

Salvaguardando parientes silvestres de especies cultivadas

CONABIO. Dirección General de Análisis y Prioridades

Metas de Aichi



ODS



Introducción

Durante la COP13 llevada a cabo en Cancún, México, en diciembre de 2016, el Secretariado del Convenio sobre la Diversidad Biológica lanzó la iniciativa Coaliciones de Cancún para una implementación mejorada. A través de ésta se propone la suma de esfuerzos para el cumplimiento del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y sus Metas de Aichi. Como parte de esta iniciativa y específicamente para el cumplimiento de la Meta de Aichi 13, se anunció la conformación de la coalición de países centros de origen para la alimentación y la agricultura encabezada por México y Perú.

Mesoamérica ha aportado al mundo varios de los alimentos que hoy conforman parte de la dieta de muchos países y de productos comercializados ampliamente. Entre esos productos se encuentra el maíz, el chile, el aguacate, el cacao y la vainilla. Mesoamérica, al ser centro de origen y diversidad, alberga un gran número de parientes silvestres de los cultivos que fueron domesticados y cultivados en esta región.

Los parientes silvestres de cultivos (psc) corresponden a aquellos organismos cuyo acervo genético es muy cercano a las especies que están domesticadas o en proceso de serlo (CONABIO 2018). Además de su importancia como fuente de alimento, forraje y uso ornamental a escala local, los psc representan una fuente de diversidad genética para el mejoramiento de los cultivos modernos. Por este motivo son importantes para la seguridad alimentaria de la humanidad.

México, Guatemala y El Salvador junto con la UICN y la Universidad de Birmingham

colaboran desde 2016 en el proyecto Salvaguardando parientes silvestres de cultivos mesoamericanos.¹ Éste es financiado por la iniciativa Darwin del Reino Unido (DEFRA 2018), y tiene la finalidad de contribuir a la conservación de los parientes silvestres de cultivos mesoamericanos. En este proyecto, además, participan instituciones gubernamentales, universidades y organizaciones de la sociedad civil con el fin de guiar los esfuerzos de conservación *in situ* y *ex situ* de la diversidad de parientes silvestres en esta región. Sus resultados contribuirán a los aportes de México y de la región al cumplimiento de la Meta de Aichi 13i, la implementación del protocolo de Nagoya y los ODS.

Acciones emprendidas

El proyecto inició sus actividades en octubre de 2016 bajo el liderazgo de la CONABIO y la UICN, y concluirá en 2019. Durante el tiempo de ejecución se han realizado cuatro talleres en México,

¹ Información disponible en: <http://www.psmesoamerica.org/en/>

un taller en Guatemala y otro en El Salvador. Próximamente, se llevará a cabo la etapa de recolecta de germoplasma en campo en sitios determinados por análisis multicriterio y validados por los expertos durante los talleres en los tres países. A continuación, se describen brevemente las actividades realizadas y los principales resultados de cada una de ellas.

Talleres de expertos

Taller de inicio del proyecto se realizó en la Ciudad de México el 13 y 14 de octubre de 2016. Durante esta actividad, además de la presentación del proyecto, se definieron los criterios para la priorización de especies que serían incluidas dentro de su ejecución. Como resultado de esta priorización se seleccionaron 251 taxa pertenecientes a 17 géneros.

Reunión para determinar el riesgo de extinción de los 251 taxa seleccionados (13 al 17 de febrero de 2017, en Cuernavaca, México). Este ejercicio se basó en las categorías y criterios de la Lista Roja de la uicn. Como resultado, 75 de los taxa fueron preliminarmente categorizados como amenazados seis en peligro crítico (CR), 48 en peligro (EN) y 21 como vulnerables (VU), 11 casi amenazados (NT), 131 de preocupación menor (LC) y 34 bajo la categoría de datos insuficientes (DD). En el proceso de evaluación se generaron los mapas de distribución de cada especie y se recopiló información sobre su tendencia poblacional, ecología, principales amenazas, acciones de conservación y su uso.

Taller Planificación para la conservación de parientes silvestres de cultivos mesoamericanos (del 19 al 21 de junio de 2017 en la Ciudad de México). En éste se discutieron los criterios ambientales, sociales y biológicos que debían tenerse en cuenta para la identificación de áreas importantes para la conservación *in situ* y *ex situ* de la diversidad genética de parientes silvestres de cultivos de importancia mundial cuyo centro de origen y diversidad se encuentra en Mesoamérica.

Tres talleres de zonificación para guiar las estrategias para la conservación de parientes silvestres de cultivos mesoamericanos, éstos ocurrieron en cada uno de los países participantes (del 28 al 30 de mayo de 2018 en la Ciudad de México, México; del 4 al 5 de julio en Antigua, Guatemala y del 9 al 11 de julio en San Salvador, El Salvador). En éstos se obtuvieron

insumos para: a) definir los sitios de interés para la recolección de material genético en cada uno de los países; b) identificar criterios adicionales que permitan mejorar la definición de áreas prioritarias para la conservación *in situ* de parientes silvestres; y c) proponer acciones que deben llevarse a cabo para la conservación *ex situ* e *in situ* de parientes silvestres de las especies cultivadas abordadas en el marco de este proyecto.

Identificación de áreas de interés para la recolección de psc y para su conservación *in situ*

Se generaron modelos de distribución potencial para más de 120 taxa a partir de los mapas de distribución generados en el taller de Lista Roja. Los modelos fueron validados por expertos.

Se desarrolló una nueva metodología para incorporar sustitutos de diversidad genética en análisis espaciales. Esta novedosa propuesta, realizada por el grupo de trabajo técnico en México, permite superar la limitada disponibilidad de datos genéticos con el fin de guiar esfuerzos de conservación *in situ* y *ex situ*. Actualmente, el grupo de trabajo se encuentra preparando las publicaciones en relación con las metodologías que han sido definidas y usadas a lo largo del desarrollo del proyecto.

Se realizó un análisis de zonificación, para el cual se hizo una aproximación de planeación sistemática de la conservación. Con éste se identificaron posibles áreas de recolecta y conservación de parientes silvestres relacionados a nueve cultivos de interés (maíz, aguacate, tomate, papa, vainilla, algodón, frijol, calabaza, chiles).

Recolecta de germoplasma de psc para conservar *ex situ*

Actualmente se definen las actividades de recolecta de germoplasma que se llevarán a cabo a finales del año 2018 e inicios de 2019 en cada uno de los países. La actividad estará bajo la coordinación del Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRC) en México, del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) en El Salvador y del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) en Guatemala.



Productos y la estrategia de comunicación del proyecto

Está en proceso de desarrollo una serie de productos de divulgación. Éstos incluyen un poster, un video y una página web. El objetivo es comunicar al público general y tomadores de decisión en diferentes niveles, tanto los resultados del proyecto como la importancia de la conservación de los parientes silvestres para la agricultura.

Relevancia y conclusiones

Los resultados de este trabajo contribuirán a guiar los esfuerzos de conservación y manejo de los PSC de Mesoamérica, con base en el conocimiento generado a nivel tanto nacional como regional. Con esto se contribuye al logro de la Estrategia mundial para la conservación vegetal, los ODS y particularmente a la Meta de Aichi 13. Ésta última contempla el mantenimiento de la diversidad genética de las especies vegetales cultivadas para 2020.

El proyecto contribuye a la meta 13 a través de cuatro ejes principales: 1) resguardo

de germoplasma de parientes silvestres de cultivos mesoamericanos; 2) identificación de áreas importantes para la conservación *in situ* de PSC; 3) definición de estrategias para la conservación y uso sustentable de PSC; y 4) divulgación de la importancia de los PSC para la agricultura. Asimismo, los resultados de este trabajo ayudarán a definir acciones de investigación requeridas para cubrir los vacíos de información existentes en la región. También serán un insumo para la generación de acciones de manejo apropiadas a nivel local y regional.

Referencias

- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2018. *Agrobiodiversidad*. En: <<https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/agrobiodiversidad.html>>, última consulta: agosto 2018.
- DEFRA. Department for Environment, Food & Rural Affairs. *The Darwin Initiative*. En: <<https://www.gov.uk/government/groups/the-darwin-initiative>>, última consulta: agosto 2018.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Determinación de los centros de origen y centros de diversidad genética del maíz en México: un instrumento regulatorio único para su protección

SEMARNAT. Dirección General del sector primario y recursos naturales renovables



Introducción

Boege (2009) indicó que se llama centro de origen a aquellas regiones del planeta en donde ocurrió la domesticación de las plantas silvestres que conforman los sistemas alimentarios de los distintos pueblos. Enlistó también aquellas características que debe cumplir una zona geográfica para ser considerada centro de origen y de diversificación genética de algún cultivo, y en especial del maíz:

1. Son áreas con una larga historia agrícola, ya que el grado de diversidad de las especies domesticadas está en directa concordancia con las regiones en donde se ha cultivado durante mayor tiempo.
2. Se caracterizan por estar delimitadas por barreras naturales, orográficas, de vegetación y climáticas, y por la concentración de variedades de la misma especie o de especies afines.
3. Hay una gran diversidad de seres vivos en los múltiples ecosistemas, topografía, suelos y climas.
4. Presencia ininterrumpida de agricultores nativos que por centurias o milenios han cultivado, transformado, domesticado, diversificado y dispersado estas especies, que van satisfaciendo necesidades culturales, por ejemplo, culinarias y rituales, en especial en pueblos indígenas.
5. La domesticación no sólo se refiere al momento en que se inició la diferenciación de los cultivos de sus pares silvestres, sino también al proceso evolutivo, una especie de coevolución entre estas plantas y los pueblos indígenas y campesinos que siguen cultivando y seleccionando las semillas y cultivares.
6. El carácter de la diversificación en los procesos de coevolución cuenta, a veces con los pares silvestres. De tal manera que, existe flujo genético entre ambos lados, aunque la diversificación se presenta también en áreas donde no existen los parientes silvestres.
7. Vavilov introdujo el concepto de diversificación en los centros de origen, porque observó que en espacios relativamente pequeños había grandes variaciones de las especies afines tanto de las silvestres como de las domesticadas.
8. Así, todo México tiene en sus distintas regiones una elevada diversidad de maíces con un origen común.
9. La constante selección y adaptación de las plantas domesticadas al medio ambiente

y las preferencias culturales han generado variedades adaptadas al trópico húmedo y semi-húmedo, resistentes a vientos intensos, a semidesiertos y alturas con clima templado de hasta 3 300 msnm.

10. Las comunidades campesinas y los pueblos indígenas que han permanecido en sus territorios durante largo tiempo mantienen líneas genéticas originales de las plantas domesticadas. Una de las características más importantes de los centros de origen: la de ser a la vez centros de domesticación, de evolución y de diversificación genética.

Reconociendo la importancia de estas áreas para la conservación de la agrobiodiversidad y los procesos humanos que la mantienen, en la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM; Congreso de la Unión 2005), se incluyó una disposición que mandata a la SEMARNAT y a la SADER a promover el desarrollo de un Acuerdo Intersecretarial. Éste debe definir las especies nativas de México, las áreas en las que se distribuyen y las acciones de protección pertinentes para lograrlo.

El título cuarto de la LBOGM habla sobre las zonas restringidas, su capítulo primero trata sobre los centros de origen y diversidad genética. En este capítulo se encuentra el artículo 86 de la ley. Éste indica que, para llevar a cabo la determinación de centros de origen y diversidad genética, las dos secretarías deben consultar los archivos o bases de datos del INEGI, el INIFAP, el INECC, y la CONABIO. También deben consultar la información de acuerdos o tratados internacionales relativos a la materia.

Por su parte, el artículo 87, también parte del capítulo primero, indica dos criterios que deben considerarse para llevar a cabo la determinación. Uno es considerar las regiones que actualmente albergan poblaciones de los parientes silvestres, incluyendo las razas o variedades del mismo, es decir, los reservorios genéticos de los cultivos. El otro criterio es que, en el caso de cultivos, se deben también tomar en cuenta aquellas áreas de domesticación, siempre y cuando sean centros de diversidad genética.

Por su parte, el artículo 49 del Reglamento de la LBOGM indica el contenido de los acuerdos. Éstos deben presentar el listado de especies, incluyendo su nombre científico y común;

la clasificación taxonómica de dichas especies; las poligonales de las áreas determinadas y las medias necesarias para la protección de las especies.


Estos acuerdos sobre la determinación de los centros de origen y diversidad genética son relevantes para la biodiversidad mexicana y tienen su culminación en el propio artículo 88 de la misma LBOGM. Éste mandata que en los centros de origen y de diversidad genética de especies animales y vegetales sólo se permitirá la realización de liberaciones de OGM cuando se trate de aquellos distintos a las especies nativas y siempre que su liberación no cause una afectación negativa a la salud humana o a la diversidad biológica.

De esta forma, las áreas determinadas como centros de origen y de diversidad genética funcionan como áreas de reserva genética (similares a áreas protegidas). El espíritu de la ley es mantenerlas como zonas en las que las especies amparadas por dicha protección, así como los procesos humanos que los mantienen en diversificación constante, se conserven al disminuir los factores de presión. En especial, de factores como la liberación, dispersión, entrecruzamiento y fijación de OGM en las poblaciones de las especies compatibles.

Acciones emprendidas

A fin de atender lo mandatado en la LBOGM, fue necesario que las secretarías compilaran la mayor cantidad de información disponible y actual. Ésta debía reflejarse en un mapa incluyendo los criterios de la misma ley. En este marco se desarrolló el proyecto Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces nativos y sus parientes silvestres en México (2006-2011; CONABIO 2019). A partir de la información generada en éste se trabajaron diversas metodologías de determinación, con fondos de la SEMARNAT, SAGARPA (ahora SADER) y CIBIOGEM.

Se definió que la reserva genética, en este caso de maíz, tal como lo indica la ley, es sinónimo de acervo genético o *genepool*. Este concepto implica la suma total de genes, con todas sus variaciones, de una especie en particular, en un momento específico, siendo estos genes importantes para que las especies se adapten a entornos cambiantes o para que



los mejoradores los empleen como fuente de características interesantes (CropWildRelatives 2019). Así, también hay especies que al estar emparentadas con los cultivos (parientes silvestres), pueden seguir intercambiando genes con los cultivos domesticados y constituyen acervos genéticos primarios, secundarios, terciarios e incluso cuaternarios.

Teniendo esta base técnica definida, se identificaron como especies a proteger, todas las razas nativas de maíz que han sido documentadas con presencia en México, sus parientes silvestres del género *Zea*, correspondientes a las cuatro especies y sus respectivas razas de teocintles y las 12 especies del género *Tripsacum* (incluyendo las variedades cuando aplica) que se distribuyen en México. Se enlistaron todas éstas por constituir la reserva genética completa del maíz en sus distintos acervos.

En virtud de que la LBOGM, en su artículo 2º fracción xi indica que México es centro de origen del maíz, los esfuerzos metodológicos se centraron en definir las áreas de diversidad. La delimitación geográfica de los centros actuales de diversidad genética de maíces nativos y sus parientes silvestres en México fue realizada mediante polígonos que contienen a la mayoría de las poblaciones de las especies definidas. Para ello, se trabajó con una base de datos georreferida de colectas de maíz realizadas de 1991 en adelante. Para la distribución actual de los teocintles, se consideró a todas sus poblaciones conocidas y a regiones donde se prevé su presencia. Para la distribución actual de las especies de *Tripsacum*, se consideró a las colectas realizadas después de 1970, toda esta información se consideró actual.

Las zonas agrícolas de México fueron definidas tomando en cuenta información basada en el INEGI (2009), también se consideró la presencia de cultivos de maíz de acuerdo con puntos de verificación de uso del suelo. Las observaciones del INEGI no distinguen razas de maíz, por no documentarse en su base de datos. Sin embargo, éstas fueron consideradas parte del continuo del cultivo en el país, al ser el maíz la plantación más importante de la nación.

A nivel de sistemas de información geográfica se generó una malla de celdas de cuatro minutos de lado, cuyas coordenadas extremas son 33° N, 118° O y 14°S, 85° O. Estas celdas tienen en promedio siete por siete kilómetros de

lado y una superficie cercana a las 5 000 ha. Esta malla fue superpuesta a los datos de distribución de las colectas de maíces nativos y de sus parientes silvestres, el uso del suelo agrícola y la presencia de cultivos de maíz.

El conjunto de celdas, que representan las áreas que contienen a los agroecosistemas en los que se encuentra la principal reserva genética de los maíces nativos y sus parientes silvestres en México, fue seleccionado con base en los siguientes criterios básicos:

- Maíz observado: celdas con presencia de maíz nativo o con presencia de cultivo de maíz y agricultura de temporal y humedad.
- Maíz previsto: celdas ubicadas a una o dos celdas de distancia a celdas con maíz observado, siempre y cuando hubiera presencia de agricultura de temporal.
- Vías de comunicación terrestre que unen áreas con maíz observado y previsto: celdas que presentan carreteras o terracerías y que unen celdas de maíz observado o previsto separadas por una celda de distancia.
- Especies de teocintle observadas o previstas: celdas con poblaciones de teocintle observadas y aquellas con poblaciones previstas de acuerdo con modelos de distribución.
- Especies de *Tripsacum* observadas: celdas con presencia de alguna especie de *Tripsacum*.

Se emplearon también dos criterios adicionales. Para las zonas áridas se descartaron las zonas de riego y en las zonas poco muestreadas o accesibles, se consideraron las celdas con localidades con población indígena. Alrededor de las celdas seleccionadas con los criterios anteriores, se generaron polígonos suavizados que delimitan los centros de diversidad genética de maíces nativos y sus parientes silvestres en México.

Paralelo a la definición de las especies y las áreas a proteger, las secretarías definieron 16 medidas, éstas se dividieron en si estaban enfocadas a los maíces nativos o a sus parientes silvestres y por el tipo de acciones. Las medidas se agrupan en cuatro tipos: a) medidas sobre conocimiento, información y monitoreo; b) medidas para la protección y la conservación de la diversidad genética de los maíces nativos y sus parientes silvestres; c) medidas particulares para el caso de las poblaciones de los parientes silvestres del maíz; d) medidas sobre la

bioseguridad de maíces nativos y sus parientes silvestres.

La Ley Federal del Procedimiento Administrativo (Congreso de la Unión 1994) mandata que cualquier instrumento regulatorio que deba ser publicado en el Diario Oficial de la Federación, debe demostrar que los costos de su cumplimiento son menores que los beneficios que se generen por su publicación. En este caso se encuentra la determinación de los centros de origen y diversidad genética. Con este fin la SEMARNAT desarrolló la manifestación de impacto regulatorio del proyecto de acuerdo por el que se determinan los centros de origen y diversidad genética del maíz en territorio nacional (SAGARPA y SEMARNAT 2012). Ésta incluyó una valoración de los maíces nativos y el análisis costo-beneficio del instrumento regulatorio, que coadyuva a la Meta de Aichi 2.

El estudio de valoración de maíz en México se basó tanto en la importancia de éste dentro del país, como en la importancia como cultivo mundial, ejemplificando con el uso de Tuxpeño en China. Con el objetivo de mostrar el valor de los maíces nativos en México, se realizó una estimación monetaria basada en dos criterios principales: 1) el maíz de temporal y de autoconsumo; y 2) el precio sombra del estudio de Arslan y Taylor (2008).

Se seleccionó la producción de maíz de temporal y de autoconsumo, con la finalidad de acotar la posible producción de maíces nativos. Esto se hizo considerando que, para estas condiciones de producción, uno de los criterios de los campesinos para la selección, siembra y conservación de semillas, se vincula a las características culinarias y de la masa. Por lo anterior no se consideró la producción de riego.

Por otra parte, el precio sombra refleja el costo de oportunidad de producir o consumir un bien o servicio. Es decir, es el precio que tendría un bien en condiciones de competencia perfecta, incluyendo los costos sociales además de los privados. El precio sombra refleja cuánto los campesinos mexicanos están dispuestos a pagar, en este caso, a trabajar, para producir maíz con las características deseables para ellos, y que el maíz no posee por ser, por ejemplo, un maíz híbrido de características estables pero homogéneas.

La estimación del precio sombra fue realizada a partir de la propuesta de Arslan y Taylor (2008) y los parámetros fueron retomados para calcular el valor de la producción de temporal y de autoconsumo donde el maíz se cultiva empleando diversas razas de maíces nativos como semilla (cuadros 1 y 2). El trabajo de los campesinos es medido a través de cantidades de maíz.

Este cálculo permitió demostrar que el valor del maíz es de casi 20 veces más, que el valor de la comercialización de éste, únicamente como grano. Esto se debe a los diversos usos tradicionales que los pequeños agricultores que los conservan le dan (incluyendo los servicios ecosistémicos culturales, espirituales, entre otros). La valoración fue actualizada y publicada en CONABIO (2017).

El estudio anterior representa una herramienta que provee de elementos, para justificar técnica y jurídicamente la determinación de los centros de origen y diversidad genética, a las autoridades competentes. Así, la entonces Comisión Federal de Mejora Regulatoria (COFEMER), pudo emitir el dictamen total final que permitió la publicación de la manifestación en el Diario Oficial de la Federación.

Cuadro 1. Estimación del autoconsumo de maíz.

Criterios para la estimación	Año 2009	Autoconsumo	Posible autoconsumo de maíz grano en 2009
Maíz grano temporal	(a)	(b)	c= (a)*(b)
Producción agrícola nacional de maíz grano Ciclo: cíclicos y perennes 2009 Modalidad: Temporal (toneladas)	9 923 598	57.3%*	5 686 221
Valor de la producción (pesos mexicanos)	29 238 598	57.3%*	16 753 717

*57.3% es autoconsumo de maíz (Lazos y Chauvet 2011). Fuente: elaborado con datos de SIAP 2011, Banxico 2011.

Cuadro 2. Estimación del valor de producción (precio sombra) del maíz de temporal para autoconsumo.

Paso	Descripción	Sustituciones y valores	Información adicional
1	Ecuación de regresión del precio sombra (ecuación 11 de Arslan y Taylor (2008))	$p = \alpha + \beta p + \mu$	Donde: P es el precio sombra. alfa es el intercepto de la línea de regresión estimada. beta es cambio con respecto al precio. es el precio de mercado. es el término del error.
2	Precio sombra. Valores estimados de la regresión del paso 1, con datos de 2003.	$P = 52.95 + (2.62)(1.8) + u$	Arslan y Taylor (2008)
3	Precio del maíz de temporal de autoconsumo en 2009 (pesos mexicanos)	2.94637 2.95 aproximando	-
4	Producción de maíz de temporal, para autoconsumo (toneladas)	5 686 221	Con base en SAGARPA- SIAP y Lazos y Chauvet (2012).
5	Sustituyendo precio/kg en la ecuación del paso 2 para valores de 2009	$P = 52.95 + (2.62)(2.95) + u$	Considerando a beta
6	Precio sombra del 2009 (<i>Ceteris paribus</i>) con beta (pesos/kg)	60.68	Resolviendo (5)
7	Valor de la producción de maíz de temporal y autoconsumo en México en 2009 a precios sombra 2009 (pesos mexicanos)	345 034 204	Toneladas por precio sombra (7) = (4) por (6) por mil para una tonelada.
8	Inflación 2009-2011.	1.076355625	Para tener los precios al mismo año de emisión del Acuerdo en el DOF.
9	Valor de la Producción de maíz de temporal y autoconsumo en México a precios sombra, para 2011 (pesos mexicanos)	371 379 506.36	(9) = (7) multiplicado (8)
10	Precio medio del maíz (pesos/kg)	65.31	Requisito para el análisis de impacto regulatorio (CONAMER) $10 = (9) / (4)$

Fuente: elaborado por Saad Alvarado.

El ejercicio regulatorio de la determinación de centros de origen y de diversidad genética de maíz, permite valorar un recurso natural, que forma parte importante del capital natural del país y del mundo. La diversidad de maíces, específicamente de variedades locales en México, es una base potencial para la investigación y desarrollo de variedades de maíz en todo el mundo.

Finalmente, se publicó el 2 de noviembre del 2012 en el Diario Oficial de la Federación, el Acuerdo por el que se determinan centros de origen y centros de diversidad genética del maíz (SEMARNAT 2012). En éste se definieron las superficies consideradas en ocho estados del

norte del país: Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Sinaloa.

Relevancia y conclusiones

Existe suficiente información científica de alta calidad para determinar los centros de origen y de diversidad genética de diversas especies en el resto del país. Estos estudios han sido apoyados con recursos principalmente de la SEMARNAT.

Contar con un mapa que restrinja las actividades con OGM en esas zonas, coadyuva a incrementar la bioseguridad en México. Así, se

pueden proteger las especies domesticadas en México y sus parientes silvestres. Éstos son reservorios importantes de características relevantes para contender con escenarios complejos por el cambio climático.

La valoración económica de los recursos biológicos y genéticos mexicanos aporta información importante para la toma de decisiones en el ámbito regulatorio. También permite demostrar que los beneficios económicos, resultado de la conservación y uso sustentable de la biodiversidad, son mayores que los posibles costos en los que se pudiera incurrir por el cumplimiento de las regulaciones asociadas.

México ha avanzado en el cumplimiento de la Meta de Aichi 13, publicando un instrumento regulatorio, que tiene por objetivo la protección de las variedades de maíz y sus parientes silvestres y las áreas consideradas como centros de origen y de diversidad genética de las mismas. La valoración económica de dichas especies ha permitido demostrar que conservar la diversidad biológica, representa mayores beneficios que costos a la sociedad mexicana.

México es centro de origen y de diversidad genética de alrededor de 200 especies. Éstas deben ser protegidas en acuerdos similares al de maíz. Así se puede contribuir a cumplir la meta 13 y los ODS 2.5 y 15.6, que sugieren la conservación de la diversidad genética de especies cultivadas y la participación justa y equitativa de los beneficios derivados de los recursos genéticos, respectivamente.

Referencias

- Boege, E. 2009. Centros de origen, pueblos indígenas y diversificación del maíz. *Ciencias* 92(octubre-marzo):18-28.
- Banxico. Banco de México. 2011. *Principales índices mensuales del sistema de información económica*. En: <<http://www.banxico.org.mx/SielInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=8&accion=consultarCuadro&idCuadro=CP154&locale=es>>, última consulta: mayo 2011.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2017. *Ecosystems and agro-biodiversity across small and large-scale maize production systems*. TEEB Agriculture and Food/UNEP, Génova.
- . 2019. *Proyecto global de maíces nativos*. En: <<https://www.biodiversidad.gob.mx/genes/proyectoMaices.html>>, última consulta: enero 2019.
- Congreso de la Unión. 1994. *Ley Federal de Procedimiento Administrativo*. Publicada el 4 de agosto de 1994 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 18 de mayo de 2018.
- . 2005. *Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados*. Publicada el 18 de marzo de 2005 en el Diarios Oficial de la Federación. Texto vigente.
- CropWildRelatives, 2019. ¿Qué es un Acervo Genético? En: <<https://www.cwrdiversity.org/acerca-de/que-es-un-acervo-genetico/?lang=es>>, última consulta: enero de 2019.
- Lazos, E. y M. Chauvet. 2011. Análisis del Contexto Social y Biocultural de las Colectas de Maíces nativos en México Proyecto global de maíces nativos. Informe de Gestión. CONABIO, México.
- SAGARPA y SEMARNAT. Secretaría de Agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. *Manifestación de Impacto Regulatorio del Proyecto de Acuerdo por el que se Determinan los Centros de Origen y Diversidad Genética del Maíz en Territorio Nacional*. SAGARPA/SEMARNAT, México.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. *Acuerdo por el que se determinan Centros de Origen y Centros de Diversidad Genética del Maíz*. Publicado el 2 de noviembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. *Producción agrícola nacional producción agrícola nacional de maíz grano. ciclo: cíclicos y perennes. modalidad: temporal*. En: <http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do>, última consulta: 2011.
- Saad Alvarado, L. y A. Barrios. 2017. The value of maize landraces: a shadow price analysis to support decision making related to the protection of the centers of origin and genetic diversity of maize in Mexico. En: *Ecosystems and agro-biodiversity across small and large-scale maize production systems*. TEEB Agriculture and Food/UNEP, Génova, pp. 285-292.