenazadas cuya conservación es prioritaria, la fragilidad de los ecosistemas y de los servicios ambientales que éstos brindan a las actividades humanas (e. g., estabilización de laderas, control de erosión, captación de agua o la conservación de cuencas hidrológicas). En lo social son importantes las características de los sistemas productivos, así como los usos y costumbres, necesidades y expectativas de la población local. Éstos y otros datos se integran en un marco geográfico, a partir del cual se efectúa una regionalización que refleja la situación actual y sus tendencias. Finalmente, se elabora un diagnóstico y un plan que permitan alcanzar los objetivos particulares del ordenamiento. Obtenido el producto final puede orientarse el emplazamiento geográfico de las actividades productivas, así como las modalidades de uso de los recursos y los servicios ambientales.

El ordenamiento ecológico del territorio es un instrumento normativo básico o “de primer piso” sobre el cual se cimientan muchas otras acciones orientadas a la conservación, tales como el establecimiento de reservas, de zonas destinadas a la restauración ambiental y de los ciclos de aprovechamiento y descanso del suelo y de sus recursos. De ahí la gran importancia de contar con ordenamientos correctos y efectivos.

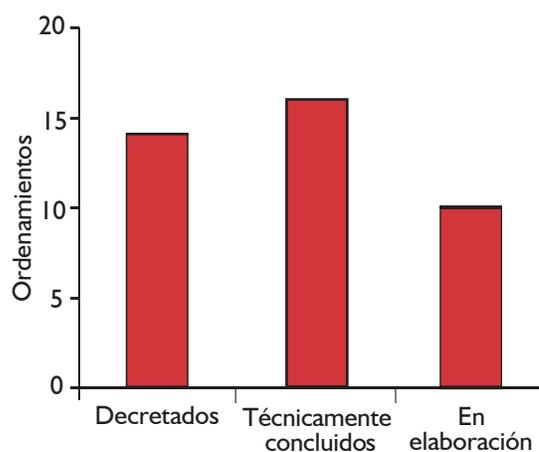
En México se considera el ordenamiento ecológico en cuatro modalidades. La primera de ellas es el ordenamiento ecológico general, de carácter indicativo, el cual se refiere a la totalidad del territorio; la segunda es el ordenamiento regional, aplicable a dos o más municipios, a todo un estado o parte de dos o más estados; la tercera es el ordenamiento local, que actúa a escala municipal y, finalmente, los ordenamientos ecológicos marinos que incluyen las aguas oceánicas y su franja de tierra

adyacente. Los diferentes tipos de ordenamiento son competencia de autoridades distintas (la federación, el estado o el municipio) y sus objetivos difieren como resultado de la diferencia de modalidad en la que se trabaja. De esta manera, el ordenamiento general busca establecer los lineamientos de una regionalización ecológica del territorio nacional, así como los lineamientos y estrategias generales para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Los ordenamientos locales, por su parte, inciden directamente sobre la regulación del uso del suelo con el propósito de proteger el ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos, así como establecer los criterios de regulación ecológica adecuados para esos fines.

Hasta el año 2004 se tenían registrados 40 ordenamientos locales, de los cuales 10 se encontraban en elaboración, sólo 14 tenían decreto y los 16 restantes se consideraban como técnicamente concluidos (Figura 9.1). La mayoría de

Figura 9.1 Ordenamientos ecológicos locales según su grado de avance, 2004



Fuente: Semarnat. Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental. Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. México. 2004.

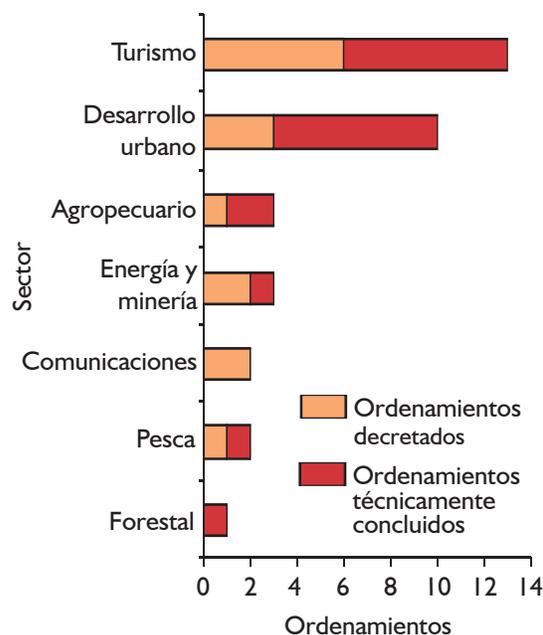


los ordenamientos se localizan en las penínsulas de Baja California y Yucatán y muchos de ellos involucran la participación de los sectores de desarrollo urbano y turístico (Figura 9.2, Mapa 9.1). Esto muestra la importancia que se da a la preservación del entorno para que siga resultando atractivo a los turistas, que son una de las fuentes de ingresos más importantes para ambas penínsulas. Esto no excluye que existan otros objetivos orientados hacia la preservación ecológica donde participan sectores como el agropecuario, pesquero y forestal.

En lo referente a los ordenamientos regionales, para 2004 existían un total de 82, de los cuales, solamente 19 contaban con decreto, 24 estaban en proceso de elaboración y 39 se encontraban técnicamente concluidos. Del total, 45 son subestatales, 23 estatales y 14 supraestatales (Figura 9.3, Mapa 9.2).

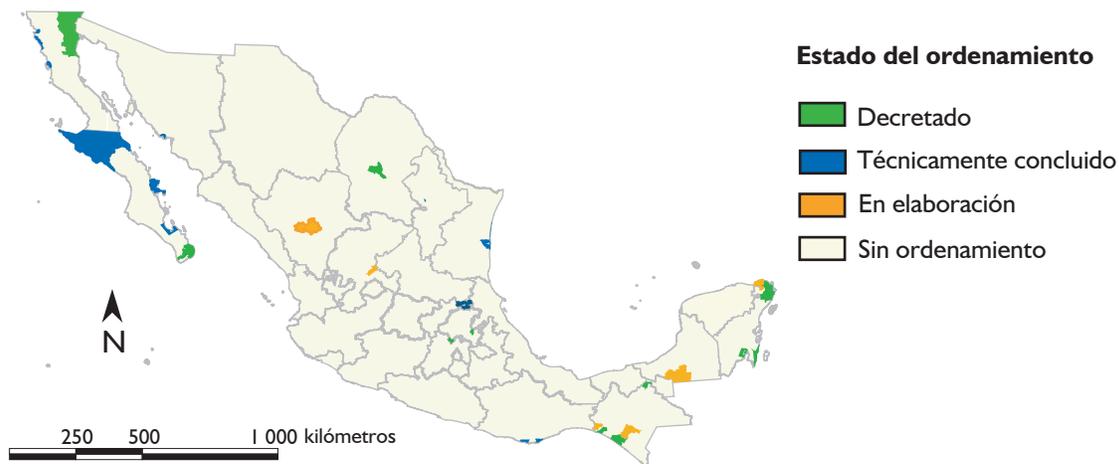
Con respecto a los ordenamientos marinos, actualmente sólo se cuenta con uno en proceso de elaboración, el correspondiente al Golfo de California. Este ordenamiento denominado Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (OEMGC), incluye a los ordenamientos ecológicos de la escalera náutica y mar de Cortés

Fig. 9.2 Ordenamientos ecológicos locales en los cuales participan varios sectores, 2004



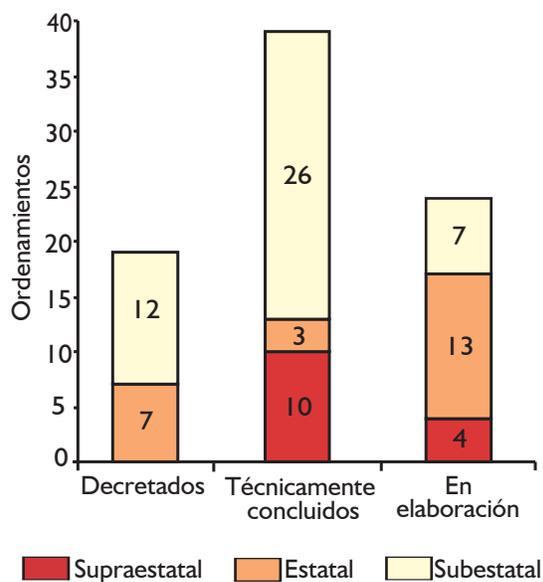
Fuente: Semarnat. Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental. Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. México. 2004.

Mapa 9.1 Ordenamientos ecológicos locales, 2004



Fuente: Semarnat. Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental. Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. México. 2004.

Figura 9.3 Ordenamientos ecológicos regionales según su grado de avance y número de estados que abarcan, 2004



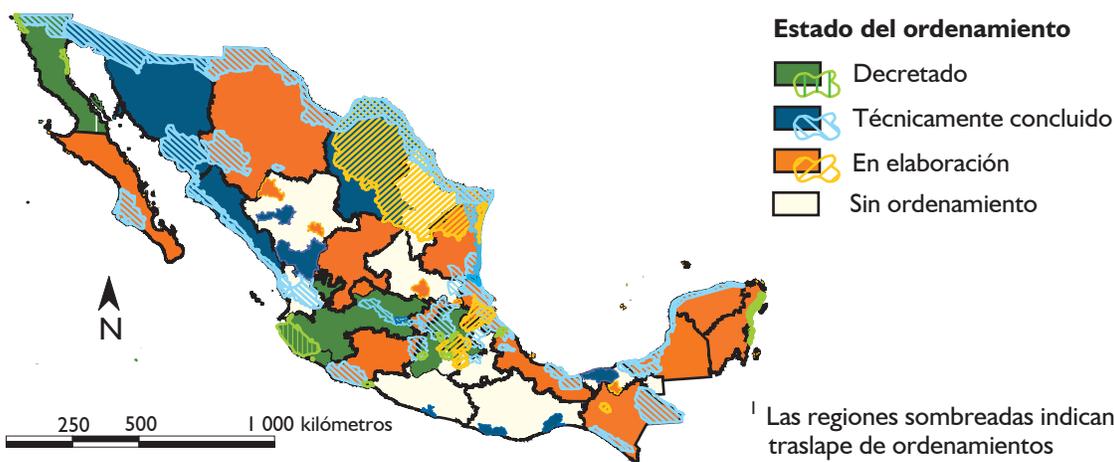
Nota: Un ordenamiento subestatal comprende parte de una entidad, el estatal la abarca en su totalidad, y el supraestatal comprende más de un estado.

Fuente: Semarnat. Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental. Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. México. 2004.

que se habían iniciado hace unos años. En junio del 2004 fue suscrito su convenio de coordinación a través del cual, el Gobierno Federal, representado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), invitó a los Gobiernos de Baja California, Baja California Sur, Nayarit, Sinaloa, Sonora y a las Secretarías de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (Sagarpa), de Comunicaciones y Transportes (SCT), de Turismo (Sectur), de Gobernación (Segob) y de Marina (Semar) para participar en un proceso de planeación regional que promueve el desarrollo sustentable de la zona del Golfo de California.

El OEMGC tiene entre sus objetivos más importantes el de inducir el desarrollo de las principales actividades humanas de la zona, tales como la pesca y el turismo hacia las zonas de mayor aptitud y menor impacto ambiental. Asimismo, busca la institución de un espacio regional de negociación y toma de decisiones plurales. Cabe señalar que el Golfo de California es a la vez uno de los ecosistemas marinos más productivos del mundo y un sitio con alta biodiversidad, encontrándose además en sus aguas dos especies muy importantes desde el punto de vista de la conservación: una especie de pez, la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) y el cetáceo conocido como vaquita marina (*Phocoena sinus*).

Mapa 9.1 Ordenamientos ecológicos regionales¹, 2004



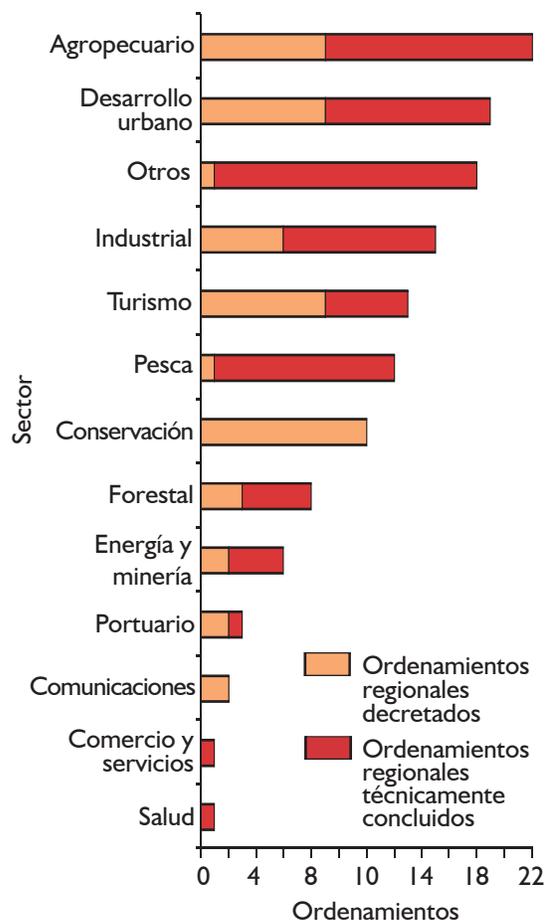
Fuente: Semarnat. Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental. Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. México. 2004.



Es importante mencionar que en los 17 estados costeros del país se ha implementado el Programa Especial de Aprovechamiento Sustentable de las Playas, la Zona Federal Marítimo-Terrestre y los Terrenos Ganados al Mar, mismos que servirán de gran apoyo para el ordenamiento ecológico. Las actividades de dicho programa están orientadas fundamentalmente a la delimitación cartográfica y a la descripción de las características de la zona costera, la regularización de los asentamientos humanos y de los terrenos ocupados por diferentes instancias del gobierno federal, la inspección y vigilancia en los terrenos ocupados por particulares (Recuadro D4 ZOFEMAT00 01).

Los sectores involucrados más frecuentemente en los ordenamientos ecológicos son aquellos que mayor impacto causan en el medio ambiente: la industria, el desarrollo urbano, la agricultura y la ganadería, y menos frecuente lo relacionado con la conservación de los recursos naturales (Figura 9.4). No se observa una tendencia clara en el tiempo que muestre un incremento en el número de ordenamientos ecológicos decretados. A pesar de que en el periodo 2002-2005 se concretó el decreto de 16 ordenamientos ecológicos, este esfuerzo ha sido insuficiente si se considera que todavía hay 55 ordenamientos considerados como técnicamente concluidos y que requieren de su decreto para lograr una administración real y sustentable de los recursos naturales con los que cuentan las diversas entidades federativas (Figura 9.5). Cabe destacar que existe una gran cantidad de ordenamientos concluidos técnicamente desde hace ya cerca de una década pero que aún no se han concretado en los decretos correspondientes. En este sentido, será tarea de la Secretaría conocer las razones que motivan el retraso en el decreto de los ordenamientos, a fin de promover la aplicación de los proyectos que sean procedentes y, en su caso, el replanteamiento de los que deban adecuarse para concretar dicho decreto. En México, a pesar de que más de la mitad del territorio cuenta con un ordenamiento ecológico estatal técnicamente concluido, solamente siete estados cuentan con un ordenamiento ecológico estatal decretado que cubre la totalidad de su superficie. Para el caso del

Figura 9.4 Ordenamientos ecológicos regionales en los cuales participan diferentes sectores, 2004



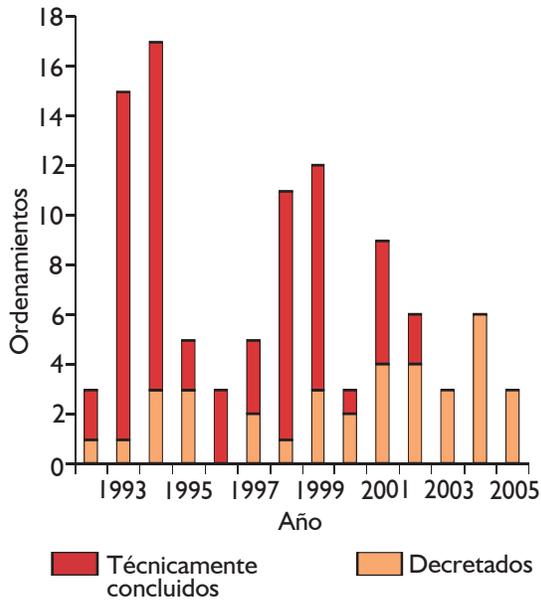
Fuente:
Semarnat. Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental.
Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. México. 2004.

Distrito Federal, se considera que el 100 por ciento del suelo de conservación, esto es el suelo que no es urbano, cuenta con un ordenamiento ecológico decretado (Mapa 9.3).

Evaluación de impacto ambiental

El impacto ambiental se define como cualquier modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o la naturaleza. Sin embargo, sólo las modificaciones originadas por las actividades humanas son sometidas a evaluación por parte del Estado mexicano. En este sentido, la evaluación

Figura 9.5 Ordenamientos ecológicos decretados o técnicamente concluidos por año, 1992-2005

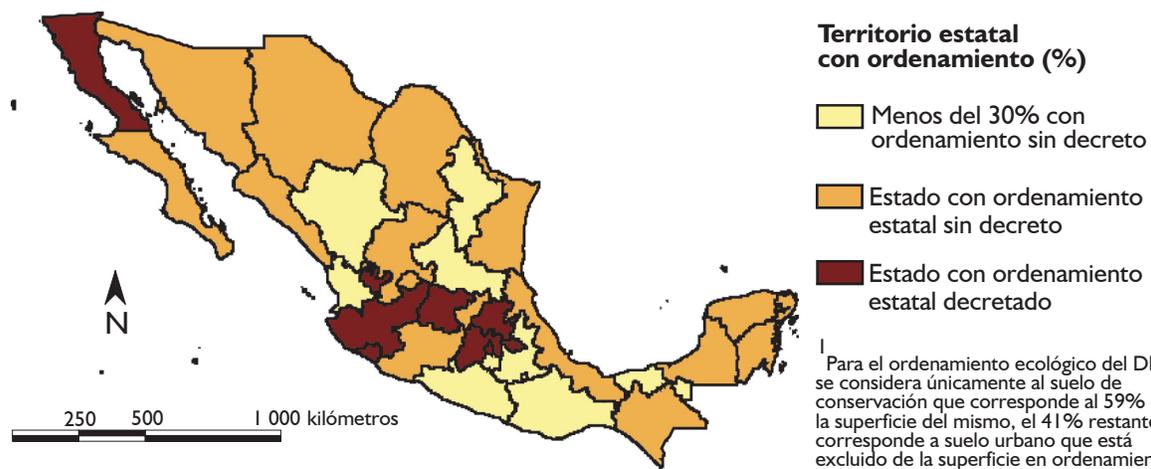


Fuente:
Semarnat. Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental. Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. México. 2005.

del impacto ambiental (EIA) es un instrumento de la política ambiental dirigido al análisis detallado de diversos proyectos de desarrollo y del sitio donde se pretenden realizar, con el propósito de identificar y cuantificar los impactos que su ejecución puede ocasionar al ambiente. Con esta evaluación es posible establecer la factibilidad ambiental de cualquier proyecto (mediante el análisis costo-beneficio ambiental) y determinar –en caso de que se requiera– las condiciones para su ejecución, así como las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, a fin de evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el medio y la salud humana.

El procedimiento de evaluación del impacto ambiental se inició en México en 1988 con la publicación en el Diario Oficial de la Federación de la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental. En el reglamento se establecieron tres modalidades para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental: general, intermedia y específica. Asimismo, se determinó qué tipo de proyectos deberían ser sometidos al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, junto con la forma precisa en que se debería

Mapa 9.3 Superficie estatal con ordenamientos ecológicos decretados,¹ 2004



Fuente:
Elaboración propia con datos de la Semarnat. Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental. Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. México. 2004.

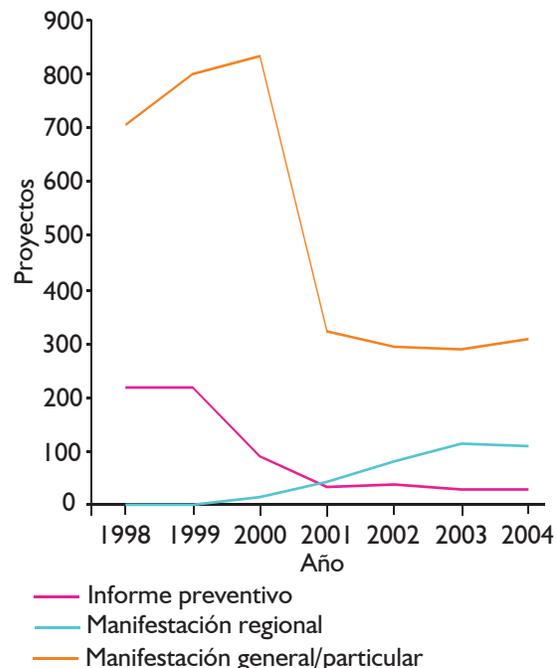


presentar la información contenida en ellos. El 30 de mayo de 2000 fueron publicadas las modificaciones al Reglamento en Materia de Impacto Ambiental, mismas que entraron en vigor el 29 de junio del mismo año. Una de las reformas más importantes fue el cambio de las modalidades general, intermedia y específica, por las de particular y regional.

En términos generales, las manifestaciones de impacto ambiental deben presentarse en la modalidad regional cuando se trata de proyectos que incluyan parques industriales, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras, vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas. También requieren esta modalidad de evaluación las obras que se pretendan desarrollar en zonas donde exista un programa de ordenamiento ecológico y en sitios donde se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento y/o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular. Para someter un proyecto a este procedimiento y obtener su autorización, el promovente (es decir, el promotor del proyecto) deberá entregar a la Semarnat un Informe Preventivo o una Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad que corresponda y que atienda el reglamento que su estado expide. En la Figura 9.6 se muestran los proyectos ingresados para la evaluación de impacto ambiental en cada modalidad durante el periodo 1998-2004. Es importante señalar que si el proyecto contempla actividades consideradas como altamente riesgosas, el estudio ambiental deberá acompañarse de un estudio de riesgo para su correspondiente evaluación y dictamen.

La Semarnat, con base en la información contenida en la EIA, emite la resolución correspondiente en la que puede negar o aprobar la autorización para la ejecución del proyecto, señalando, si lo considera necesario, las condiciones que se deberán cumplir para ello. En el reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental se especifican los tiempos límite para que la Semarnat, por medio de la Subsecretaría de Gestión para la Protección

Figura 9.6 Proyectos ingresados bajo el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental por modalidad, 1998-2004



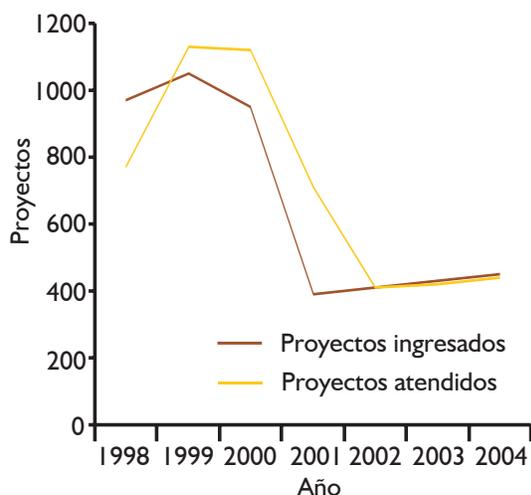
Fuente:

Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental. México. 2005.

Ambiental, evalúe el estudio a partir de su ingreso y hasta la emisión de su resolución.

Desde 1998, la Semarnat ha recibido una cantidad importante de estudios, misma que a partir del 2000 empezó a disminuir drásticamente; cayendo de más de mil proyectos en 1999 a cerca de 450 en el 2004 (Figura 9.7). Cabe señalar, sin embargo, que parte de esta disminución puede explicarse por el hecho de que a partir de mayo del 2000 se transfirió a las Delegaciones Federales de la Semarnat la atención de proyectos que hasta esa fecha se evaluaban en oficinas centrales de dicha Secretaría. Esta descentralización ha permitido que a partir de entonces se atienda y se de respuesta en el tiempo establecido en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el 100 por ciento de los proyectos ingresados, lo que ha hecho más eficiente el proceso.

Figura 9.7 Proyectos ingresados y atendidos bajo el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, 1998-2004



Nota: Los años en que se atienden más proyectos que los que ingresan, se debe a que se incluye el rezago de años anteriores. El hecho de que un proyecto sea reportado como atendido no implica que haya sido autorizado.

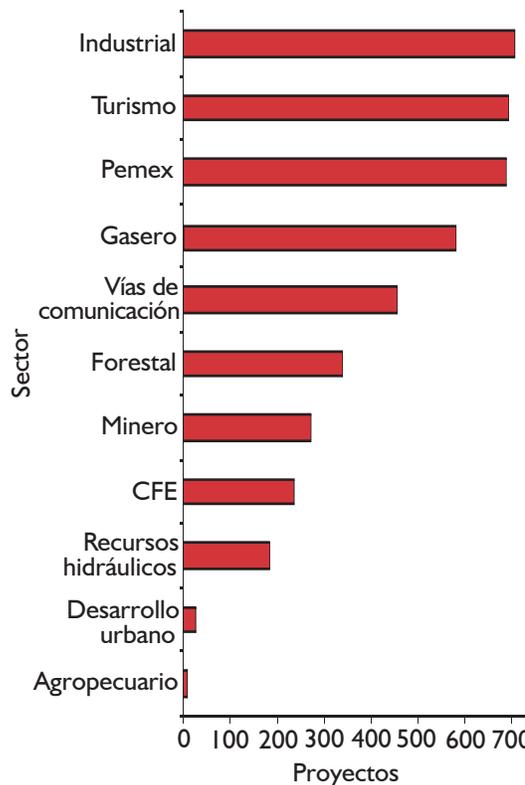
Fuente:

Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental. México. Marzo 2005.

Durante el periodo 2001-2004, la Semarnat recibió mil 684 proyectos (421 en promedio por año) y atendió mil 985 evaluaciones de impacto ambiental para su análisis y, en su caso, autorización (Figura 9.7) (Cuadro D4 IMPACTO00 02). La mayoría de ellos correspondieron a obras y actividades de servicios de los sectores industrial, turismo, petroquímico (Pemex) y gasero, con 695, 680, 675 y 582 proyectos ingresados respectivamente (Figura 9.8).

Los estados que en los últimos años han tenido el mayor número de proyectos ingresados al procedimiento de impacto ambiental son Quintana Roo, Veracruz y Estado de México; en contraste, Aguascalientes, Yucatán, Zacatecas, Querétaro, Tlaxcala y Morelos son algunos de los estados que tienen menor demanda de evaluación de proyectos (Mapa 9.4; Cuadro D4 IMPACTO00 01).

Figura 9.8 Proyectos ingresados bajo el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental por sector, 1998-2004



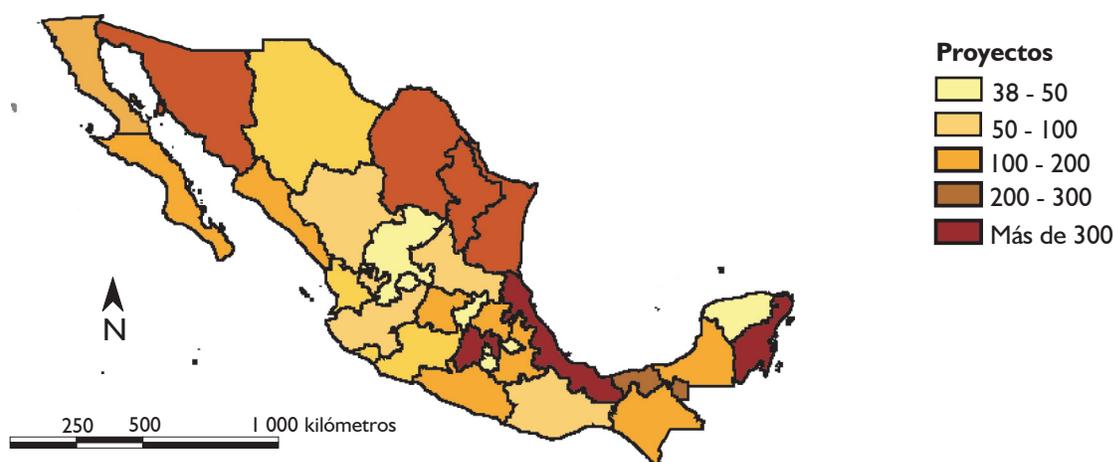
Fuente:

Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental. México. Marzo, 2005.

El Centro de Información y Gestión Ambiental (CIGA), el cual forma parte de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental de la Semarnat, atiende las necesidades de información generadas en los procesos de gestión para impacto y riesgo ambiental, manejo integral de contaminantes, zona federal marítimo-terrestre, ambientes costeros, vida silvestre y descentralización de servicios forestales y suelo. En su sitio de Internet se puede consultar el estado de cualquier estudio de impacto ambiental ingresando su clave, así como el proceso de cualquier trámite que se esté llevando en la Secretaría.

El tiempo promedio para generar una respuesta a una evaluación de impacto ambiental en su

Mapa 9.4 Proyectos ingresados al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental por entidad federativa, 1998-2004



Fuente: Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental. México. 2004.

modalidad particular era de 90 días en el año 2000, reduciéndose a 60 días para el año 2005. También se han notado reducciones importantes de tiempo en la respuesta para las manifestaciones de impacto ambiental modalidad regional y para los informes preventivos.

Evaluación del riesgo ambiental y bioseguridad

El riesgo se concibe como la probabilidad de que ocurra una situación que conduzca a una consecuencia negativa, no deseada. En este contexto, se pueden hablar de un sin número de tipos de riesgo a los que tanto el medio ambiente como el ser humano están expuestos. Si se considera únicamente el riesgo asociado a la contaminación del ambiente, nos encontramos ante dos tipos de situaciones: 1) el riesgo a contraer enfermedades o intoxicaciones como consecuencia de la exposición prolongada o crónica a sustancias contaminantes (p. e., en el aire que respiramos, el agua que bebemos o la carne y vegetales que consumimos) y 2) el riesgo a que suceda un evento catastrófico resultado del escape repentino de sustancias peligrosas para el medio y para la salud del ser humano (equivalente a una exposición aguda a un contaminante). A pesar de que

se tiene la preocupación del riesgo que corren tanto el ambiente como el ser humano, la evaluación de riesgos como instrumento de la política ambiental se enfoca a la segunda situación.

La Evaluación del Riesgo Ambiental (ERA) es un instrumento de política ambiental, analítico y de alcance preventivo, que permite integrar todo proyecto que realice actividades altamente riesgosas (AAR) al medio ambiente, de la manera más segura posible, garantizando la identificación y el control de los puntos de peligro, lo que permite generar un plan de acción ante situaciones adversas (liberación de sustancias peligrosas al medio ambiente afectando negativamente a la población, los ecosistemas y los bienes materiales).

La peligrosidad de un material se evalúa en función de sus características CRETIB (Corrosivas, Reactivas, Explosivas, Tóxicas, Inflamables y Biológico-Infeciosas). Al manejo de las sustancias peligrosas en una cantidad específica o cantidad de reporte se le llama actividad altamente riesgosa. Existen dos listados de AAR publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990 y del 4 de mayo de 1992, respectivamente. En estos listados se encuentran, además de todas las sustancias que

se sabe cuentan con alguna característica CRETIB, la cantidad de reporte (volumen o peso) a partir del cual el manejo de estas sustancias se convierte en una AAR. Todas las empresas o instituciones que practican alguna AAR deben realizar un estudio de riesgo ambiental.

La ERA busca proteger a la sociedad y al ambiente, anticipando la posibilidad de liberaciones accidentales de sustancias peligrosas en las instalaciones y evaluando su impacto potencial, de manera tal que éste pueda prevenirse o mitigarse a través de: a) reconocimiento de peligros, b) evaluación de riesgos y c) determinación de medidas apropiadas para la reducción de estos riesgos. Al presentarse la ERA, las autoridades que analizan el proyecto cuentan con la información suficiente para identificar e interpretar sus niveles de riesgo. Con base en esta información se establece la conveniencia o no de que el proyecto estudiado sea autorizado.

El Estudio de Riesgo está compuesto por dos fases. La primera consiste en un diagnóstico para identificar y jerarquizar los riesgos, mientras que la segunda fase, conocida como “análisis de consecuencias”, pretende cuantificar y estimar dichas consecuencias, utilizando frecuentemente modelos matemáticos de simulación. Dependiendo del tipo de AAR que se realice, de las condiciones en las que éstas se almacenan, así como del lugar en donde se lleven a cabo, existen diferentes niveles en los que se puede realizar y presentar un estudio de riesgo ([Cuadro D3 D RESIDUOP02 01](#)):

- Nivel 0: aplica a cualquier proyecto que maneje sustancias consideradas como peligrosas a través de ductos.
- Nivel 1 (Informe preliminar de riesgos): cualquier proyecto en el que se pretenda almacenar, filtrar o mezclar alguna sustancia considerada como peligrosa a presión atmosférica y temperatura ambiente.
- Nivel 2 (Análisis de riesgos): semejante al anterior, pero involucra el empleo de altas presiones o temperaturas, lo cual incrementa la probabilidad de accidentes.

- Nivel 3 (Análisis detallado de riesgos): se atribuye a cualquier proyecto que maneje una lista reducida de sustancias particularmente peligrosas, a complejos químicos o petroquímicos o que en sus procesos generen alguna sustancia o producto altamente tóxico.

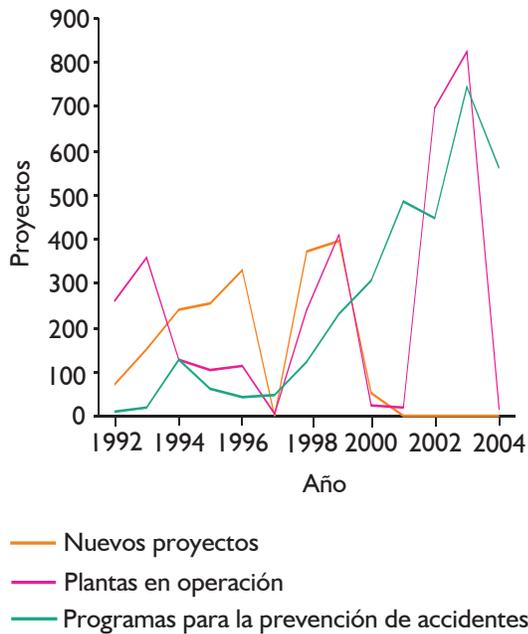
El estudio debe incluir información concerniente a la probabilidad de que ocurran accidentes por explosión, incendio, fuga o derrame que involucren materiales peligrosos; los posibles radios de afectación fuera de las instalaciones correspondientes; la severidad de la afectación en los distintos radios; las medidas de seguridad a implantar para prevenir que ocurran los accidentes; así como el Programa de Emergencia Interno en caso de que ocurra un accidente (incluidas en el Programa para la Prevención de Accidentes (PPA)). A partir de dicha evaluación, las secretarías de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobernación, Energía, Economía, Salud y del Trabajo y Previsión Social, valoran tanto el riesgo como la idoneidad de los programas propuestos para la prevención de accidentes.

En los últimos años ha habido un incremento notable en la evaluación del riesgo ambiental. Durante el periodo comprendido entre mediados de los años noventa y el año 2004 se observó un aumento continuo en los Programas de Prevención de Accidentes: para el año 2004 se tenían 561 programas, trece veces más que los 43 que se tenían en 1996 (Figura 9.9, [Cuadro D3 RESIDUOP02 02](#)).

La creciente presentación de proyectos relativos a estos temas ha significado una mayor presión sobre las instancias de evaluación de la Semarnat, elevándose considerablemente el número de dictámenes que tiene que resolver cada dictaminador. Con respecto a los estudios de riesgo se incrementó de 45 dictámenes por dictaminador en el 2002 a 74 en el 2004, y para el caso de los PPA se incrementó de 61 a 93 en el mismo periodo (Figura 9.10, [Cuadro D3 RESIDUOP02 01](#)).

A pesar de los grandes avances en el tema, en el 2004 en México se presentaron un total de 503

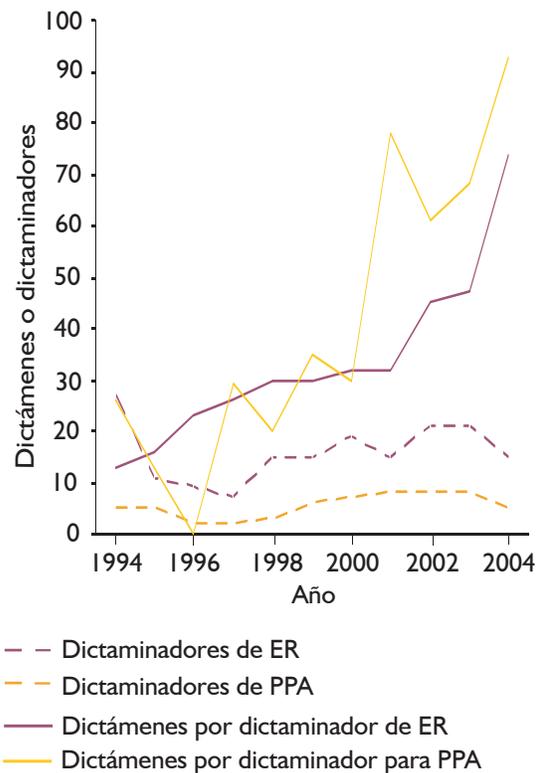
Figura 9.9 Estudios de riesgo ambiental según tipo, 1992-2004



Fuente:
Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2005.

emergencias ambientales, es decir, accidentes que involucraron sustancias peligrosas (véase el capítulo 8 de **Residuos**), cantidad que se ha mantenido en promedio constante. Durante el periodo 2000-2004, el promedio fue de 514 emergencias ambientales. Un porcentaje importante ocurrió en los ductos localizados en los estados petroleros del Golfo de México, tales como Veracruz, Tabasco y Campeche (Mapa 9.5), lo que pone de manifiesto la magnitud del aporte de la industria petrolera al total de las emergencias ambientales del país. Pemex, en el año 2002, reportó 249 emergencias ambientales, en las cuales se derramaron y fugaron 143 mil 421 barriles de hidrocarburo en zonas continentales, lo que representa 80 emergencias menos con respecto a las reportadas para el año 2000. Otros estados con una alta incidencia de emergencias son aquellos con una gran actividad industrial, como el Estado de México, Guanajuato, Puebla y Nuevo León.

Figura 9.10 Dictámenes y dictaminadores de Estudios de Riesgo (ER) y Programas para la Prevención de Accidentes (PPA), 1994-2004



Fuente:
Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. México. 2005.

Otra fuente de riesgos potenciales para el ambiente y la salud humana procede de la industria biotecnológica. A partir de los avances recientes en la genética han surgido los llamados organismos genéticamente modificados (OGM), también conocidos como organismos transgénicos, a los cuales se les han incorporado en su genoma otros genes procedentes de otras especies (e.g., plantas o bacterias), los cuales les confieren características deseables como son la maduración lenta de los frutos o la resistencia a plagas o herbicidas (**Recuadro D4 RBIOSEG00 04**). Los OGM pueden representar riesgos debido a que existe la posibilidad de que esos genes se transfieran a otros organismos en los ecosistemas, lo que podría alterar sus interacciones con otros organismos y el medio, pudiendo

Mapa 9.5 Emergencias ambientales por entidad federativa, 2001-2004



ocasionar desplazamientos e incluso extinciones locales, disminuyendo así la biodiversidad existente en un sitio y la calidad de los servicios ambientales que brinda. Por otro lado, no todos los transgénicos están autorizados para el consumo humano, por lo que un mal manejo de los mismos podría ocasionar que productos cuyos efectos sobre la salud no son del todo conocidos fueran consumidos por la población.

Como respuesta a esta problemática y en cumplimiento del Protocolo de Cartagena (firmado en Canadá en el 2000 –después de cinco años de sendas negociaciones– con el propósito de contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la transferencia, manipulación y la utilización segura de los OGM vivos) se elaboró la Ley de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM), la cual entró en vigor el 2 de mayo del 2005. En esta ley se especifica que para realizar cualquier tipo de liberación de estos organismos al medio ambiente es obligatorio contar con un permiso que otorgará la autoridad competente, así como la realización de un Estudio de Riesgo amplio. Esta ley designa a la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (Cibiogem), como la

instancia encargada de coordinar las políticas de la administración pública federal mexicana relativas a la bioseguridad y a la producción, importación, exportación, movilización, propagación, consumo y, en general, al uso y aprovechamiento de los OGM, así como sus productos y subproductos.

En México se han evaluado y autorizado para consumo humano los productos derivados de 6 especies vegetales (algodón, papa, jitomate, canola, soya y maíz) obtenidos a partir de OGM, las cuales en su mayoría han sido modificadas a fin de conferirles mayor resistencia a plagas y tolerancia a herbicidas (Recuadro D4 RBIOSEG00 04). Para el año 2003 se habían autorizado ensayos con organismos transgénicos en cerca de 36 mil 500 hectáreas, principalmente a la compañía estadounidense Monsanto. Esta compañía utiliza el 99 por ciento de la superficie autorizada para realizar dichos estudios (Figura 9.11, Cuadro D4 BIOSEG00 03). La gran mayoría de los ensayos han sido efectuados con variedades de algodón, aunque también se han ensayado variedades de soya y la bacteria *Rhizobium etli* (Figura 9.12, Cuadro D4 BIOSEG00 02). El organismo encargado de evaluar las solicitudes para estos ensayos es el Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Alimentaria (Senasica), que depende de

Los organismos genéticamente modificados y sus riesgos al ambiente

La modificación genética producto de la selección convencional involucra experimentar con la variabilidad genética ya existente en las variedades o razas de una especie, o entre unas cuantas especies emparentadas entre sí, o, aunque más raro, entre especies de géneros hermanos. Cuando la variabilidad genética dentro del germoplasma del cultivo no permite seleccionar determinados atributos, los productores han recurrido a métodos como la irradiación (de neutrones, rayos X o gamma) o al uso de compuestos químicos mutagénicos para crear nuevas variantes y seleccionar rasgos de interés. En las últimas tres décadas, investigadores en biotecnología han descubierto y desarrollado técnicas para intercambiar fragmentos de ADN entre plantas, animales, bacterias y otros organismos. La llamada tecnología del ADN recombinante permite combinar fragmentos de la molécula de ADN de dos o más fuentes diferentes o de regiones diferentes del genoma. Esto abre la posibilidad de insertar genes que codifican características útiles de un organismo a otro rompiendo las barreras de la reproducción.

En principio, si un organismo tiene algún carácter deseable y se determina cuál es la región del ADN que lleva a cabo la codificación de dicho carácter, ésta puede ser transferida a otro organismo que no la tiene. Una planta o un animal que ha sido modificado recibiendo ADN de una fuente externa a su propio genoma, es llamado organismo transgénico u organismo genéticamente modificado (OGM). La transgénesis se puede llevar a cabo a nivel de células embrionarias y de células somáticas; se utiliza en la producción de fármacos, en terapia génica y en el desarrollo de plantas, microorganismos y animales transgénicos, para diversos usos en la agricultura y la industria. El número de productos modificados genéticamente está creciendo rápidamente. Las primeras investigaciones y aplicaciones de la biotecnología moderna, que surgen con

la capacidad de manipulación genética de los seres vivos, se encaminaron durante los años 80 fundamentalmente hacia el sector salud. La insulina humana es uno de los primeros productos transgénicos que se usan para el tratamiento de los enfermos de diabetes. En este caso los organismos receptores que se producen son bacterias transgénicas a las que se les inserta el gen humano que codifica para la insulina. Otros ejemplos en este campo corresponden a la producción de la hormona del crecimiento humano y a la heritropoyetina, una hormona que aumenta la producción de hematocitos.

La historia del desarrollo de la ingeniería genética en las plantas inicia en 1983 con las primeras modificaciones de células vegetales. En 1984 se producen las primeras plantas transgénicas y en 1986 se llevan a cabo las primeras pruebas de campo y se desarrollan plantas resistentes a algunos virus. En 1988 se desarrollan plantas resistentes a plagas (insectos) y tolerantes a herbicidas, en 1989 se trabaja en la maduración de los frutos y en 1990 hay más de 100 pruebas experimentales en el campo. En 1995 se obtienen los primeros productos comerciales.

De manera simplificada, la producción de una planta transgénica involucra cuatro pasos básicos: primero, se aísla el gen que codifica la información genética para producir una proteína particular; en el caso de las plantas resistentes a insectos se trata de un gen que produce una proteína que es tóxica para algunos insectos. En segundo lugar se cortan y pegan –mediante el uso de enzimas de restricción y ligasas– los fragmentos de ADN del gen seleccionado con un gen marcador.

Los marcadores que comúnmente se utilizan les confieren resistencia a las células a algún antibiótico o herbicida. Estas moléculas se insertan a las células del organismo receptor, mediante métodos físicos o biológicos. Un tercer paso lo constituye la identificación

Los organismos genéticamente modificados y sus riesgos al ambiente

de las células que han recibido los genes mediante su exposición a un antibiótico y su selección. Por último, se induce el desarrollo de las células modificadas para que crezcan en una planta completa. Estas plantas y sus semillas producirán el gen de la resistencia. La ingeniería genética ha desarrollado mecanismos para modificar no sólo el genoma de microorganismos y plantas sino también el de los animales. Esto se hace mediante manipulación genética in vitro. Los primeros experimentos exitosos de transgénesis en animales fueron en ratones a los que se les había insertado el gen que produce la hormona del crecimiento de ratas en 1982. Existen en la actualidad diferentes mecanismos para crear animales transgénicos. Esta tecnología ha permitido el estudio de las funciones de los genes y la producción de proteínas con fines farmacéuticos. Entre algunos de los vertebrados que han sido genéticamente modificados se encuentran cerdos, vacas, borregos, pollos y varios peces como la trucha, el salmón y la tilapia. Aunque se tienen importantes usos potenciales para los animales transgénicos, aún existen aún muchas limitaciones para su uso.

Los Organismos genéticamente modificados en el ambiente

Se ha detectado una serie de riesgos potenciales al ambiente asociados con la liberación al campo de los organismos genéticamente modificados (OGM) y con la transferencia de los transgenes. Estos riesgos se pueden explorar a nivel genómico, de individuos y poblaciones y de ecosistemas. Además, se deben considerar efectos a corto, mediano y largo plazo.

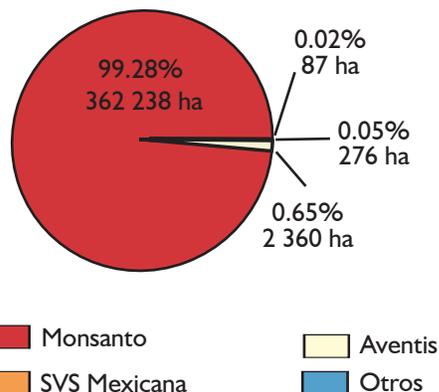
La introducción de las construcciones transgénicas puede ocurrir de dos maneras: por transferencia vertical hacia variedades criollas o a parientes silvestres cercanos, y por transferencia horizontal a otros

organismos como virus y bacterias. Los riesgos asociados con estos procesos, así como las probabilidades de que ocurran, varían en función de distintos factores. Una preocupación relacionada con la introducción de los transgenes a variedades criollas es la erosión que potencialmente puede sufrir la biodiversidad del germoplasma del cultivo. Esto ya ha ocurrido con la introducción de variedades mejoradas por métodos convencionales. La introducción de los transgenes en las variedades criollas sólo disminuiría la diversidad genética del cultivo si la presión de selección a favor de las plantas transgénicas fuera muy intensa. Una vez que la hibridación ha ocurrido, el impacto en el ambiente va a depender del transgén en cuestión y de su expresión en un nuevo contexto genético. Otros de los riesgos que se han asociado con los organismos genéticamente modificados es que puedan causarle daño a insectos benéficos o a especies que no se intenta controlar, y con esto disminuir la biodiversidad y alterar en diferente medida las comunidades bióticas y los ciclos biológicos.

Por lo anterior, el uso de los organismos transgénicos debe hacerse con una seria evaluación de los riesgos que puedan representar para el medio ambiente, la biodiversidad y la salud humana. Esta evaluación de riesgo debe basarse en la mejor información científica posible y en los principios de caso por caso; es decir considerar el trinomio organismo receptor de la modificación, la modificación genética y el ambiente en donde se pretende llevar a cabo la liberación del transgénico; además en el principio precautorio.

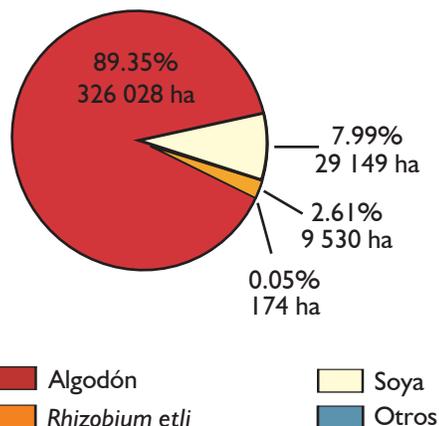
Fuente: Ortiz, S. y E. Ezcurrea. Los organismos genéticamente modificados y el medio ambiente. *Gaceta Ecológica* 60: 83 -92. 2001.

Figura 9.11 Superficies sobre las que se han registrado ensayos con organismos genéticamente modificados, según compañía responsable



Fuente:
Cibiogem. México. 2005.

Figura 9.12 Superficies sobre las que se han realizado ensayos con organismos genéticamente modificados, según organismo transgénico



Fuente:
Cibiogem. México. 2005.

la Sagarpa, cuya labor se ha venido intensificando, atendiendo a un mayor número de solicitudes (Cuadro D4 BIOSEG00 01). A partir de la entrada en vigor de la Ley de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados, para que la Sagarpa otorgue un permiso de liberación al ambiente se requiere de un dictamen favorable por parte de la Semarnat.

En octubre de 2003 fue inaugurado en su primera etapa el Laboratorio de Genómica y Análisis Molecular en el Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (Cenica) del Instituto Nacional de Ecología (INE), el cual cuenta con los equipos y el diseño de procedimientos propios para detectar los marcadores de uso más común en la construcción de transgénicos, lo que representa un apoyo para el desarrollo de proyectos de investigación, cuyos resultados son fundamentales para la toma de decisiones en materia de bioseguridad y de los riesgos potenciales causados

por la liberación al ambiente de los OGM (ver cuadro *Los organismos genéticamente modificados y sus riesgos al ambiente*)

Esta publicación consta de 3 000 ejemplares
y se terminó de imprimir en Diciembre de 2005
en
Impreta

