



# Quema de residuos agrícolas en Sonora

## Expediente de hechos relativo a la petición SEM-16-001

Elaborado en conformidad con el artículo 15  
del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte



cec.org

Citar como:

CCA (2018), *Quema de residuos agrícolas en Sonora: expediente de hechos relativo a la petición SEM-16-001*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 84 pp.

El presente expediente de hechos fue elaborado por la Unidad de Peticiones Relativas a la Aplicación Efectiva de la Legislación Ambiental del Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. La información que contiene no necesariamente refleja los puntos de vista de la CCA o de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos o México.

Se permite la reproducción de este material sin previa autorización, siempre y cuando se haga con absoluta precisión, su uso no tenga fines comerciales y se cite debidamente la fuente, con el correspondiente crédito a la Comisión para la Cooperación Ambiental. La CCA apreciará que se le envíe una copia de toda publicación o material que utilice este trabajo como fuente.

A menos que se indique lo contrario, el presente documento está protegido mediante licencia de tipo “Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada”, de Creative Commons.



© Comisión para la Cooperación Ambiental, 2018

ISBN: 978-2-89700-252-7

Available in English – ISBN: 978-2-89700-251-0

Disponible en français – ISBN: 978-2-89700-253-4

Depósito legal: Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2018

Depósito legal: Library and Archives Canada, 2018

#### Particularidades de la publicación

*Tipo:* expediente de hechos

*Fecha:* septiembre de 2018

*Idioma original:* español

*Procedimientos de revisión y aseguramiento de calidad:*

*Revisión final de las Partes:* del 28 de febrero al 3 de mayo de 2018

Si desea más información sobre ésta y otras publicaciones de la CCA, diríjase a:



**Comisión para la Cooperación Ambiental**

393 rue St-Jacques Ouest, bureau 200  
Montreal (Quebec), Canadá, H2Y 1N9  
Tel.: 514.350.4300 fax: 514.350.4314  
info@cec.org / www.cec.org

# Quema de residuos agrícolas en Sonora

## Expediente de hechos relativo a la petición SEM-16-001





# Índice

<b>Resumen ejecutivo</b>	<b>3</b>
<b>1. Antecedentes de la petición</b>	<b>7</b>
<b>2. Alcance del expediente de hechos</b>	<b>9</b>
2.1 Legislación ambiental en cuestión	9
<b>3. Descripción del área de interés y del cultivo de espárrago</b>	<b>15</b>
3.1 Situación geográfica, clima, población y situación social de la región	15
3.2 La producción de espárrago en Sonora	19
3.3 Método de cultivo y cosecha del espárrago en Caborca	24
<b>4. Acciones emprendidas por México para la aplicación efectiva de los artículos 144, 146 y 172 del REEPMA en relación con la puesta en marcha de sistemas de medición de la calidad del aire y las medidas de acción correspondientes</b>	<b>33</b>
4.1 Emisiones de la quema de residuos del desvare de espárrago en Caborca	35
4.2 Acciones de aplicación del municipio de Caborca	41
<b>5. Acciones emprendidas por México para la aplicación efectiva del artículo 167 del REEPMA, respecto de la instrumentación de las medidas necesarias para prevenir y controlar contingencias por contaminación atmosférica</b>	<b>43</b>
<b>6. Acciones emprendidas por México para la aplicación de los artículos 169 y 151 del REEPMA, por cuanto a la emisión de los permisos correspondientes a la quema de residuos agrícolas y la prohibición de emitir contaminantes que rebasen los niveles máximos permisibles aplicables a la quema de residuos agrícolas</b>	<b>44</b>
6.1 Emisión de los permisos correspondientes	44
6.2 Prohibición de emisiones que rebasen los límites máximos permisibles	44
<b>7. Acciones emprendidas por México para la aplicación del artículo 170 del REEPMA, por cuanto al supuesto daño a la salud pública durante las quemas a cielo abierto</b>	<b>46</b>
<b>8. Compromiso permanente con la transparencia</b>	<b>50</b>
<b>Notas</b>	<b>51</b>
APÉNDICE 1 Resolución de Consejo 17-03	61
APÉNDICE 2 Petición revisada SEM-16-001 ( <i>Quema de residuos agrícolas en Sonora</i> )	63
APÉNDICE 3 Legislación ambiental en cuestión	65
APÉNDICE 4 Formulario de aviso para la quema agrícola	67
APÉNDICE 5 Minuta de la Reunión de Trabajo para establecer el ordenamiento por el cual se regula la quema de espárrago de forma controlada en la región de Caborca, temporada 2015-2016	70
APÉNDICE 6 Cálculo de emisiones CCA 2017: Cálculo de las emisiones de la quema de residuos del cultivo de espárrago en el municipio de Caborca, Sonora	73
APÉNDICE 7 Datos utilizados en el cálculo de las emisiones de la quema de residuos del cultivo de espárrago en el municipio de Caborca, Sonora (CCA 2017)	74

## Cuadros

Cuadro 1.	Indicadores sociodemográficos (2010)	17
Cuadro 2.	Valor de las principales actividades agrícolas en Sonora	22
Cuadro 3.	Variedades de espárrago cultivadas en Caborca, Sonora	25
Cuadro 4.	Etapas del desarrollo anual de la planta de espárrago en Sonora	28
Cuadro 5.	Sinopsis de inventarios de emisiones del estado de Sonora	36
Cuadro 6.	Factores de emisión utilizados en la estimación de las emisiones por quema de residuos del desvare del cultivo de espárrago en Caborca	38
Cuadro 7.	Estimación de las emisiones por quema de residuos del desvare del cultivo de espárrago en Caborca	38
Cuadro 8.	Comparación de las emisiones por quema de residuos del desvare del cultivo de espárrago en Caborca: CCA 2017 vs. INEM 2013	39
Cuadro 9.	Emisiones de la quema agrícola en Sonora y emisiones estimadas de la quema de residuos del desvare del cultivo de espárrago en el municipio de Caborca	40
Cuadro 10.	Emisiones de GEI y precursores (en Mg CO <sub>2</sub> -eq/año) de quemas agrícolas estimadas en diferentes inventarios	41
Cuadro 11.	Acciones programadas en el ProAire-Sonora	42
Cuadro 12.	Contaminantes criterio y recomendaciones de la OMS y de la NOM para la protección a la salud	47

---

## Figuras

Figura 1.	Localización del municipio de Caborca, Sonora	15
Figura 2.	Rosa de los vientos en Caborca, Sonora (promedios)	16
Figura 3.	Población en Caborca y otras ciudades en Sonora (2005-2017)	17
Figura 4.	Medición multidimensional de la pobreza en Caborca (2010)	18
Figura 5.	Estructura de edad y población vulnerable en Caborca (2010)	18
Figura 6.	Producción de espárrago en el mundo	19
Figura 7.	Valor de exportación del espárrago (1994-2007)	20
Figura 8.	Producción de espárrago en México	21
Figura 9.	Volumen y valor de la producción de espárrago en Sonora (1994-2014)	22
Figura 10.	Porcentaje de producción de espárrago por municipio en Sonora	23
Figura 11.	Superficie sembrada de espárrago por municipio en Sonora	23
Figura 12.	Porcentaje de producción máxima del cultivo de espárrago	24
Figura 13.	Porcentaje de disponibilidad de los principales cultivos en Sonora	26
Figura 14.	Precio del espárrago importado en Estados Unidos (2015-2016)	30
Figura 15.	Imagen satelital de disipación de humo de quemas presumiblemente agrícolas	36
Figura 16.	Áreas de cultivo de espárrago en las inmediaciones de Caborca	48

## Siglas y acrónimos

<b>ACAAN</b>	Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte
<b>CARB</b>	Consejo de Recursos Atmosféricos de California ( <i>California Air Resources Board</i> )
<b>CCA</b>	Comisión para la Cooperación Ambiental
<b>CCPC</b>	Comité Consultivo Público Conjunto
<b>CEDES</b>	Comisión de Ecología del Estado de Sonora
<b>Cocef</b>	Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
<b>Cofepris</b>	Comisión Federal para la Prevención de Riesgos Sanitarios
<b>Conapo</b>	Consejo Nacional de Población
<b>DDUE</b>	Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología
<b>DOF</b>	<i>Diario Oficial de la Federación</i>
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ( <i>United Nations Food and Agriculture Organization</i> )
<b>INEGEI</b>	Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
<b>INEM</b>	Inventario Nacional de Emisiones de México
<b>INIFAP</b>	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
<b>IPCC</b>	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático ( <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> )
<b>LEEPAS</b>	Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora
<b>LGEEPA</b>	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana
<b>OIAPES</b>	Oficina de Información Agropecuaria y Pesquera del Estado de Sonora
<b>PICCA</b>	Programa Integral para el Control de la Contaminación Atmosférica 1990-1994
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>Proaes</b>	Procuraduría Ambiental del Estado de Sonora
<b>Profepa</b>	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
<b>Profyh</b>	Asociación de Productores de Frutas y Hortalizas de Caborca, A.C.
<b>ProAire</b>	Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire
<b>ProAire-Sonora</b>	Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de Sonora, 2017-2026
<b>RAMA</b>	Red Automática de Monitoreo Atmosférico
<b>REEPMA</b>	Reglamento de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente del Municipio de Caborca, Sonora
<b>RPCCA</b>	Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera
<b>Sagarpa</b>	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
<b>Sagarhpa-Sonora</b>	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuicultura del gobierno del estado de Sonora
<b>Sedesol</b>	Secretaría de Desarrollo Social
<b>SIAP</b>	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
<b>UCAJ</b>	Unidad Coordinadora de Asuntos Jurídicos de la Semarnat

## Definiciones

<b>Acuerdo</b>	Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte
<b>Caborca</b>	Municipio de Caborca, Sonora
<b>Consejo</b>	Consejo de la Comisión para la Cooperación Ambiental
<b>Directrices</b>	<i>Directrices para la presentación de peticiones relativas a la aplicación efectiva de la legislación ambiental conforme a los artículos 14 y 15 del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte</i>
<b>Lineamientos para la quema controlada</b>	<i>Lineamientos que establecen el ordenamiento por el cual se regula y autoriza la quema de espárrago de forma controlada en la región de Caborca, temporada 2016-2017</i>
<b>México</b>	Estados Unidos Mexicanos
<b>Minuta de noviembre de 2015</b>	<i>Minuta de la reunión de trabajo para establecer el ordenamiento por el cual se regula la quema de espárrago de forma controlada en la región de Caborca, temporada 2015-2016</i>
<b>NOM-015</b>	Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007 <i>Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los de uso agropecuario</i> , publicada en el <i>Diario Oficial de la Federación</i> el 16 de enero de 2009
<b>NOM-156</b>	Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012, <i>Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire</i>
<b>Notificación</b>	SEM-16-001 ( <i>Quema de residuos agrícolas en Sonora</i> ), Notificación con base en el artículo 15(1) (27 de febrero de 2017)
<b>Parte</b>	El gobierno de México
<b>Partes</b>	Los gobiernos de Canadá, Estados Unidos y México
<b>Petición</b>	SEM-16-001 ( <i>Quema de residuos agrícolas en Sonora</i> ), Petición revisada con base en el artículo 14(1) (29 de abril de 2016)
<b>Peticionario</b>	Autor de la petición SEM-16-001 ( <i>Quema de residuos agrícolas en Sonora</i> ) [nombre del Peticionario, confidencial conforme al artículo 11(8) del ACAAN]
<b>Resolución</b>	SEM-16-001 ( <i>Quema de residuos agrícolas en Sonora</i> ), Resolución de Consejo 17-03 sobre la elaboración de un expediente de hechos (9 de junio de 2017)
<b>Respuesta</b>	SEM-16-001 ( <i>Quema de residuos agrícolas en Sonora</i> ), Respuesta de la Parte (5 de septiembre de 2016)
<b>Reunión de Trabajo con el Secretariado</b>	Reunión de fecha 28 de septiembre de 2017 en Caborca, Son., con representantes del municipio de Caborca y de la Asociación de Productores de Frutas y Hortalizas de Caborca (Profyh), así como productores de espárrago, entre otros
<b>Secretariado</b>	Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental

---

## Unidades de medida, elementos químicos, sustancias y abreviaturas

<b>CO</b>	monóxido de carbono
<b>COV</b>	compuestos orgánicos volátiles
<b>ha</b>	hectárea
<b>HC</b>	hidrocarburos
<b>km<sup>2</sup></b>	kilómetro cuadrado
<b>m</b>	metro
<b>NO<sub>2</sub></b>	dióxido de nitrógeno
<b>O<sub>3</sub></b>	ozono
<b>°C</b>	grados centígrados
<b>HAP</b>	hidrocarburos aromáticos policíclicos
<b>Mg</b>	megagramo: un millón de gramos (equivalente a una tonelada)

<b>Pb</b>	plomo
<b>PM<sub>10</sub></b>	partículas menores a 10 micrómetros
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	partículas menores a 2.5 micrómetros
<b>PST</b>	partículas suspendidas totales
<b>SO<sub>2</sub></b>	dióxido de azufre
<b>Son.</b>	Sonora
<b>ton</b>	tonelada

## Terminología

La legislación ambiental en México incluye definiciones para distinguir los distintos tipos de fuentes de contaminantes atmosféricos y que sirven de referencia para determinar a qué autoridad corresponde aplicar la legislación. Así, se distingue entre fuentes, bienes y zonas; fuentes fijas; fuentes móviles; fuentes de área, etcétera. En el cuadro siguiente se identifican las principales definiciones incluidas en las leyes, reglamentos y programas relacionados con la gestión de la calidad del aire.

<b>Término</b>	<b>Definición</b>	<b>Referencia</b>
<b>Fuentes de área</b>	Incluyen una o varias actividades distribuidas en un área determinada, cuyas contribuciones particulares, a diferencia de las fuentes fijas puntuales, no pueden identificarse y evaluarse de forma precisa. Las fuentes de área son demasiado numerosas y dispersas como para poder incluirse de manera eficiente en un inventario de fuentes puntuales.	Estrategia Nacional de Calidad del Aire 2017-2030
<b>Fuente fija</b>	Toda instalación establecida en un solo lugar cuya finalidad consista en desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.	RPCCA, artículo 6: fracción IV. Véase también: LEEPAS, artículo 3: fracción XXVII.
<b>Fuente fija puntual</b>	En el lenguaje relacionado con contaminación del aire, se define como “punto fijo de emisión de contaminantes en grandes cantidades, generalmente de origen industrial”.	Estrategia Nacional de Calidad del Aire 2017-2030
<b>Fuente móvil</b>	Aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinaria no fijos con motores de combustión y similares, que con motivo de su operación generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.	RPCCA, artículo 6: fracción V. Véase también: LEEPAS, artículo 3: fracción XXVIII.
<b>Fuentes móviles no carreteras</b>	Todo equipo automotor o portátil cuya operación en caminos públicos está prohibida. Como ejemplos de esta categoría está el equipo utilizado en actividades de construcción y agrícolas, aeronaves, locomotoras y embarcaciones marítimas comerciales.	ProAire-Sonora

*Nota:* La quema de residuos agrícolas, aunque no incluida en las definiciones de la normatividad federal y estatal, se considera en la literatura técnica como una “fuente de área”.

## Notas aclaratorias

Debido a la extensión de algunas direcciones de las páginas de internet referidas en este documento, y para facilitar la lectura, se utilizó Google Shortener <<http://goo.gl/>> como abreviador del código URL. En todos los casos se verificó el funcionamiento de los vínculos correspondientes, además de precisarse en la cita la fecha de consulta.

Los mapas y otras ilustraciones incluidas en este expediente de hechos se realizaron a partir de fuentes disponibles, no están a escala y su propósito es meramente ilustrativo.

A menos que se indique lo contrario, todos los documentos oficiales aquí citados se encuentran en los archivos del Secretariado. Asimismo, los números de página de la petición y la respuesta a los cuales se hace referencia corresponden a los de sus versiones originales en español.



Foto: Cortesía del Peticionario.

## Resumen ejecutivo

**Fecha de la petición revisada:** 29 de abril de 2016.

**Peticionario:** [Nombre confidencial conforme al artículo 11(8) del ACAAN]

**Aseveración:** La falta de control en la quema de residuos agrícolas derivada del cultivo de 13,000 hectáreas de espárrago en Caborca, Sonora. El Peticionario sostiene que las actividades se realizan en contravención de disposiciones del Reglamento de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente del Municipio de Caborca, Sonora (“REEPMA”).

**Fecha de la resolución de Consejo:** 9 de junio de 2017.

**Alcance del expediente de hechos:** Presentar información sobre la aplicación efectiva de disposiciones del REEPMA aplicables a la puesta en marcha de sistemas de medición de la calidad del aire y las medidas de acción correspondientes; la instrumentación de las medidas necesarias para prevenir y controlar contingencias por contaminación atmosférica; la prohibición de emitir contaminantes que rebasen los niveles máximos permisibles aplicables a la quema de residuos agrícolas; la emisión de los permisos correspondientes a la quema de residuos agrícolas, y el supuesto daño a la salud pública durante las quemas a cielo abierto.

**Resumen de la información fáctica pertinente:** México es el tercer productor mundial de espárrago, con una producción de poco más de 170,000 toneladas al año (2014). El estado de Sonora produce aproximadamente 50% del espárrago que se cultiva en México. En 2017, el municipio de Caborca dio cuenta de 74% del espárrago producido en Sonora, para lo cual se utilizó una superficie de 10,171 hectáreas.



Véase: Figura 8. Producción de espárrago en México.

A fin de estimular el rendimiento del cultivo y obtener una mayor utilidad de la producción, los productores de espárrago en Caborca proceden a desvarar y triturar el follaje una vez que la planta se ha dejado crecer y secar, para luego quemarlo en su totalidad en diciembre.

Etapa fenológica	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	
Crecimiento vegetativo	█							Temporada de quema					
Descanso de la corona											█		
Floración y fructificación	█												
Secado del follaje o reposo						█							
Cosecha									█	█			

Véase: Cuadro 4. Etapas del desarrollo anual de la planta de espárrago en Sonora.

El humo generado por la quema de biomasa es una compleja mezcla de gases y partículas que afectan directa o indirectamente tanto la calidad del aire como el clima global. Entre los compuestos que forman dicha mezcla se pueden distinguir gases de efecto invernadero —como el CO<sub>2</sub>, el metano y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)—, contaminantes criterio —como el CO y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)— y precursores de ozono, como los compuestos orgánicos volátiles (COV) que, a su vez, incluyen carcinógenos y mutágenos como los denominados BTX (benceno, tolueno y xilenos). Por su parte, las partículas presentan diferentes fracciones cuyo impacto va desde afectaciones a la visibilidad hasta efectos en la salud de las personas.

Ninguno de los inventarios de emisiones de contaminantes criterio de la quema agrícola elaborados por organizaciones oficiales considera las emisiones derivadas de la quema de residuos del desvare del cultivo de espárrago.



Foto: Cortesía del Peticionario.

La quema del follaje de espárrago en el municipio de Caborca genera emisiones de partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) equivalentes a aproximadamente 10% del total de las emisiones de partículas producidas durante la quema de otros cultivos agrícolas en todo el estado de Sonora que se reportan en el Inventario Nacional de Emisiones de México, 2013 (INEM 2013). De la misma forma, dicha actividad genera emisiones de COV y CO equivalentes a poco más de 20% y 4%, respectivamente, de las reportadas en el INEM 2013 para otros cultivos del estado.

Asimismo, las emisiones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  originadas por la quema de espárrago en Caborca ascienden a 684 y 672.7 Mg/año, muy por encima de las registradas para Caborca en el INEM 2013 (36.2 y 34.4 Mg/año, respectivamente). Las emisiones de  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$  se asocian a la incidencia de enfermedades respiratorias.

La dispersión del humo de quemas agrícolas en el estado de Sonora se muestra en una imagen satelital, en la cual destaca una de las plumas que cubre un área de casi 10 km de ancho por 30 km de largo en dirección sureste cercana al poblado de Caborca (Heroica Caborca en la figura).



Véase: Figura 15. Imagen satelital de dispersión de humo de quemas presumiblemente agrícolas.

Las actividades de quema en las inmediaciones de la ciudad de Caborca se localizan a una distancia de entre 3.5 y 25 kilómetros, ubicándose la más cercana unos cuatro kilómetros al oeste de la ciudad. Si bien los vientos predominantes provienen del este, norte, noreste y noroeste, en general las bajas velocidades del viento en la región dificultan la rápida dispersión de contaminantes atmosféricos.

Las autoridades sanitarias del municipio de Caborca aseveran que no hay evidencias significativas para sostener que la quema de espárrago sea un factor de riesgo en la incidencia de enfermedades respiratorias. El Secretariado solicitó a dichas autoridades información que sirviera de sustento a tal aseveración, pero nunca le fue proporcionada.

A la fecha de redacción de este expediente de hechos, no se encontró evidencia de un plan, proyecto o programa de monitoreo de la calidad del aire en Caborca que sea coherente con la normatividad en la materia.



Foto: Cortesía del Peticionario.

## 1. Antecedentes de la petición

1. Los artículos 14 y 15 del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN o “el Acuerdo”)<sup>1</sup> establecen un proceso que permite a cualquier persona u organización sin vinculación gubernamental, residente o establecida en Canadá, Estados Unidos o México, presentar una petición ante el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental (el “Secretariado de la CCA” o “Secretariado”) en la que se asevere que una Parte del Acuerdo está incurriendo en omisiones en la aplicación efectiva de su legislación ambiental. El Secretariado de la CCA examina inicialmente la petición recibida para determinar si satisface los requisitos establecidos en el artículo 14(1) del Acuerdo. En caso de que la petición satisfaga tales requisitos, el Secretariado procede entonces a determinar si, de conformidad con las disposiciones del artículo 14(2), la petición amerita solicitar una respuesta de la Parte en cuestión. A la luz de la respuesta proporcionada por la Parte —si la hubiere—, y de conformidad con el artículo 15(1) del ACAAN, el Secretariado puede notificar al Consejo de la CCA que se amerita la elaboración de un expediente de hechos exponiendo las razones de tal recomendación. Si el Secretariado decide que es innecesaria la elaboración de un expediente de hechos —ante la existencia de ciertas circunstancias—, se dará por terminado el trámite de la petición.<sup>2</sup> Si el Consejo de la CCA así lo dispone, mediante el voto de las dos terceras partes de sus miembros, el Secretariado elaborará un expediente de hechos, conforme a las instrucciones recibidas.
2. El 22 de enero de 2016, una persona [nombre confidencial conforme al artículo 11(8) del ACAAN] (el “Peticionario”) presentó ante el Secretariado una petición de conformidad con el artículo 14(1) del Acuerdo.<sup>3</sup> El Peticionario asevera que cada año se queman aproximadamente 100 toneladas de residuos agrícolas de espárrago generados en casi 13,000 hectáreas de tierras de cultivo ubicadas en las inmediaciones del municipio de Caborca, Sonora (el municipio de Caborca o “Caborca”). El Peticionario sostiene que las actividades de quema de residuos agrícolas se realizan en contravención de las disposiciones del Reglamento de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente del Municipio de Caborca (“REEPMA”) y la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007 *Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los de uso agropecuario* (“NOM-015”).<sup>4</sup>
3. El 2 de marzo de 2016, el Secretariado determinó que la petición SEM-16-001 (*Quema de residuos agrícolas en Sonora*) no cumplía con los requisitos de admisibilidad señalados en el artículo 14(1) del Acuerdo y, con base en el apartado 6.2 de las *Directrices para la presentación de peticiones relativas a la aplicación efectiva de la legislación ambiental conforme a los artículos 14 y 15 del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte* (“Directrices”),<sup>5</sup> notificó al Peticionario que contaba con 60 días hábiles para presentar una petición que cumpliera con todos los requisitos establecidos en el referido artículo.<sup>6</sup>
4. El 29 de abril de 2016, el Peticionario presentó ante el Secretariado una petición revisada en la que corrige sus aseveraciones y adjunta información adicional en respuesta a las observaciones señaladas por el Secretariado.<sup>7</sup> La petición revisada incluye, asimismo, información adicional sobre la legislación ambiental citada en la petición original; una relación sucinta de los hechos, y los comunicados del asunto enviados a las autoridades.
5. El 13 de junio de 2016, el Secretariado determinó que la petición revisada SEM-16-001 (*Quema de residuos agrícolas en Sonora*) satisfacía los requisitos de admisibilidad establecidos en el artículo 14(1) y, conforme a los criterios del artículo 14(2), solicitó una respuesta al gobierno de México.<sup>8</sup>
6. El 5 de septiembre de 2016, el Secretariado recibió la respuesta de México en términos del artículo 14(3) del ACAAN.<sup>9</sup> Tras analizar la petición revisada a la luz de dicha respuesta, el Secretariado determinó que la petición SEM-16-001 (*Quema de residuos agrícolas en Sonora*) ameritaba la elaboración de un expediente de hechos con respecto a la aplicación de las disposiciones del REEPMA, un reglamento de orden municipal.

7. El 27 de febrero de 2017, el Secretariado notificó al Consejo de la CCA (“Consejo”) que la petición ametrataba la elaboración de un expediente de hechos.<sup>10</sup> El Secretariado consideró que la respuesta de México dejaba cuestiones centrales abiertas respecto de la aplicación efectiva de disposiciones del REEPMA en relación con la puesta en marcha de sistemas de medición de la calidad del aire y las medidas de acción correspondientes; la instrumentación de las medidas necesarias para prevenir y controlar contingencias por contaminación atmosférica; la prohibición de emitir contaminantes que rebasen los niveles máximos permisibles aplicables a la quema de residuos agrícolas; el otorgamiento de los permisos correspondientes a la quema de residuos agrícolas, y el supuesto daño a la salud pública durante las quemas a cielo abierto.
8. El 9 de junio de 2017, mediante su Resolución 17-03, el Consejo giró instrucciones al Secretariado para preparar el expediente de hechos sobre la petición SEM-16-001 “en conformidad con los términos recomendados por el propio Secretariado en su notificación”.<sup>11</sup>
9. En conformidad con el artículo 15(5) del Acuerdo, el Secretariado presentó al Consejo el proyecto de expediente de hechos de la petición SEM-16-001 (*Quema de residuos agrícolas en Sonora*) el 28 de febrero de 2018, fecha a partir de la cual las Partes dispusieron de un plazo de 45 días hábiles para hacer observaciones sobre la exactitud del documento.
10. El 3 de mayo de 2018, México presentó sus comentarios respecto de la exactitud del proyecto de expediente de hechos. Por su parte, Estados Unidos y Canadá informaron, con fechas 8 y 9 de mayo, respectivamente, que no tenían observaciones. En conformidad con el artículo 15(6) del Acuerdo, el Secretariado incorporó las observaciones procedentes en la versión final del expediente de hechos y el 18 de junio de 2018 lo presentó al Consejo para su voto conforme al artículo 15(7) del Acuerdo.



Foto: Cortesía del Peticionario.

Columna de humo por quema de residuos agrícolas de espárrago en Caborca, Sonora

## 2. Alcance del expediente de hechos

11. Atendiendo a la Resolución de Consejo 17-03, este expediente de hechos aborda cuestiones de aplicación efectiva por parte del municipio de Caborca de las siguientes disposiciones de su reglamento en materia de protección ambiental:
  - artículos 144, 146 y 172 del REEPMA, en relación con la puesta en marcha de sistemas de medición de la calidad del aire y las medidas de acción correspondientes;
  - artículo 167 del REEPMA, respecto de la instrumentación de las medidas necesarias para prevenir y controlar contingencias por contaminación atmosférica;
  - artículo 151 del REEPMA, por cuanto a la prohibición de emitir contaminantes que rebasen los niveles máximos permisibles aplicables a la quema de residuos agrícolas;
  - artículo 169 del REEPMA, en referencia a la emisión u otorgamiento de los permisos correspondientes a la quema de residuos agrícolas;
  - artículo 170 del REEPMA, en relación con el supuesto daño a la salud pública durante las quemas a cielo abierto.
12. El texto completo de la Resolución de Consejo 17-03 se puede consultar en el apéndice 1 de este expediente de hechos. Asimismo, el texto de las disposiciones del REEPMA materia de este expediente de hechos puede consultarse en el apéndice 3.
13. El artículo 21(1)(a) del ACAAN establece que, cuando así lo soliciten el Consejo o el Secretariado, cada una de las Partes “pondrá a su disposición, sin demora, cualquier información en su poder que se le haya solicitado para la elaboración de un informe o expediente de hechos, incluso la información sobre cumplimiento y aplicación”. Con base en lo anterior, el Secretariado solicitó a México información para la elaboración de este expediente de hechos, específicamente mediante una carta de fecha 20 de julio de 2017 dirigida a las autoridades del municipio de Caborca.<sup>12</sup>
14. Conforme al artículo 15(4) del ACAAN, el Secretariado ha tomado en cuenta toda la información proporcionada por México; la información pertinente de naturaleza técnica, científica y otra disponible al público, presentada por personas y organizaciones interesadas, y también aquella otra preparada por el Secretariado y por expertos independientes.

### 2.1 Legislación ambiental en cuestión

#### 2.1.1 Contexto de aplicación

15. De manera preliminar, y antes de abordar la legislación ambiental en cuestión, en este expediente de hechos se hace una revisión de cómo se asigna a las autoridades municipales la responsabilidad del control de las emisiones provenientes de la quema agrícola, por cuanto a prevención y control de la contaminación atmosférica. La regla general señala “el deber de no emitir contaminantes a la atmósfera”,<sup>13</sup> conforme al artículo 113 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA):<sup>14</sup>

**Artículo 113.** No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.<sup>15</sup>

16. El municipio de Caborca, Sonora, cuenta con facultades para controlar la quema de residuos agrícolas de su territorio y aplicar las disposiciones del REEPMA sobre control de emisiones de contaminantes; instrumentar el monitoreo de la calidad del aire, y determinar las medidas preventivas necesarias para evitar contingencias ambientales. Para distinguir la esfera de competencia del municipio de Caborca en materia de emisiones a la atmósfera, debe atenderse el principio de reserva de ley. Dicho principio se expresa en el artículo 124 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:

**Artículo 124.** Las facultades que no están expresamente concedidas por esta Constitución a los funcionarios federales, se entienden reservadas a los Estados o a la Ciudad de México, en los ámbitos de sus respectivas competencias.

17. El mismo principio se recoge en los artículos 7: fracción XXII y 8: fracción XVII de la LGEEPA, aplicables para determinar la competencia de estados y municipios.<sup>16</sup>
18. Los asuntos conferidos a los estados pueden a su vez otorgarse a los municipios conforme a la fracción III, inciso i) del artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:

**Artículo 115.** Los estados adoptarán para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el municipio libre, conforme a las bases siguientes:

[...]

**III.** Los municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes:

i) *Los demás que las Legislaturas locales determinen* según las condiciones territoriales y socio-económicas de los Municipios, así como su capacidad administrativa y financiera.<sup>17</sup>

19. En sus artículos 5, 6, 7, 8 y 9, la LGEEPA organiza la distribución de competencias en materia de emisiones a la atmósfera en razón de fuentes, bienes y zonas de jurisdicción federal y local. Mediante tales disposiciones se determina cuándo se ejercen las atribuciones de manera exclusiva o concurrente entre los distintos ámbitos de gobierno.<sup>18</sup>
20. El artículo 5: fracción XII de la LGEEPA faculta a la federación para regular —es decir, emitir normatividad— en materia de contaminación atmosférica “proveniente de todo tipo de fuentes emisoras”, así como para prevenir y controlar las emisiones en “zonas o en su caso de fuentes fijas de jurisdicción federal”.<sup>19</sup> El control de la quema de residuos agrícolas no se otorga a la federación en ninguna de las categorías de fuentes, zonas o bienes.
21. La competencia de los estados y municipios se establece en los artículos 7 y 8 de la LGEEPA, respectivamente. Dichos artículos no mencionan las funciones relativas al control de la quema de residuos agrícolas, por lo que se trata de una competencia residual no especificada en la ley. El artículo 112: fracción I de la LGEEPA establece:

**Artículo 112.** En materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, los gobiernos de los Estados, [de la Ciudad de México] y de los Municipios, de conformidad con la distribución de atribuciones establecida en los artículos 7, 8 y 9 de esta Ley,<sup>[20]</sup> *así como con la legislación local en la materia:*

**I.** Controlarán la contaminación del aire en los bienes y zonas de jurisdicción local, así como en fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, comerciales y de servicios, siempre que no estén comprendidos en el artículo 111 *bis* de esta Ley.<sup>21</sup>

[...]

**VI.** Establecerán y operarán, con el apoyo técnico, en su caso, de la Secretaría, sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Los gobiernos locales remitirán a la Secretaría los reportes locales de monitoreo atmosférico, a fin de que aquélla los integre al Sistema Nacional de Información Ambiental.

[...]

**VIII.** Tomarán las medidas preventivas necesarias para evitar contingencias ambientales por contaminación atmosférica.

22. El Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (RPCCA) precisa, en su artículo 4: fracción III, la competencia en zonas y fuentes de jurisdicción estatal o municipal:

**Artículo 4.** Compete a las Entidades Federativas y Municipios, en el ámbito de sus circunscripciones territoriales y conforme a la distribución de atribuciones que se establezca en las leyes locales, los asuntos señalados en el artículo 6 de la Ley y en especial:

[...]

**III.** La prevención y el control de la contaminación de la atmósfera generada en zonas o por fuentes emisoras de Jurisdicción estatal o municipal.<sup>22</sup>

23. Tal como lo señalan los artículos 112: fracción I de la LGEEPA y 4: fracción III del RPCCA, *la legislación local en la materia* define el control de fuentes, bienes y zonas no reservadas a la federación. Si bien los terrenos agrícolas no son fuentes fijas que funcionan como “establecimientos industriales, comerciales y de servicios”, en éstos se realiza la quema agrícola y —de manera residual— quedan en el ámbito estatal; además, conforme a la legislación del estado de Sonora, son de competencia municipal.
24. La Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora (LEEPAS) establece en los artículos 126 *bis* y 126 *ter* la prohibición general de realizar quemas agrícolas y asigna a la autoridad municipal la responsabilidad de la emisión del permiso correspondiente:
- Artículo 126 bis.** Queda estrictamente prohibido [*sic*] la quema de material vegetal y de crecimiento en terrenos agrícolas, salvo que se hubiese obtenido el permiso de quema controlada expedido por el ayuntamiento correspondiente.
- Artículo 126 ter.** Los ayuntamientos, a través de su dependencia dedicada a la ecología, emitirán las licencias a quienes habiendo presentado un plan de quema controlada, cumplan con los requisitos establecidos por los mismos municipios para la mitigación del impacto a los recursos naturales y a propiedades colindantes.
25. Asimismo, la LEEPAS otorga facultades al municipio para “suspender de manera total o parcial, temporal o definitiva el permiso que se hubieren [*sic*] otorgado cuando se presente algún evento extraordinario de contingencia ocasionado por las combustiones, o cuando las condiciones ambientales no permitan una adecuada dispersión de los contaminantes” (LEEPAS, artículo 116, párrafo cuarto).
26. Por último, el artículo 111: fracción VI de la LEEPAS confiere al estado de Sonora y sus municipios “en el ámbito de sus respectivas competencias” el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire.

### 2.1.2 Legislación ambiental citada en la petición

27. Todas las disposiciones materia del expediente de hechos forman parte de un reglamento expedido por el ayuntamiento de Caborca el 17 de febrero de 2014: el Reglamento de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente del Municipio de Caborca.<sup>23</sup> El REEPMA incluye disposiciones que operan en diversos niveles normativos: i) las que establecen criterios o principios para la aplicación de la norma, como las listadas en el artículo 144; ii) las que establecen atribuciones de las autoridades competentes en materia de emisiones, que se encuentran en los artículos 146, 167 y 172, y iii) las restrictivas, como la prohibición de quemar residuos a cielo abierto y las condiciones para realizar dicha actividad, que aparecen en los artículos 151, 169 y 170.
28. El artículo 144 del REEPMA establece criterios para la prevención y control de la contaminación atmosférica. Si bien no contiene obligaciones específicas, estos criterios sirven de guía en un examen sobre aplicación efectiva de la legislación ambiental:

**Artículo 144.** Para la prevención y control de la contaminación a la atmósfera, se considerarán los siguientes criterios:

- la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del Municipio;
  - las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deberán ser controladas para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico;
  - al Municipio y a la sociedad les corresponde la protección de la calidad del aire;
  - considerar programas de reforestación, verificación de las emisiones contaminantes, desarrollo de tecnologías limpias apegadas a criterios ambientales, y protección del suelo, en busca de la ecoeficiencia, a fin de mantener la integridad y el equilibrio de los componentes de la atmósfera, y la preservación y aprovechamiento sustentable de la atmósfera es responsabilidad concurrente de las autoridades y ciudadanos.
29. Asimismo, los artículos 146, 167 y 172 del REEPMA establecen que la autoridad competente en materia de emisiones a la atmósfera es la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología (DDUE) del municipio de Caborca; precisan que ésta es la autoridad encargada de prevenir y controlar las contingencias ambientales por contaminación atmosférica y de realizar el monitoreo de la calidad del aire, y establecen que tiene a su cargo el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire:

**Artículo 146.** La Dirección [DDUE], dentro de su competencia, tendrá las siguientes atribuciones:

- I. Controlar la contaminación del aire en los bienes y zonas municipales, así como en fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, comerciales o de servicios, de competencia municipal.
- II. Aplicar los criterios generales que establece este Reglamento para la protección a la atmósfera, en los planes de desarrollo urbano municipales.
- III. Requerir a los responsables de la operación de fuentes fijas de jurisdicción municipal, no exceder los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, de conformidad con lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas, Normas Ambientales Estatales, y demás criterios o lineamientos ambientales establecidos en el presente Reglamento.
- IV. Establecer y operar sistemas de monitoreo de la calidad del aire, utilizando para ello los dispositivos tecnológicos que cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Ambientales Estatales.

V. Integrar y mantener actualizados los reportes de monitoreo ambiental.

VI. Formular y aplicar, programas de gestión de calidad del aire con base en las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Ambientales Estatales para establecer la calidad ambiental en el territorio del Municipio.

[...]

**Artículo 167.** El Ayuntamiento, por conducto de la Dirección [DDUE] y en coordinación con la Unidad Municipal de Protección Civil, tomará las medidas necesarias para prevenir y controlar contingencias ambientales por contaminación atmosférica para un sector y/o población en general del Municipio, cuando se excedan los parámetros de calidad del aire que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas.

[...]

**Artículo 172.** La Dirección establecerá y operará sistemas de monitoreo de la calidad del aire, con el fin de evaluar la calidad del aire ambiente de los centros de población de acuerdo a los parámetros señalados en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, con el apoyo técnico de las autoridades en materia ambiental y de las instituciones académicas o de investigación, y remitirá a dichas dependencias los reportes locales de monitoreo atmosférico para que se integren al Sistema Nacional de Información Ambiental, conforme a los acuerdos de coordinación correspondientes.

30. El REEPMA incluye la prohibición de realizar quemas a cielo abierto cuando se generen alteraciones, daños o molestias a la salud de la población (art. 170) y establece que las actividades de quema de residuos agrícolas pueden realizarse mediante la obtención de un permiso (arts. 151 y 169):

**Artículo 151.** Queda prohibida la quema a cielo abierto de los residuos sólidos urbanos, así como del material vegetal resultante de la limpia, desmonte o despalme de cualquier terreno, para efectos de construcción o cualquier otro fin. El Municipio solamente podrá expedir autorizaciones en los supuestos en que la quema no cause un riesgo ambiental o impacte la calidad del aire y se justifique por razones aplicables a juicio de las autoridades respectivas. La incineración, mediante métodos controlados, de cualquier residuo, a excepción de los que la Ley General u otra legislación federal consideren como peligrosos, quedará sujeta a las disposiciones de emisiones señaladas en la Ley Estatal.

[...]

**Artículo 169.** Para obtener el permiso a que se refiere el artículo anterior [quema de residuos agrícolas], el interesado deberá presentar a la Dirección una solicitud por escrito, cuando menos con quince días hábiles de anticipación a la fecha en que se realice el evento, entregando copia a la autoridad agraria correspondiente y la unidad municipal de protección civil, justificando ampliamente el motivo por el que requiere dicha acción. La Dirección analizará dicha solicitud y resolverá, en un plazo no mayor de quince días hábiles, aprobando, condicionando o negando el permiso.

**Artículo 170.** El Ayuntamiento no permitirá quemas a cielo abierto cuando se generen contaminantes tóxicos que puedan causar alteraciones, daños o molestias a la salud de la población expuesta, o para quemar residuos sólidos urbanos. Se podrá suspender de manera total o parcial, temporal o definitiva el permiso que hubieren otorgado cuando se presente algún evento extraordinario de contingencia ocasionado por las combustiones, o cuando las condiciones ambientales y meteorológicas no permitan una adecuada dispersión de los contaminantes.

### 2.1.3 Mecanismo de aplicación del REEPMA

31. La mayor parte de las acciones de aplicación se realizan por medio de la coordinación entre autoridades municipales y productores de espárrago. El acuerdo sobre cómo aplicar el REEPMA se documenta en la *Minuta de la reunión de trabajo para establecer el ordenamiento por el cual se regula la quema de espárrago*

de forma controlada en la región de Caborca, temporada 2015-2016 (en adelante, la “Minuta de noviembre de 2015”),<sup>24</sup> en la cual participaron productores y autoridades. Asimismo, los acuerdos plasmados en la *Minuta de noviembre de 2015* se incorporaron a los *Lineamientos que establecen el ordenamiento por el cual se regula y autoriza la quema de espárrago de forma controlada en la región de Caborca, temporada 2016-2017 (Lineamientos para la quema controlada)*.<sup>25</sup> La *Minuta de noviembre de 2015* incluyó los siguientes compromisos:

- Monitoreo de las quemas efectuadas según lo acordado en la minuta de trabajo.
- Reuniones de trabajo entre la Procuraduría Ambiental del Estado de Sonora (Proaes) y la presidenta municipal, el secretario del ayuntamiento y el coordinador de ecología de Caborca con el propósito de llegar a acuerdos respecto a la quema a cielo abierto en el municipio para la temporada 2016-2017.
- Una reunión con los agricultores del municipio “para proponer la puesta en marcha de investigaciones con objeto de mejorar las prácticas de quema a fin de minimizar la contaminación generada por éstas, así como para la implementación de nuevas prácticas para una mejor disposición final de los residuos derivados del cultivo de espárrago”.<sup>26</sup>

32. El 28 de septiembre de 2017, en el local de la Asociación de Productores de Frutas y Hortalizas de Caborca (Profyh), el oficial jurídico del Secretariado de la CCA participó en una reunión (en adelante, la “Reunión de Trabajo con el Secretariado”).<sup>27</sup> Durante la Reunión de Trabajo con el Secretariado, los representantes del municipio de Caborca informaron que las actividades de regulación de la quema de residuos agrícolas del cultivo del espárrago —también denominada “gavilla”— se realizan de manera consecutiva desde hace siete años por medio de un programa acordado entre las autoridades responsables y los productores de espárrago. La información recabada durante la Reunión de Trabajo con el Secretariado se presenta en los apartados relativos a la aplicación de la legislación ambiental en cuestión (véanse los apartados 5, 6 y 7 de este expediente de hechos).

#### 2.1.4 Aplicabilidad de la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007

33. Los *Lineamientos para la quema controlada* refieren como marco normativo la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007 *Que establece las especificaciones técnicas de los métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario* (NOM-015). Al respecto, debe precisarse que la NOM-015 no es una norma orientada al control de la contaminación atmosférica, sino al manejo adecuado del fuego con el propósito de prevenir y disminuir los incendios en terrenos forestales. El gobierno de México, en su respuesta a la petición, aclaró:

Así, si bien es cierto que los propietarios de terrenos de uso agropecuario que pretendan hacer uso del fuego están obligados a seguir las disposiciones de la NOM-015, también lo es que el enfoque de esta Norma Oficial Mexicana no pretende ser una regulación general de todos los usos del fuego en terrenos agropecuarios, sino exclusivamente del uso del fuego en aquellos terrenos agropecuarios que por la ubicación de los mismos sean susceptibles de causar un incendio forestal, lo cual no es el caso de los terrenos agropecuarios ubicados en el municipio de Caborca.<sup>28</sup>

34. En todo caso, las autoridades del ayuntamiento de Caborca “consideran a la NOM-015 como un parámetro y un marco de referencia para la quema de residuos agrícolas”.<sup>29</sup> Por ejemplo, el formulario de aviso para realizar la quema controlada (véase el apéndice 4) y los métodos de quema que deben utilizarse corresponden a los prescritos en la NOM-015.

### 3. Descripción del área de interés y del cultivo de espárrago

#### 3.1 Situación geográfica, clima, población y situación social de la región

35. El municipio de Caborca se ubica al noroeste del estado de Sonora; su cabecera es la población de Caborca, localizada en el paralelo 30° 42' de latitud norte y el meridiano 112° 09' de longitud oeste de Greenwich, a una altura de 289 metros sobre el nivel del mar (figura 1). El municipio colinda al norte con Estados Unidos, al este con el municipio de Altar, al sureste con el de Pituquito, al noroeste con el de Puerto Peñasco y al suroeste con el golfo de California. El territorio del municipio de Caborca constituye un plano inclinado de norte a sur que termina a orillas del golfo de California. En la zona se localizan espacios de terreno montañoso, incluidos El Viejo, La Basura, Aquituni, La Campana y Álamo Muerto.<sup>30</sup>

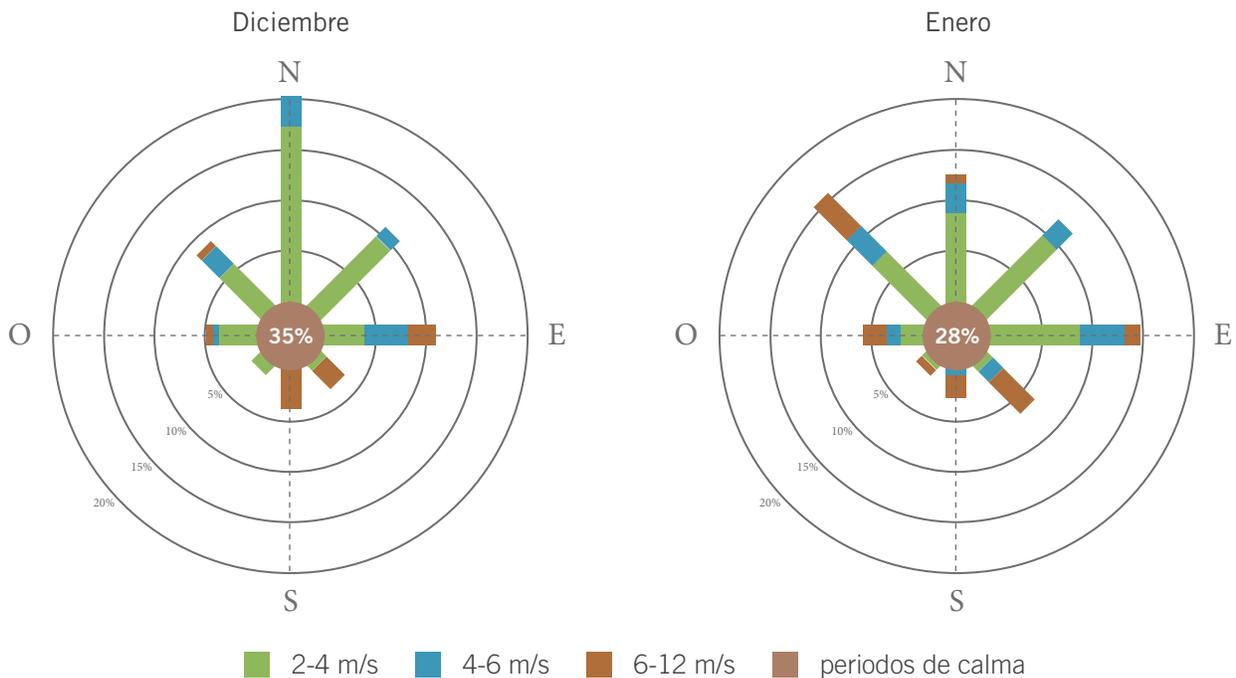
Figura 1. Localización del municipio de Caborca, Sonora



Fuente: Google Maps.

36. El municipio de Caborca cuenta con un clima seco semicálido extremo —BW (h) hw”(x')(e)”, según la clasificación climática de Köppen-Geiger—, con una temperatura media máxima mensual de 31.9 °C en los meses de junio a septiembre y de 12.4 °C en diciembre y enero, y una temperatura media anual de 22.3 °C. El periodo de lluvias tiene lugar en verano, en los meses de julio y agosto. La precipitación media anual es de 164 mm. Se presentan heladas ocasionales en febrero.<sup>31</sup> Los datos de viento relevantes para el periodo en que se realiza la quema de cultivo de espárrago —diciembre y enero— se obtuvieron de una estación meteorológica en el municipio de Caborca y se presentan en la figura 2.

Figura 2. Rosa de los vientos en Caborca, Sonora (promedios)



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en: <<https://goo.gl/o2RtNF>> (consulta del 30 de noviembre de 2017). Se muestra el promedio de datos correspondientes a los meses de diciembre de 2006, 2007, 2009, 2010 y 2011, así como de enero de 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011.

37. De acuerdo con los datos disponibles del clima en Caborca, en diciembre, el viento predominante proviene del norte, con un porcentaje de ocurrencia de 21%, en tanto que 35% del tiempo corresponde a periodos de calma; en enero, el viento registrado proviene en su mayor parte (16%) del noroeste y 28% del tiempo se registran periodos de calma. La velocidad promedio del viento es de 3.2 m/s en diciembre y de 3.6 m/s en enero.<sup>32</sup>
38. La población total del municipio de Caborca en 2010 fue de 81,309 personas, cantidad que representó 3.1% del total poblacional del estado de Sonora (figura 3). En el mismo año, el municipio contaba con 21,359 hogares, de los cuales 4,999 (23%) estaban encabezados por mujeres (cuadro 1). El grado de escolaridad promedio de la población de 15 años o más era de 8.5 años. En 2010 se encontraba en situación de pobreza 38.7% de la población: 33.2% en pobreza moderada y 5.5% en pobreza extrema (figura 4).<sup>33</sup> De acuerdo con datos del Inegi, la población sin acceso a la salud ese año fue de 30%, es decir, 25,150 personas.



Foto: Cortesía del Peticionario.

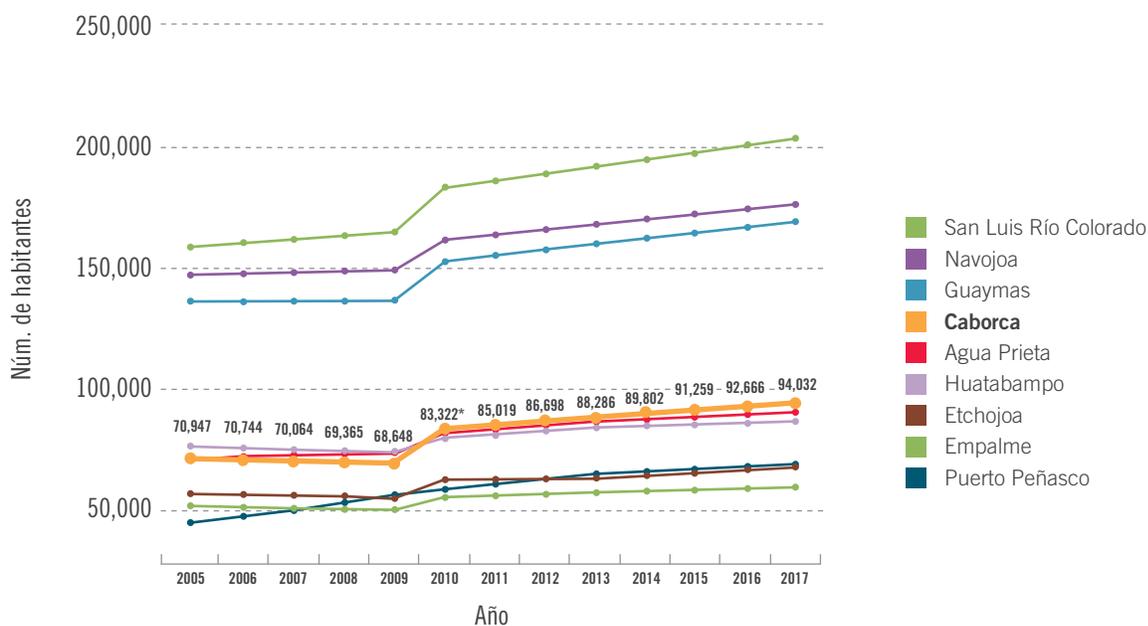
Cuadro 1. Indicadores sociodemográficos (2010)

Indicador	Caborca	Sonora
Población total	81,309	2,662,480
Total de hogares y viviendas particulares habitadas	21,359	705,668
Tamaño promedio de los hogares (personas)	3.7	3.7
Hogares con jefatura femenina	4,999	181,538
Grado de escolaridad promedio de la población de 15 o más años	8.5	9.4
Personal médico (personas)	118	5,399
Unidades médicas	16	493
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza	2.4	2.4
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza extrema*	3.8	3.8

Fuente: Secretaría de Desarrollo Social y Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social, 2010.

\* Carencias en: rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de vivienda, servicios básicos de vivienda, acceso a la alimentación.

Figura 3. Población en Caborca y otras ciudades en Sonora (2005-2017)

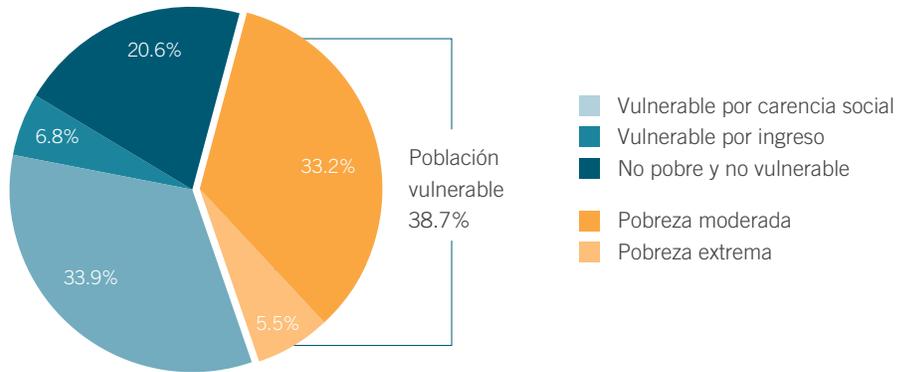


Fuente: Elaboración propia con datos del Consejo Nacional de Población: II Censo de Población y Vivienda 2005 y Censo de Población y Vivienda 2010.

Nota: De 2005 a 2009: valores obtenidos con base en el II Censo de Población y Vivienda 2005; de 2010 en adelante, los datos se obtuvieron del Censo de Población y Vivienda 2010.

\* Se hace notar que, según datos de la Secretaría de Desarrollo Social, la población de Caborca en 2010 era de 81,309 habitantes.

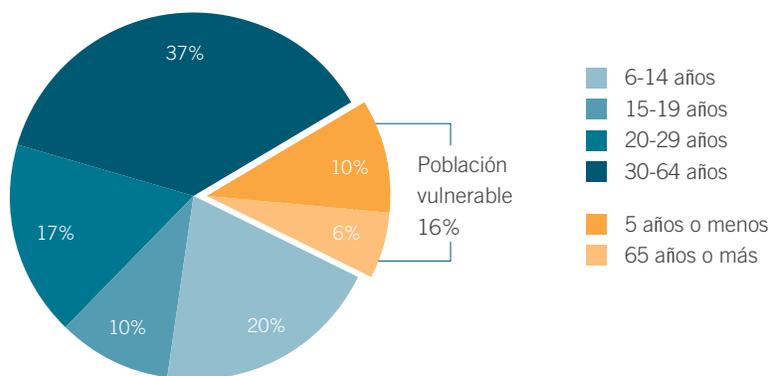
Figura 4. Medición multidimensional de la pobreza en Caborca (2010)



Fuente: Secretaría de Desarrollo Social y Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social*, 2010.

39. Según datos del Consejo Estatal de Población y la Comisión Nacional de los Pueblos Indígenas, en Caborca 8,139 personas eran menores de cinco años de edad en 2010, mientras que 4,627 tenían más de 65 años. Es decir, 16% de la población formaba un grupo vulnerable a los efectos de la contaminación atmosférica (figura 5).<sup>34</sup>

Figura 5. Estructura de edad y población vulnerable en Caborca (2010)



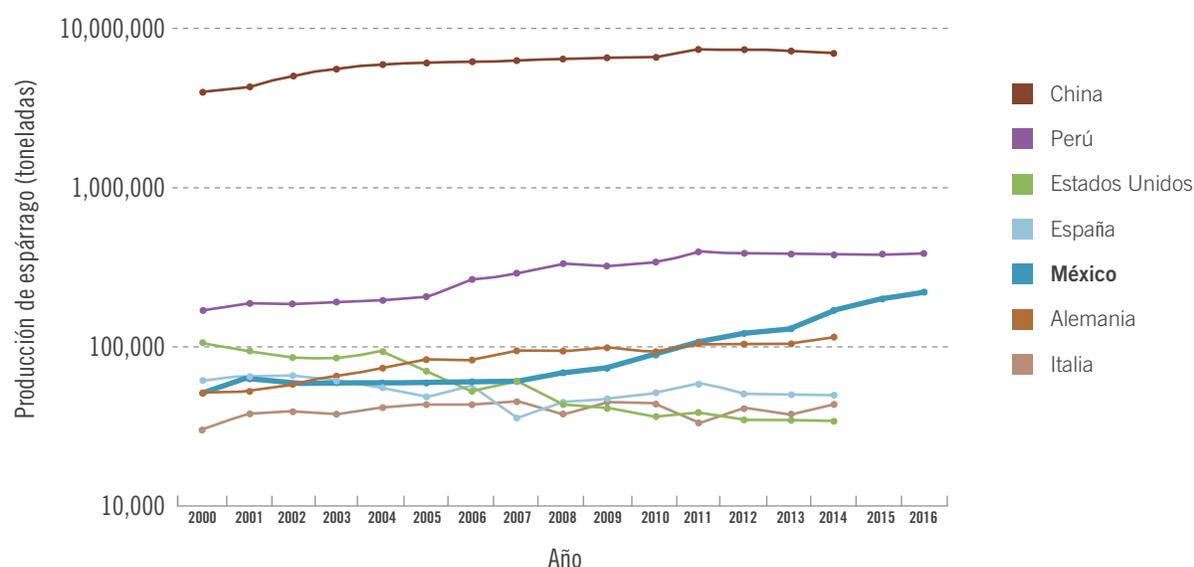
Fuente: Elaboración propia con datos del Consejo Estatal de Población, Gobierno del Estado de Sonora, 2010, así como de la Comisión Nacional de los Pueblos Indígenas, *Indicadores sociodemográficos de la población total y la población indígena*, 2010.

Nota: Para efectos de esta gráfica, la "población vulnerable" a las emisiones de contaminantes atmosféricos corresponde a los adultos mayores de 65 años y la población infantil menor a cinco años.<sup>35</sup>

### 3.2 La producción de espárrago en Sonora

40. De acuerdo con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), México era en 2014 el tercer productor mundial de espárragos, con una producción de poco más de 170,000 toneladas, sólo detrás de China, y de Perú, que producen alrededor de siete millones y 380,000 toneladas, respectivamente. El crecimiento de la producción del cultivo de espárrago se ilustra en la figura 6. México superó a importantes productores de espárrago —como España en 2003, Estados Unidos en 2005 y Alemania en 2011— y hacia 2016 mantenía esa tendencia de crecimiento.

Figura 6. Producción de espárrago en el mundo



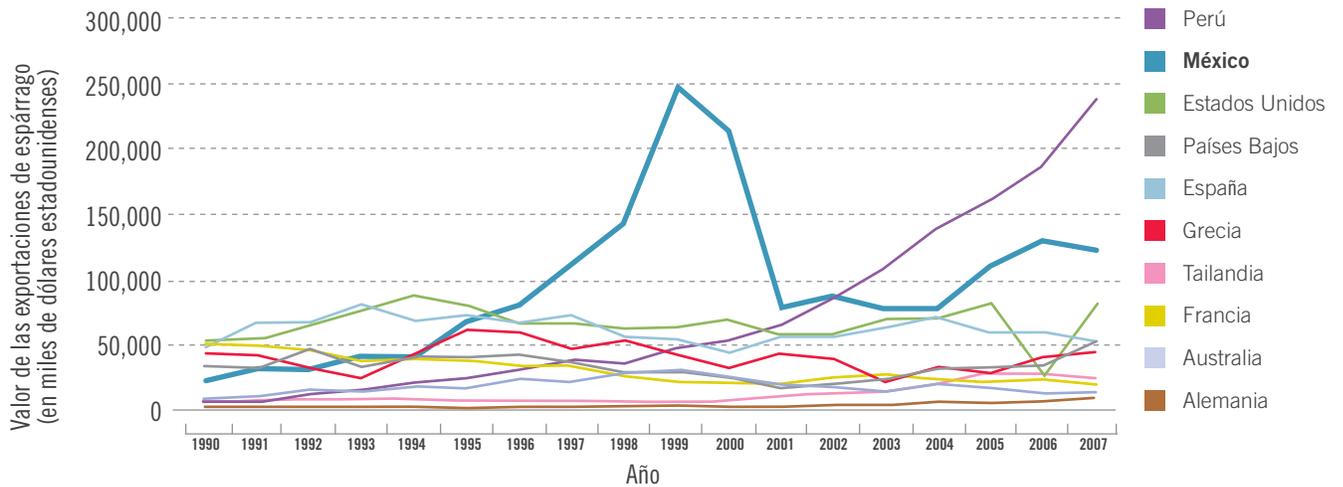
Fuente: Elaboración propia con datos de: FAO Statistical Databases, *Production Quantity Asparagus serie del 2000 al 2014*. Para Perú, los datos de 2015 y 2016 se tomaron de: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2016), “Informe técnico núm. 2, febrero de 2017”, producción nacional, diciembre, gobierno de Perú, p 12. Para México, los datos de 2015 y 2016 se tomaron de: Sagarpa, *Atlas agroalimentario 2017*.

41. En cuanto al valor de las exportaciones de espárrago, las operaciones de Perú, México y Estados Unidos han liderado el panorama mundial. Desde 2003, Perú se ha ubicado como el país que más valor contribuye a la exportación de espárrago en el mundo, seguido de México y de Estados Unidos.
42. El constante aumento en la producción de espárrago en México se debe en parte al mejor rendimiento económico de este cultivo. Por ejemplo, una hectárea de tierra sembrada con espárrago genera 25.5 veces más valor que si se siembra con maíz.<sup>36</sup>



Foto: Cortesía del Peticionario.

Figura 7. Valor de exportación del espárrago (1994-2007)



Fuente: Elaboración propia con datos de: FAO Statistical Databases, mayo de 2005-2010, tomados de la página web del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (*US Department of Agriculture*): <<https://goo.gl/9WVGJkR>> (consulta del 24 de noviembre de 2017).

43. En la figura 7 se observa que el valor de exportación del espárrago peruano mantiene una curva de crecimiento sostenida y que cruza la línea correspondiente al producto mexicano en 2002. Asimismo, la curva del espárrago en México contrasta con el resto pues muestra un marcado pico entre 1998 y 2000. El cultivo y la comercialización del espárrago se ven afectados por una diversidad de factores que no siempre son constantes (temperatura, plagas, costos de transporte, mano de obra, factores políticos, tensión de la oferta y la demanda, etc.) y que, a su vez, tienen efecto en los precios del producto, lo cual posiblemente explique dicho pico en el valor de las exportaciones mexicanas.<sup>37</sup>

44. La contribución del estado de Sonora es determinante en el crecimiento de la producción nacional de espárragos, como se muestra en la figura 8, donde se observa la importante correlación entre el crecimiento de la producción del cultivo en México y en Sonora. En términos porcentuales, la producción sonorensa ha oscilado en alrededor de 50%, con un significativo aumento después del año 2010. En los últimos años, estados como Guanajuato, Baja California, Baja California Sur y Querétaro han volteado hacia el cultivo de espárrago, al punto de que su contribución a la producción nacional sumó 36.6% en el año 2016.<sup>38</sup>

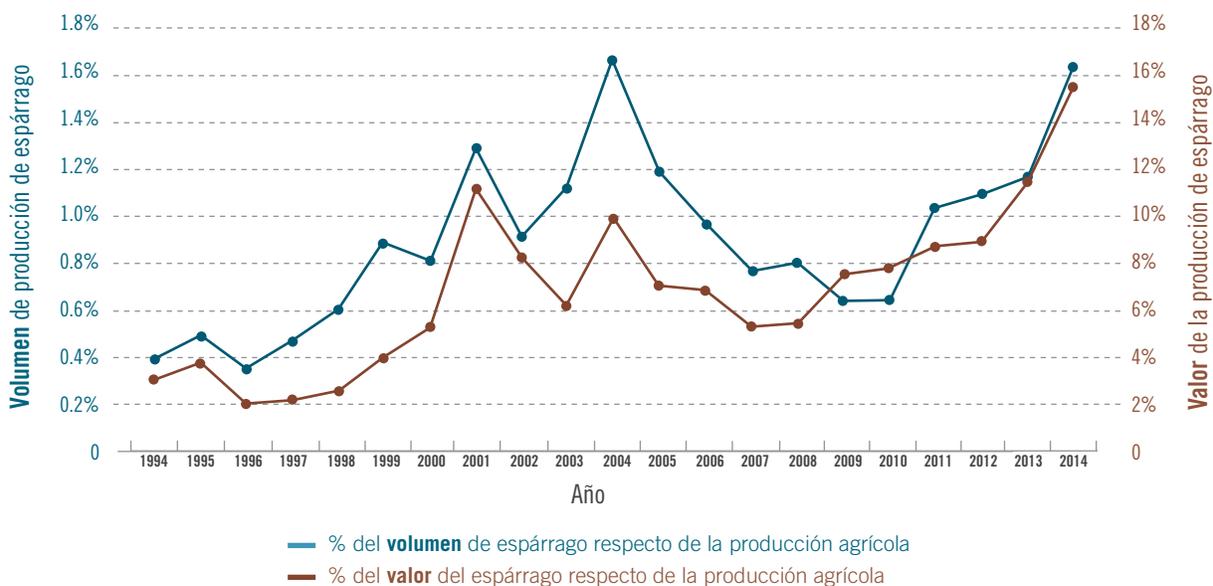
Figura 8. Producción de espárrago en México



Fuente: Elaboración propia con datos de: [1] Sagarhpa-Sonora, *Información del sector agropecuario, pesquero y acuícola del estado de Sonora*, Oficina de Información Agropecuaria y Pesquera del Estado de Sonora (OIA PES), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuicultura de Sonora, en: <<https://goo.gl/bvNp7h>> (consulta del 23 de noviembre de 2017, para datos correspondientes al subsector agrícola, cultivo perenne: espárrago, serie histórica), y [2] FAO, *FAO Statistical Databases (FAOSTAT)*: "Mexico, Production Quantity, Asparagus", serie de 2000 a 2014, en: <<https://goo.gl/862Vc2>> (consulta del 23 de noviembre de 2017). Los datos de 2015 y 2016 se tomaron de: Sagarpa, "Datos abiertos: estadística de producción agrícola", Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en: <<https://goo.gl/Ng1fUK>> (consulta del 21 de noviembre de 2017).

45. En la *Agenda técnica agrícola de Sonora*, elaborada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), se reconoce la importancia del cultivo de espárrago para el municipio de Caborca.<sup>39</sup> En dicho documento se destaca que hay más de 7,000 hectáreas plantadas de espárrago, cuya cosecha se dedica casi en su totalidad al mercado de exportación.<sup>40</sup> El espárrago figura entre los siete cultivos en los que Sonora ocupa el primer lugar nacional en producción.<sup>41</sup> Para Sonora, el espárrago genera divisas sólo por debajo del trigo en grano y la uva (véase el cuadro 2). Además, Sonora se precia por su importante participación en la producción mundial de espárrago, que, aunada a los cultivos de cártamo y nogal pecanero, entre otros, lo convierte en el estado que más divisas genera al país por exportación de productos primarios.<sup>42</sup> El valor total de la producción de espárrago en Sonora representó en 2016 más de 4,000 millones de pesos, 14% del valor total de la producción agrícola de la entidad (cuadro 2). El municipio de Caborca es el segundo en aportar mayor valor a la producción agrícola en el estado de Sonora.
46. La producción y valor del espárrago observaron un importante crecimiento en los últimos diez años en Sonora, lo que ha agregado valor a la producción agrícola en la entidad. En la figura 9 se comparan el volumen y el valor de la producción de espárrago, y se observan sus porcentajes con respecto a otros cultivos en el estado.

Figura 9. Volumen y valor de la producción de espárrago en Sonora (1994-2014)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de: Sagarpa, SIAP, en: <<https://goo.gl/Ng1fUK>> (consulta del 21 de noviembre de 2017).

Cuadro 2. Valor de las principales actividades agrícolas en Sonora

Indicador	Trigo grano	Uva	Espárrago	Papa	Nuez
Valor MDP	6,602	4,627	4,274	3,315	950
Porcentaje del valor total en la entidad	21.9%	15.4%	14.2%	11%	3.2%
Volumen en toneladas por año	1,605,960	285,233	123,109	431,988	15,028

Fuente: SIAP (2016), Sonora: infografía agroalimentaria, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, en: <<https://goo.gl/bQKFwE>> (consulta del 23 de noviembre de 2017).

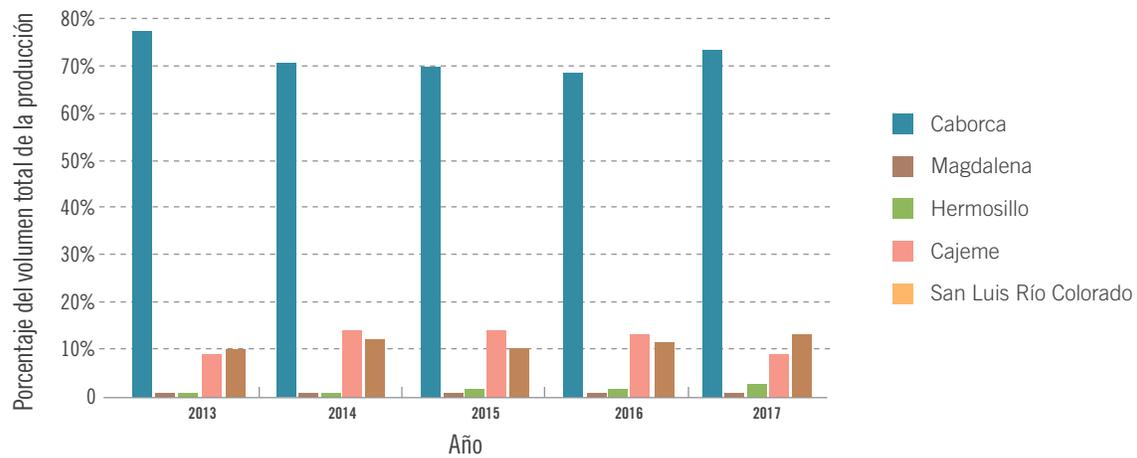
47. Con miras a sustentar la producción agrícola, México estableció comités de sistemas-producto a nivel estatal, cuya finalidad es hacer una cadena de producción más eficiente y rentable, y que sirven de base para las políticas nacionales de desarrollo agrícola.<sup>43</sup> Recientemente, se ha suspendido la operación de dichos comités y en su lugar, los organismos de productores agrícolas son los que lideran el rumbo del sector.<sup>44</sup>
48. En términos del total de la producción estatal de espárrago, la producción del municipio de Caborca es, por mucho, la más importante de todos los municipios de Sonora. En la figura 10 se muestra la destacada contribución de Caborca a la producción sonorenses del cultivo.

Municipios líderes por valor de la producción agrícola en Sonora

1. Hermosillo 19.5% (5,873 MDP)
2. Caborca 16.6% (5,011 MDP)
3. Cajeme 12.4% (3,727 MDP)
4. Navojoa 8.0% (2,416 MDP)
5. San Luis Río Colorado 6.2% (1,854 MDP)

Porcentaje del total de la producción agrícola del estado; valor agrícola en millones de pesos (MDP).

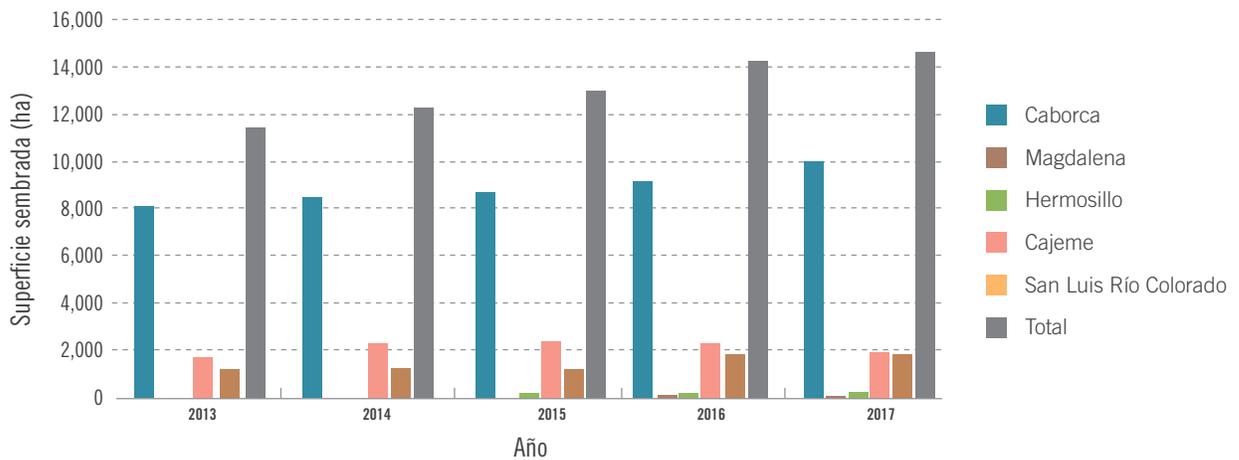
Figura 10. Porcentaje de producción de espárrago por municipio en Sonora



Fuente: Elaboración propia con datos de Sagarhpa-Sonora, "Cultivos perennes, año 2017: espárrago", *Información agropecuaria, pesquera y acuícola del estado de Sonora*, Oficina de Información Agropecuaria y Pesquera del Estado de Sonora (OIAPES), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuicultura de Sonora, en: <<https://goo.gl/bvNp7h>> (consulta del 23 de noviembre de 2017 para datos correspondientes al subsector agrícola, cultivo perenne: espárrago, serie histórica).

49. En cuanto a superficie sembrada, nuevamente se observa la dominancia del municipio de Caborca, con una superficie que ha crecido paulatinamente desde 8,290 ha en 2013 hasta 10,171 ha en 2017 (figura 11).<sup>45</sup>

Figura 11. Superficie sembrada de espárrago por municipio en Sonora



Fuente: Elaboración propia con datos de Sagarhpa-Sonora, "Cultivos perennes, año 2017: espárrago", *Información agropecuaria, pesquera y acuícola del estado de Sonora*, Oficina de Información Agropecuaria y Pesquera del Estado de Sonora (OIAPES), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuicultura de Sonora, en: <<https://goo.gl/bvNp7h>> (consulta del 23 de noviembre de 2017 para datos correspondientes al subsector agrícola, cultivo perenne: espárrago, serie histórica).

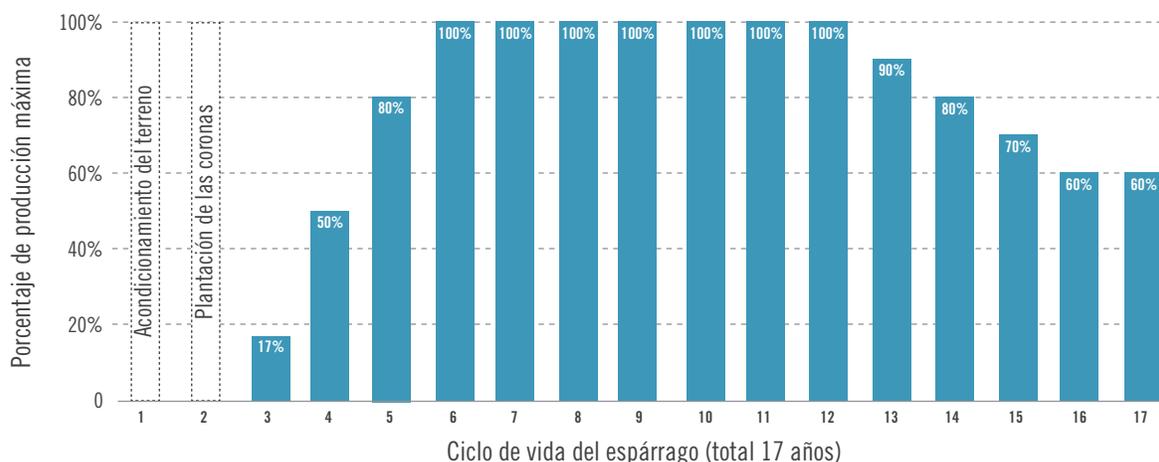
50. Como se ha señalado, casi la totalidad de la producción de espárrago se dedica al mercado de exportación. El volumen de la producción que llega de Perú a Estados Unidos y Canadá comienza en mayo y continúa hasta mediados de enero. En ese momento inician en estos países las importaciones del espárrago mexicano proveniente de Caborca y la parte central de México, que se extienden hasta el verano.<sup>46</sup>

### 3.3 Método de cultivo y cosecha del espárrago en Caborca

#### 3.3.1 Panorama general

51. El espárrago es un cultivo de alto valor en el mercado: se cotiza como producto *gourmet* al que además se le atribuyen propiedades nutritivas, pues contiene vitaminas A, C, B1, B2 y E; minerales como calcio, hierro, fósforo y potasio, así como fibra dietaria y asparagina: un aminoácido no esencial con propiedades diuréticas.<sup>47</sup>
52. De los cultivos de primavera —en el estado de California—, el espárrago es el primero en producirse, pero sólo puede cosecharse durante un corto lapso de entre ocho y doce semanas. La temporada de cosecha principal tiene lugar en primavera, pero puede haber cosechas en otoño.<sup>48</sup> A diferencia de la mayoría de otros vegetales, el espárrago es un cultivo perenne que puede ser productivo durante 15 años o más (véase la figura 12). Su alto precio se debe, por un lado, a los costos de cultivo, recolección y procesamiento, y por otra parte, a la elevada inversión para establecer el lecho de espárragos,<sup>49</sup> sin considerar la inversión en terreno y maquinaria.<sup>50</sup> Es por eso que la decisión de cultivar espárragos requiere de una evaluación a fondo.<sup>51</sup>
53. La quema de residuos agrícolas es una práctica común en algunas regiones dedicadas al cultivo de espárrago como Perú, aunque no es frecuente en algunas regiones de América del Norte como California y Quebec.<sup>52</sup> La temporada de crecimiento inicia después de la quema agrícola. Ésta se controla de tal manera que el calor del fuego no destruye la corona y, en lugar de ello, estimula el crecimiento de la vara de espárrago a partir del rizoma (corona) en cuestión de días. Así, la cosecha puede dar inicio apenas seis días después de la quema.

Figura 12. Porcentaje de producción máxima del cultivo de espárrago



Fuente: Elaboración propia con datos de B. Dartt et al., *Cost of asparagus production in West Michigan*, Staff paper 2002-42, Department of Agricultural Economics, Michigan State University, en: <<https://goo.gl/C4Ab7n>> (consulta del 5 de diciembre de 2017).

### 3.3.2 Clima para la producción del espárrago

54. La producción del espárrago ha resultado ser más exitosa en áreas donde las temperaturas de congelación o la sequía detienen el crecimiento de la planta al final de una temporada y proporcionan un periodo de reposo, descanso o “dormancia”. Sin este periodo de descanso, las plantas tendrían una producción limitada y, por tanto, no rentable. Los espárragos toleran variaciones de temperatura muy amplias: su rango térmico abarca de 6 a 38 grados centígrados. La temperatura óptima para el crecimiento se ubica entre 18 °C y 25 °C, mientras que la temperatura para el brote de turiones oscila entre 11 y 13 grados.<sup>53</sup> El espárrago puede cultivarse en una amplia variedad de suelos, pero prospera mejor en suelos fértiles y con buen drenaje en regiones húmedas y templadas que le otorguen largas estaciones de crecimiento y suficiente luz para llevar a cabo la fotosíntesis durante mayor tiempo.<sup>54</sup>

### 3.3.3 Selección y preparación del sitio

55. Cultivados en muchas regiones del mundo, los espárragos pueden crecer en suelos que van desde arenosos de textura gruesa hasta arcillosos de textura fina. Los rendimientos más altos se obtienen habitualmente en suelos franco-arenosos de textura mediana y en suelos francos. Como las plantas de espárrago tienen un sistema de raíces profundas que penetra hasta más de 1.8 m, los suelos poco profundos o de capa freática alta deben evitarse puesto que las raíces del espárrago no toleran las saturaciones del suelo.<sup>55</sup>

### 3.3.4 Variedades de espárrago

56. De las más de 150 especies de espárrago, sólo una, *Asparagus officinalis*, es comestible, y se encuentra en una amplia gama de variedades alrededor del mundo. Las variedades de espárrago utilizadas para siembra comercial deben ser de alto rendimiento y resistentes a las enfermedades. En Caborca, donde se han utilizado cinco variedades, la más común es la conocida como Brock, a la que corresponde 50% de los cultivos de espárrago en el municipio. También se utilizan Early California, UC115, Atlas y una variedad de Early California (Early C-S). La variedad Brock se cosecha en un periodo de tres meses, aproximadamente, que empieza los primeros días de enero y concluye a finales de marzo. La cosecha termina debido a que la temperatura aumenta hacia finales de marzo; cuando las máximas pasan de 30 °C y las mínimas no bajan de 20 °C, la calidad del turión disminuye de manera significativa.<sup>56</sup> En el cuadro 3 se presenta un resumen de las variedades de espárrago en la región de Caborca.<sup>57</sup>

Cuadro 3. Variedades de espárrago cultivadas en Caborca, Sonora

Variedad	Calidad de turión	Ciclo de la cosecha
Brock	Buena	Precoz
UC157	Muy buena	Intermedia
UC115	Muy buena	Intermedia
Atlas	Muy buena	Tardía
Early California	Buena	Muy precoz
Jaleo	Muy buena	Precoz

Fuente: INIFAP (2010), *Guía técnica para el área de influencia del campo experimental costa de Hermosillo*, cuadro 38, Centro de Investigación Regional del Noreste, Campo Experimental Costa de Hermosillo, Sonora, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México, p. 127, en: <<https://goo.gl/2HFMdE>> (consulta del 5 de diciembre de 2017).

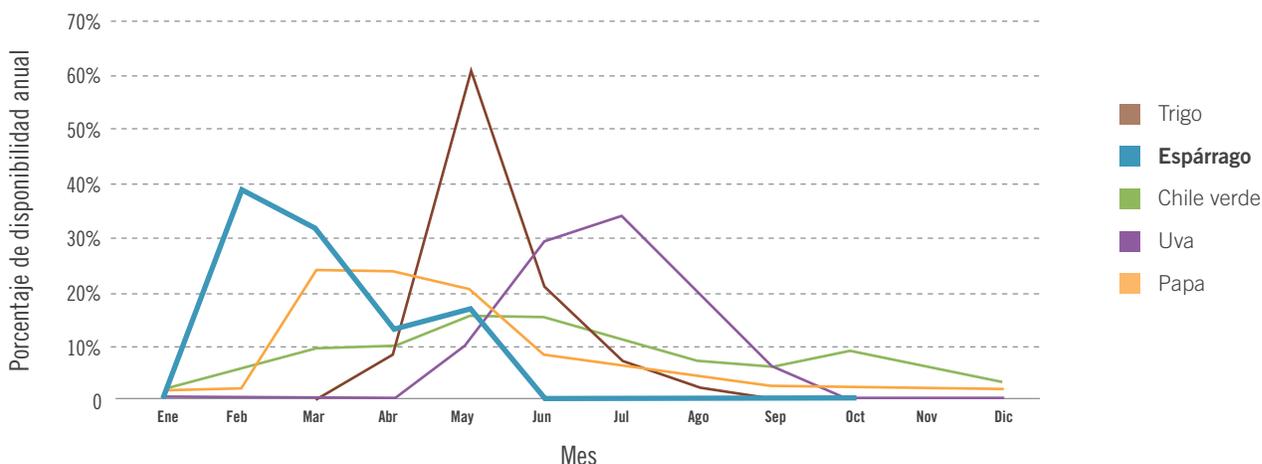
### 3.3.5 Plantación

57. Normalmente hay dos formas de plantar el espárrago: por siembra directa de la semilla o trasplantando la llamada corona (rizoma) de plantas que se hacen crecer en un semillero a campo abierto.<sup>58</sup> En este segundo caso, después de sembrada la corona, hay un tiempo de maduración en el que la planta se establece antes de poder empezar la producción. Si la siembra es por semilla, las plantas empezarán a producir en tres o cuatro años, y si es por corona, las plantas pueden empezar a producir en dos años. Como el cultivo es perenne, no es necesario sembrar o plantar anualmente. La misma planta puede producir durante 15 años o más, aunque es recomendable renovarla cada diez años.<sup>59</sup>

### 3.3.6 Ciclo anual

58. La disponibilidad del espárrago se observa principalmente entre enero y abril. La figura 13 presenta los principales cultivos en Sonora y muestra que la mayor producción anual de este cultivo se alcanza en el mes de febrero.

Figura 13. Porcentaje de disponibilidad de los principales cultivos en Sonora



Fuente: Elaboración propia con base en: Información del Sector Agropecuario, Pesquero y Acuícola del Estado de Sonora (8 de noviembre de 2016), Subsector Agrícola, p. 4, en: <<https://goo.gl/Jv5Knr>> (consulta del 5 de diciembre de 2017).

59. La disponibilidad de espárrago también depende del origen de la producción. Caborca, Mexicali y San Luis Río Colorado producen de enero a marzo; en el Bajío mexicano, de junio a septiembre, y en Comondú y Ciudad Constitución (ambos en Baja California) se produce en marzo y abril, así como de octubre a diciembre.
60. En lugares donde la producción tiene lugar de enero a marzo, terminada la cosecha, las plantas de espárrago se dejan crecer y es entonces (entre marzo y abril) cuando los turiones se desarrollan en un follaje muy ramificado que puede alcanzar una altura de 1.5 metros (véanse las fotografías de la página 27). Durante esta etapa se lleva a cabo la recuperación de reservas de carbohidratos tanto de la corona como de las raíces del espárrago, a lo que se debe una mayor demanda de nutrimentos y de agua. La falta de estos elementos durante la etapa de desarrollo del follaje resulta, a largo plazo, en una reducción de la producción y de las probabilidades de sobrevivencia de las plantas.<sup>60</sup> Asimismo, a falta de fertilizantes durante esta fase, las reservas de nitrógeno acumuladas en la corona siguen la tendencia observada durante la cosecha, a saber: continúan disminuyendo debido a que tales reservas sirven al crecimiento del follaje.



Foto: Comisión para la Cooperación Ambiental.

Crecimiento de follaje luego de la cosecha.



Foto: Cortesía del Peticionario.

Proceso de fumigación con máquina Hagie.



Foto: Cortesía del Peticionario.

Trabajos de preparación del terreno en noviembre.

61. Cuando cesa el crecimiento del follaje, empieza a aumentar la acumulación de reservas de nitrógeno y carbohidratos en la corona del espárrago. Para que estas reservas alcancen los niveles previos a los de la cosecha, se requieren tres meses contados a partir del final de la cosecha. En zonas frías, la cantidad de reservas permanece sin cambio o disminuye muy poco hasta la primavera. En el cuadro 4 se muestra un resumen del ciclo anual de la planta de espárrago en Sonora.

Cuadro 4. Etapas del desarrollo anual de la planta de espárrago en Sonora

Etapa fenológica	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	
Crecimiento vegetativo	█							Temporada de quema					
Descanso de la corona											█		
Floración y fructificación	█												
Secado del follaje o reposo						█	█						
Cosecha										█	█	█	

Fuente: Adaptado de: S. Carreón (2014), *Experiencia en la producción de espárrago en Misión del Bisani*, informe de experiencia laboral, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, y C. Navarro Aínza (2002), *Tecnología para el manejo del espárrago en el noroeste de Sonora*, Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo Experimental Región de Caborca, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México, p. 6.

62. Para detener el crecimiento del follaje, se corta el suministro de agua hacia finales de octubre. Como la región de Caborca es árida, el follaje se seca y la planta entra en una etapa de hibernación o reposo, lo cual, a la postre, ayuda a mejorar la producción. El follaje se seca en poco más de un mes, por lo que a mediados de diciembre empiezan las labores de preparación de la cosecha del ciclo siguiente.



Fotos: Cortesía del Peticionario.

Crecimiento de follaje, quema y brote del espárrago

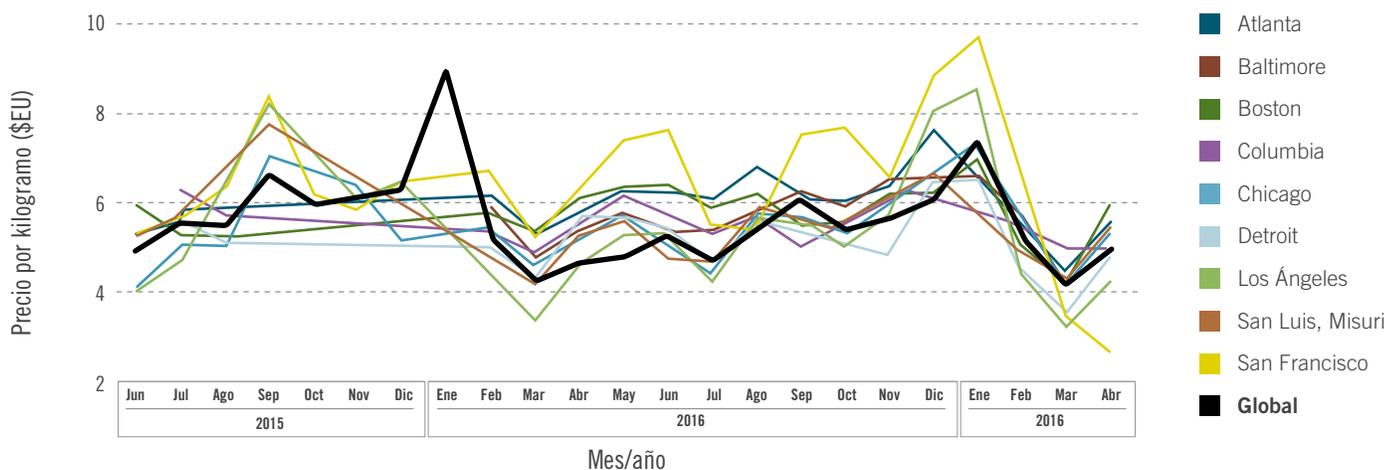
63. Si bien el Secretariado no pudo confirmar si en Caborca, Sonora, en efecto tienen lugar todas las actividades de preparación descritas a continuación, el proceso general se presenta conforme a la información obtenida de las fuentes consultadas (véanse las fotografías de la página 28). La etapa de preparación se inicia con el desvare, que consiste en el trillado a nivel de suelo y triturado del follaje [con respecto a las actividades de quema, véase el párrafo 65 *infra*]. Además de reducir la carga vegetal de la planta, el desvare tiene otros propósitos: facilita la incorporación de materia orgánica en el suelo; permite el paso de implementos para la cosecha, y evitar la proliferación de plagas en el suelo. La guía de producción de espárragos de la Universidad de Minnesota sugiere desvarar el espárrago, agregar fósforo y potasio como fertilizantes y pasar los discos a poca profundidad para no dañar las coronas.<sup>61</sup> El arado con discos debe hacerse de inmediato para anular la posibilidad de ataques de organismos patógenos a los brotes. Asimismo, la guía recomienda aplicar un herbicida antes de la cosecha para reducir o prevenir la aparición de hierbas invernales o de otro tipo que no puedan destruirse con el arado de discos. Existe maquinaria agrícola para el desvare que se instala en un tractor y deja el terreno cubierto con un mantillo y listo para el arado con discos.<sup>62</sup>

### 3.3.7 Quema de residuos agrícolas de espárrago

64. Una guía publicada por la Universidad de Delaware recomienda quemar el follaje seco que queda tras una helada, con el fin de eliminar hongos que causan enfermedades como la mancha púrpura y la roya. Asimismo sugiere que, de no llevarse a cabo la quema, entonces se debe desvarar y labrar con rastra de discos a poca profundidad, como ya se indicó.<sup>63</sup> La quema agrícola se identifica como una medida para prevenir enfermedades en las plantas; sin embargo, en el caso de la producción de espárrago en Caborca, este método se utiliza también para estimular el crecimiento de la planta al inicio de la temporada y aprovechar en ese momento los mejores precios del espárrago en el mercado.
65. Los productores de espárrago de Caborca aseguran que para eliminar las plagas es necesario quemar el campo alrededor de una semana después del desvare.<sup>64</sup> Esta aseveración se documenta en un estudio en el que se señala que de la quema se obtienen los siguientes beneficios:<sup>65</sup>
- la cosecha puede iniciarse seis días antes;
  - la producción durante las dos primeras semanas es mayor, y
  - se evitan enfermedades causadas por cercospora y estenfilium (patógenos que aparecieron donde, por lluvia, no se realizó la quema).
66. Sin embargo, se hace notar que, de acuerdo con los datos sobre la producción total de espárrago contenidos en el estudio, al final de la temporada no se presentaron diferencias significativas entre los niveles de producción de cultivos con quema y sin quema.<sup>66</sup>
67. Como se mencionó ya, la quema de los residuos del desvare de espárrago se realiza también con el fin de adelantar la cosecha, ya que los precios al inicio de la temporada —mediados de invierno— son más altos.<sup>67</sup> Al quemar el rastrojo, el calor en la superficie induce a la corona a salir de su estado de reposo y empezar la producción de turiones, aun cuando el aire ambiente sea frío. Además, la ceniza que queda cubriendo el suelo, por ser negra, absorbe más el calor del sol y mantiene el calentamiento del suelo para continuar con el mismo efecto térmico aun después de completada la quema.<sup>68</sup> En Europa también se emplea la técnica de calentamiento del suelo para adelantar la cosecha; sin embargo, ahí el calentamiento no se realiza con la quema a cielo abierto, sino mediante tubos de agua caliente.<sup>69</sup>
68. Varios autores reparan en la ventaja comercial de adelantar la cosecha de espárrago para aprovechar los precios del producto en el mercado durante enero y febrero (figura 14).<sup>70</sup> En estos meses se obtienen los mejores precios de la temporada de cosecha de Caborca. Luego, a fines de febrero y en marzo, el inicio de la producción de California provoca una disminución de los precios.<sup>71</sup>

69. Por otra parte, la quema trae además ventajas fitosanitarias, pues el fuego destruye hongos que pueden dispersarse por medio de los residuos de cosecha; tal es el caso del género *Fusarium*, que provoca una de las enfermedades de mayor incidencia en el espárrago en la región de Caborca.<sup>72</sup>

Figura 14. Precio del espárrago importado en Estados Unidos (2015-2016)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de: Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados, Secretaría de Economía, en: <<https://goo.gl/8oTGmQ>> (consulta del 21 de noviembre de 2017).

70. En la región del Bajío, particularmente en el municipio de San Luis de la Paz, al que corresponde 27% de la producción del estado de Guanajuato,<sup>73</sup> la quema agrícola quedó prohibida por disposición del artículo 96 del Reglamento de Protección al Ambiente.<sup>74</sup> En el estado de Arizona, la quema a cielo abierto está prohibida, a excepción de cuando se realiza la quema de residuos agrícolas con fines de prevención de enfermedades y pestes, para lo cual es preciso obtener un permiso previo.<sup>75</sup> En Imperial County, California, se requiere permiso previo a la quema agrícola, pero incluso con autorización en mano, no se puede realizar esta actividad si no se ha declarado día para la quema,<sup>76</sup> mientras que en San Diego, California, se requiere un permiso válido por 15 días condicionado a la notificación previa y a las condiciones del material a quemar.<sup>77</sup>

### 3.3.8 Control de maleza

71. El espárrago es una planta dioica, lo que significa que hay plantas masculinas y femeninas. En general, las hembras producen turiones más grandes que los machos, y éstos producen un mayor número de turiones aunque de diámetro más pequeño. Sólo las plantas femeninas producen bayas.<sup>78</sup>

72. Para reponer las reservas de carbohidratos en las raíces, el espárrago debe producir follaje después de la temporada de corte. Es entonces cuando las plantas femeninas producen semillas, que son la fuente de plántulas silvestres (es decir, de reproducción espontánea) para los años subsiguientes.<sup>79</sup>

73. Los turiones de espárrago espontáneo son de diámetro pequeño, no son comercializables e interfieren con la cosecha de turiones del cultivo comercializable porque tienen un periodo de crecimiento distinto al de la planta madre, factores que en conjunto inhiben una producción óptima. Las plántulas espontáneas desarrollan follaje a comienzos de la temporada de corte. Además, con su presencia, los pulgones del espárrago se pueden establecer en tal helecho dos o tres meses antes que en un campo libre de plántulas.

74. Los espárragos espontáneos son difíciles de controlar en cultivos de espárrago ya establecidos. El arado superficial puede controlar el crecimiento de plántulas espontáneas sin dañar las coronas de cultivo, elemento perenne que se encuentra en la parte profunda del suelo. Sin embargo, las plántulas espontáneas surgen durante la temporada de corte, y el arado en ese momento destruiría la producción de turiones. El arado al final de la estación de corte también podría destruir las plántulas de espárrago espontáneo, pero desactivaría el crecimiento del helecho del cultivo que repone las reservas de las raíces. El arado también daña aquellas coronas cercanas a la superficie del suelo, lo que propicia la aparición de enfermedades infecciosas.
75. Los turiones de espárragos producidos de híbridos masculinos suelen ser muy uniformes. El principal beneficio de una variedad híbrida totalmente masculina es que no produce semillas que luego germinarán, de manera que se elimina el problema de malezas con plantas espontáneas de espárrago.
76. Actualmente, ya hay variedades de espárrago completamente masculinas. Estas variedades han sido probadas por productores en el noroeste de Estados Unidos, principalmente en el estado de Washington. La reproducción de estos híbridos masculinos se basa en la propagación vegetal de los padres.<sup>80</sup>
77. Los herbicidas pueden controlar las plántulas de espárrago espontáneo selectivamente en cultivos de espárragos ya establecidos. Las plántulas de espárragos espontáneos probablemente sean más susceptibles a muchos herbicidas que los espárragos bien establecidos.
78. Se ha encontrado que algunos herbicidas como el metribuzín, el clorambén [ácido 3-amino-2,5-diclorobenzoico] y el clorbromurón [3-(4-bromo-3-clorofenil)-1-metoxi-1-metilurea], dañan al espárrago sembrado a partir de semilla y pueden usarse para controlar las plántulas de espárrago espontáneo. Los siguientes herbicidas controlan parcialmente al espárrago espontáneo en cultivos con riego por aspersión: trifluralín [2,6-dinitro-N,N-dipropil-4-(trifluorometil)bencenammina], simazine, terbacil y metribuzín, en tanto que para el espárrago pobremente irrigado, se usan el trifluralín, el metribuzín y la napropamida.
79. De acuerdo con información proporcionada por los asesores legales de la Profyh, los productores de espárrago de Caborca tienen a su disposición una gama de plaguicidas autorizados por la Comisión Federal para la Prevención de Riesgos Sanitarios (Cofepris).<sup>81</sup> En la Reunión de Trabajo, los productores aseveraron ser muy estrictos en la aplicación de plaguicidas porque, al tratarse de un producto de exportación a Estados Unidos, debe cumplirse con los rigurosos estándares exigidos por las autoridades en ese país.
80. No se obtuvo información específica sobre las sustancias químicas que se aplican antes de la quema de residuos del desvale, aunque existe evidencia de que si hay residuos de ciertos productos químicos en el follaje seco durante la combustión, éstos pueden producir algunos compuestos orgánicos persistentes de preocupación ambiental.<sup>82</sup> Por ejemplo, el oxiclورو de cobre, usado para combatir hongos como la mancha púrpura,<sup>83</sup> contiene no sólo cloro sino cobre, que actúa como catalizador para formar dioxinas.<sup>84</sup>



Foto: Cortesía del Peticionario.

#### **4. Acciones emprendidas por México para la aplicación efectiva de los artículos 144, 146 y 172 del REEPMA en relación con la puesta en marcha de sistemas de medición de la calidad del aire y las medidas de acción correspondientes**

81. El Peticionario asevera que en el municipio de Caborca, Sonora, se realizan quemas de residuos agrícolas de cultivo de espárrago sin que sea posible determinar “en qué medidas [sic] se rebasan los límites máximos permisibles de la calidad del aire”. El Peticionario sostiene que el municipio de Caborca no está aplicando de manera efectiva los artículos 144, 146 y 172 del REEPMA, los cuales establecen criterios para la prevención y control de la contaminación atmosférica, las atribuciones en la materia de la DDUE del municipio de Caborca y la obligación de la DDUE de establecer y operar sistemas de monitoreo de la calidad del aire.<sup>85</sup>
82. Tal como se expuso en párrafos anteriores (apartado 2.1.2), el artículo 144 del REEPMA establece criterios para la prevención y control de la contaminación atmosférica, mientras que los artículos 146: fracción IV y 172 del REEPMA establecen el ámbito de competencia de la DDUE para controlar, establecer y operar sistemas de monitoreo de la calidad del aire y emitir los reportes locales de monitoreo atmosférico para integrarse al Sistema Nacional de Información Ambiental.
83. La Estrategia Nacional de Calidad del Aire 2017-2030 define el sistema de monitoreo de la calidad del aire como un “conjunto de estaciones e instrumentos de recolección y evaluación sistemática de muestras ambientales como el aire”.<sup>86</sup> La normatividad ambiental define al monitoreo atmosférico como el “conjunto de metodologías diseñadas para muestrear, analizar y procesar en forma continua y sistemática las concentraciones de sustancias o de contaminantes presentes en el aire”.<sup>87</sup> La finalidad de un sistema de monitoreo es proporcionar información oportuna a la población y a las autoridades, quienes podrán tomar las decisiones pertinentes a efecto de proteger la salud de la población y del medio ambiente, así como evaluar tendencias y determinar si existe un deterioro o mejora de la calidad del aire en el tiempo; evaluar los resultados de programas y medidas de control de la contaminación; alimentar modelos de calidad del aire y corroborarlos, entre otros propósitos. Para determinar la ubicación de las estaciones de monitoreo se toman en cuenta, además del objetivo del monitoreo, factores como densidad de población, distribución de fuentes de emisión, meteorología y topografía.<sup>88</sup> En los documentos del Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de Sonora, 2017-2026 (“ProAire-Sonora”) se define al monitoreo como la “medición periódica para determinar los niveles de contaminación en varios medios”.<sup>89</sup>
84. En México, la gestión de la calidad del aire se ha venido sistematizando a través de los Programas de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire), que se definen por estado, ciudad o cuenca atmosférica. Los ProAire son programas que establecen acciones con el fin de controlar o disminuir contaminantes atmosféricos emitidos por las actividades humanas en una región determinada y con un impacto en la salud y el medio ambiente.<sup>90</sup> Si bien la medición de la calidad del aire se inició en 1958,<sup>91</sup> fue en 1971 cuando se instaló la primera Red Manual de Monitoreo Atmosférico en la Ciudad de México, que en 1986 daría lugar a la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA). El primer programa formal para combatir la contaminación atmosférica, el Programa Integral para el Control de la Contaminación Atmosférica 1990-1994 (PICCA), dio pie a la elaboración e instrumentación de un programa sistémico e integrador cuyo propósito general fue proteger la salud de la población: el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000, es decir, el ProAire.<sup>92</sup>

85. En el país se cuenta actualmente con 30 programas ProAire.<sup>93</sup> El ProAire-Sonora se puso a disposición del público antes de la finalización de este expediente de hechos. En el ámbito municipal, la ciudad de Nogales, Son., cuenta con un programa vigente;<sup>94</sup> sin embargo, Caborca no cuenta con un instrumento semejante. Cabe hacer notar que si bien el Secretariado tuvo acceso al proyecto del ProAire-Sonora durante la elaboración de la versión final del expediente de hechos, no se contó con el nivel de detalle suficiente que llevara a modificar las cifras que aquí se presentan.
86. En Sonora, el monitoreo de contaminantes atmosféricos se ha realizado, aunque de manera irregular, desde 1989, en el marco del Programa Ambiental Fronterizo y el Programa Ambiental Mexicano. Las actividades de medición han tenido lugar en once municipios sonorenses, pero en ningún caso figura el municipio de Caborca.<sup>95</sup> A pesar de los esfuerzos del estado de Sonora para lograr la medición de la calidad del aire, hasta hoy sólo en las estaciones de Nogales y Hermosillo se cuenta con datos de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>. Si bien existen datos de las estaciones de Agua Prieta y San Luis Río Colorado, éstas no han operado de manera continua.<sup>96</sup>
87. Los sistemas de monitoreo de calidad del aire siguen una estricta normatividad y control de calidad por cuanto a la recopilación y registro de datos. La NOM-156-SEMARNAT-2012 (NOM-156)<sup>97</sup> fija las condiciones mínimas que deben observarse para el establecimiento y operación de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Esta norma —emitida por autoridades federales— es aplicable a aquellas zonas o centros de población en alguno de los casos siguientes:<sup>98</sup>
- a) asentamientos humanos con más de 500 mil habitantes;
  - b) zonas metropolitanas;
  - c) asentamientos humanos con emisiones a la atmósfera superiores a 20 mil Mg (toneladas) anuales de contaminantes criterio primarios;
  - d) conurbaciones, y
  - e) actividad industrial, que —por sus características— requiera el establecimiento de estaciones de monitoreo de calidad del aire y de muestreo de contaminantes atmosféricos.
88. Caborca, sin embargo, no reúne ninguno de los criterios señalados en la NOM-156: su población es de 81,309 habitantes (2010); no es una zona metropolitana, de acuerdo con los indicadores publicados por el Consejo Nacional de Población (Conapo),<sup>99</sup> ni tampoco se realizan en su territorio actividades industriales que ameriten el monitoreo de la calidad del aire. En todo caso, podría considerarse la posibilidad de que las actividades de quema de residuos agrícolas resulten en un volumen superior a los 20 mil Mg de contaminantes criterio emitidos anualmente a la atmósfera. Con todo, el Secretariado obtuvo información que indica que las emisiones de contaminantes criterio por la quema de residuos de espárrago en Caborca no exceden los 20 mil Mg/año (véase el cuadro 7).
89. Tanto los métodos de medición para determinar la concentración de contaminantes criterio como los parámetros con base en los cuales se determina la calidad del aire ambiente se encuentran reglamentados por las normas oficiales mexicanas expedidas por la Semarnat y, en su caso, con la participación de la Secretaría de Salud. Las NOM en materia de contaminantes criterio son obligatorias para las autoridades federales y locales que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, las cuales deben tomar como referencia los valores e indicadores en dichas normas.<sup>100</sup>
90. Las NOM que establecen los métodos de medición y procedimientos de calibración de equipo para determinar la concentración de contaminantes criterio en el aire ambiente —monóxido de carbono (CO), partículas suspendidas totales (PST), ozono (O<sub>3</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)— son, respectivamente, la NOM-034-SEMARNAT-1993,<sup>101</sup> la NOM-035-SEMARNAT-1993,<sup>102</sup>

la NOM-036-SEMARNAT-1996,<sup>103</sup> la NOM-037-SEMARNAT-1993<sup>104</sup> y la NOM-038-SEMARNAT-1993.<sup>105</sup> Estas normas tienen como fin establecer los métodos, técnicas y procedimientos estandarizados para medir y dar seguimiento a las concentraciones de una sustancia o contaminante presente en el aire en un lugar y en un tiempo determinados.

91. Asimismo, la Semarnat, en coordinación con la Secretaría de Salud, ha emitido las normas NOM-020-SSA-1993 a NOM-026-SSA1-1993, que establecen las concentraciones permisibles para contaminantes criterio —ozono (O<sub>3</sub>),<sup>106</sup> monóxido de carbono (CO),<sup>107</sup> dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>),<sup>108</sup> dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>),<sup>109</sup> partículas suspendidas totales (PST),<sup>110</sup> partículas menores a 10 micrómetros (PM<sub>10</sub>),<sup>111</sup> partículas menores a 2.5 micrómetros (PM<sub>2.5</sub>)<sup>112</sup> y plomo (Pb)<sup>113</sup>— con el propósito de que la calidad del aire sea “satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país.”<sup>114</sup>
92. En resumen, el municipio de Caborca utiliza de manera regular los formularios guía contenidos en la NOM-015 para aspectos relativos al control del fuego.<sup>115</sup> Sin embargo hay que aclarar que la norma no tiene como orientación principal el control de la contaminación atmosférica derivada de la quema de residuos agrícolas, sino el control de estas actividades en áreas forestales. Por otro lado, la instrumentación de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire que refiere el reglamento municipal —el REEPMA— estaría sujeta al marco normativo para la recopilación y reporte de datos (NOM-156); el uso de técnicas y procedimientos estandarizados de medición según el contaminante criterio cuya concentración se esté determinando de acuerdo con las NOM-034 a NOM-038, y la comparación de resultados contra los límites permisibles de contaminantes establecidos en las normas NOM-020-SSA1 a NOM-026-SSA1. Es decir, las actividades de medición y control de contaminantes que establece el REEPMA encuentran una normatividad precisa que sería necesario considerar en la aplicación del reglamento.
93. Por otro lado, si bien en la información obtenida por el Secretariado respecto de la preparación de un programa de gestión de la calidad del aire en Caborca se menciona la elaboración de un diagnóstico,<sup>116</sup> el municipio enfrenta diversos obstáculos al respecto, pues en principio de cuentas no existen guías para la preparación de diagnósticos de calidad del aire que puedan orientar a la autoridad municipal. Por ejemplo, para realizar un diagnóstico sería necesario recabar datos a partir de una red de monitoreo atmosférico y seguir los requisitos establecidos en la NOM-156 —misma que, por sus características, no es aplicable a esta localidad—, lo cual implicaría contar con un presupuesto y personal técnico adecuado. A ello se suma el hecho de que una estrategia entraña, además, el establecimiento de acuerdos con otros organismos gubernamentales y de la sociedad civil.<sup>117</sup>

#### 4.1 Emisiones de la quema de residuos del desvare de espárrago en Caborca

94. La quema de residuos del desvare del cultivo de espárragos genera emisiones que se dispersan según las condiciones climáticas, particularmente la temperatura y la velocidad del viento. En la figura 15 se muestra una imagen satelital de la dispersión del humo de quemas presumiblemente agrícolas en el estado de Sonora, en la cual destaca una de las plumas cercanas a Caborca (Heroica Caborca en la figura) que cubre un área de casi 10 km de ancho por 30 km de largo en dirección sureste.
95. Para determinar las emisiones derivadas de la quema de espárrago en Caborca, Sonora, el Secretariado realizó una búsqueda exhaustiva en los inventarios de emisiones elaborados por diversas instituciones públicas. El cuadro 5 resume los inventarios consultados.
96. Los inventarios listados en el cuadro 5 consideran contaminantes criterio y gases de efecto invernadero emitidos por distintos tipos de cultivo. La diferencia más significativa entre estos instrumentos de registro estriba en su nivel de detalle, pues presentan datos a escalas nacional (INEGEI 2013 y Sagarpa 2010), estatal (Cocef 2015) y municipal (INEM 2013 y ProAire-Sonora 2014). Sin embargo, los inventarios no

Figura 15. Imagen satelital de dispersión de humo de quemas presumiblemente agrícolas



Fuente: Elaboración propia con información de: National Aeronautics and Space Administration (2013-2017), en: <<https://goo.gl/gsziry>> (consulta del 8 de enero de 2018).

Cuadro 5. Sinopsis de inventarios de emisiones del estado de Sonora

Identificador	Organización	Inventario	Año base	Cobertura	Resolución geográfica	Emisiones	Quemas agrícolas de...
INEM 2013	Semarnat	INEM	2013	Nacional	Municipio de Caborca	CC	Caña de azúcar (zafra)
ProAire Sonora 2014	Gobierno del Estado de Sonora	ProAire-Sonora	2014	Estatad	Parcialmente municipal	CC	No detallado
Cocef 2015	Cocef	Emisiones de GEI en Sonora	2015	Estatad	Estado de Sonora	GEI	Avena forrajera, cebada, elote, maíz, centeno en verde y trigo
INEGEI 2013	INECC	INEGEI	2013	Nacional	Nacional	GEI	114 cultivos, 99% superficie cultivada
Sagarpa 2010	Sagarpa	Línea de base*	2010	Nacional	Nacional	GEI	Caña de azúcar (zafra)

Fuentes: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat); Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (Cocef); Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC); Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa).

CC = contaminantes criterio; GEI = gases de efecto invernadero; INEGEI = Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero; INEM = Inventario Nacional de Emisiones de México.

\* Línea de base de Programa de Sustentabilidad de los Recursos Naturales.

incluyen información sobre el tipo de fuente (es decir, son registros de “baja resolución”). Los datos registrados no precisan si las emisiones derivadas de la quema de espárrago se consideraron o no. Lo que sí es posible determinar es que el registro del Inventario Nacional de Emisiones, 2013 (INEM 2013) —único inventario que permite hacer una comparación de datos a nivel municipal por fuente de emisión— presenta emisiones subestimadas para Caborca (véase el párrafo 102 *infra*).

97. Para complementar la falta de datos en los inventarios existentes, el Secretariado de la CCA realizó —con el apoyo del Dr. Arturo Keer,<sup>118</sup> físico de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) especializado en combustión y medición de la contaminación— una estimación basada en la metodología del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). La metodología del IPCC para emisiones de contaminantes considera la cantidad de biomasa —espárrago en este caso— sometida a quema por unidad de área y la superficie total dedicada al cultivo (y quema) en hectáreas. La memoria de cálculo del Dr. Keer se presenta en el apéndice 6.
98. La quema de residuos del cultivo de espárrago no produce un efecto neto en la emisión de CO<sub>2</sub> pues de acuerdo con la metodología del IPCC no hay una acumulación neta de existencias de carbono en biomasa. Empero, la quema de biomasa sí genera otros gases de efecto invernadero y precursores de GEI, como monóxido de carbono, metano, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles distintos del metano.<sup>119</sup>
99. Para obtener las emisiones de contaminantes generadas por la quema de residuos del cultivo de espárrago utilizando el método nivel 1 del IPCC, se multiplica la cantidad estimada de biomasa quemada en un área determinada por el factor de emisión del contaminante correspondiente. El Consejo de Recursos Atmosféricos de California (*California Air Resources Board, CARB*)<sup>120</sup> informa que para cultivos de espárrago la cantidad de biomasa quemada es de 3.36 toneladas por hectárea (ton/ha). Los resultados obtenidos para contaminantes criterio y GEI se muestran en el cuadro 6. Para la temporada 2017, el espárrago cultivado (y, por ende, quemado) en Caborca cubrió un área de 10,171 hectáreas, con lo que se obtiene un total estimado de 34,200 toneladas anuales de biomasa seca sometidas a quema.<sup>121</sup>
100. En el cuadro 6 se muestran los factores de emisión utilizados para estimar las emisiones tanto de gases de efecto invernadero (GEI) como de contaminantes criterio.
101. En el cuadro 7 se presentan los resultados de la estimación de las emisiones por quema de residuos del desvare del cultivo de espárrago en Caborca, Sonora, realizada por el Dr. Keer, experto en quien se apoyó el Secretariado.



Foto: Cortesía del Peticionario.

Cuadro 6. Factores de emisión utilizados en la estimación de las emisiones por quema de residuos del desvare del cultivo de espárrago en Caborca

Inventario	Compuesto	Factor de emisión (g/kg)	Fuente
Gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>	1515	[a]
	CH <sub>4</sub>	2.7	[a]
	N <sub>2</sub> O	0.1	[a]
Contaminantes criterio	PM <sub>10</sub>	20	[b]
	PM <sub>2.5</sub>	19.7	[b]
	SO <sub>2</sub>	0.3	[b]
	CO	75	[b]
	NO <sub>x</sub>	2.2	[b]
	COV	33	[b]
	NH <sub>3</sub>	1.2	[b]

[a] H. Aalde et al. (2006), *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, vol. 4: *Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra*, cap. 2: "Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierra", cuadro 2.5, p. 47; disponible en: <<https://goo.gl/w7cRU8>>.

[b] CARB (2008), *Smoke Emission Estimation: Agricultural Burning and Other Managed Burns*, "Managed Burn Emission Factor Table" [cuadro con factores de emisión de la quema controlada de residuos agrícolas, en hoja de cálculo Excel: mngdburnemissionfactors.xls], California Air Resources Board, última revisión: junio de 2008; disponible en: <<https://goo.gl/W9LPaZ>> (consulta del 5 de diciembre de 2017).

Cuadro 7. Estimación de las emisiones por quema de residuos del desvare del cultivo de espárrago en Caborca

Inventario	Compuesto	Emisiones del compuesto (Mg/año)	Emisiones en equivalentes de CO <sub>2</sub> (Mg CO <sub>2</sub> -eq/año)
Gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>	51,813.8	*
	CH <sub>4</sub>	92.3	2,585.6
	N <sub>2</sub> O	2.4	634.4
Contaminantes criterio	PM <sub>10</sub>	684.0	
	PM <sub>2.5</sub>	672.7	
	SO <sub>2</sub>	10.4	
	CO	2,565.0	4,617.1
	NO <sub>x</sub>	76.8	
	COV	1,128.6	
	NH <sub>3</sub>	40.5	
Total de emisiones de GEI (en Mg CO <sub>2</sub> -eq/año)			7,837.0

Fuente: Elaboración propia, con base en: CARB (2008), *Smoke Emission Estimation: Agricultural Burning and Other Managed Burns*, "Managed Burn Emission Factor Table" [cuadro con factores de emisión de la quema controlada de residuos agrícolas, en hoja de cálculo Excel: mngdburnemissionfactors.xls], California Air Resources Board, última revisión: junio de 2008; disponible en: <<https://goo.gl/W9LPaZ>> (consulta del 5 de diciembre de 2017).

\* La quema de cultivo de espárrago no genera emisiones netas de CO<sub>2</sub> puesto que el cultivo fija el carbono de la atmósfera, el cual es liberado al quemarse.

102. El INEM 2013 —único inventario que permite la comparación a escala municipal— sólo considera las emisiones de quemas agrícolas de la zafra de caña de azúcar que se reportan en Caborca. Ello resulta en una significativa subestimación de emisiones cuando se les compara con las estimaciones hechas por el Dr. Keer, si se considera la quema del espárrago. Como se observa en el cuadro 8, las estimaciones de emisiones de quemas agrícolas del INEM 2013 representan entre 2 y 19 por ciento de las emisiones estimadas para la quema de residuos del desvare de espárrago.

**Cuadro 8. Comparación de las emisiones por quema de residuos del desvare del cultivo de espárrago en Caborca: CCA 2017 vs. INEM 2013**

Inventario	Compuesto	CCA 2017 <sup>[1]</sup> (Mg/año)	INEM 2013 <sup>[2]</sup> (Mg/año)	% del INEM 2013 respecto de CCA 2017
Gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>	51,813.8		No disponible
	CH <sub>4</sub>	92.3	10.5	11%
	N <sub>2</sub> O	2.4		No disponible
Contaminantes criterio	PM <sub>10</sub>	684.0	36.2	5%
	PM <sub>2.5</sub>	672.7	34.4	5%
	SO <sub>2</sub>	10.4	2.0	19%
	CO	2,565.0	296.5	12%
	NO <sub>x</sub>	76.8	11.7	15%
	COV	1,128.6	23.1	2%
	NH <sub>3</sub>	40.5	5.9	15%

[1] Emisiones por quema de residuos del desvare del cultivo de espárrago en Caborca, Sonora (calculadas considerando biomasa de espárrago).

[2] Emisiones por quema de residuos agrícolas en Caborca, Sonora (calculadas considerando sólo biomasa de caña de azúcar).

Fuente: Elaboración propia, con datos del INEM 2013 y del ProAire-Sonora.

103. El inventario de emisiones incluido en el ProAire-Sonora reviste especial relevancia porque su objetivo consiste en tener una base para el establecimiento de las medidas de control de emisiones contaminantes que ayuden a mejorar la calidad del aire en las zonas urbanas de esta entidad.<sup>122</sup> Sin embargo, el nivel de detalle presentado en dicho documento no es suficiente para saber si en sus cálculos se incluyó la quema de residuos del cultivo de espárragos: el ProAire-Sonora no especifica cuáles cultivos se consideran para la estimación de emisiones por quema agrícola. Cabe señalar que las emisiones correspondientes a quemas agrícolas en el estado de acuerdo con el inventario del ProAire-Sonora son en promedio 33% menores que las estimadas en el inventario nacional (INEM 2013) (véase el cuadro 9).
104. Como se mencionó en el párrafo 102, las emisiones de quemas agrícolas del municipio de Caborca reportadas en el INEM 2013 están subestimadas pues sólo consideran la caña de azúcar, cultivo cuyos porcentaje de quema y biomasa difieren de los del espárrago. Así, dada la información disponible, es muy probable que las emisiones del ProAire-Sonora hayan sido también subestimadas. Al comparar las emisiones totales derivadas de la quema agrícola de residuos agrícolas en todo el estado registradas en el ProAire-Sonora con las emisiones de la quema del desvare del cultivo de espárrago en Caborca calculadas por el experto del Secretariado (Dr. Keer), se observa que estas últimas representan, en promedio, 12% de las calculadas para todo el estado de Sonora (véanse el cuadro 9 y el apéndice 6).

Cuadro 9. Emisiones de la quema agrícola en Sonora y emisiones estimadas de la quema de residuos del desvare del cultivo de espárrago en el municipio de Caborca

Compuesto	CCA 2017 <sup>[1]</sup> (Mg/año)	INEM 2013 <sup>[2]</sup> (Mg/año)	ProAire-Sonora 2014 <sup>[2]</sup> (Mg/año)	Razón CCA y ProAire
PM <sub>10</sub>	684.0	6,335.0	4,003.9	17%
PM <sub>2.5</sub>	672.7	6,026.2	3,803.2	18%
SO <sub>2</sub>	10.4	388.5	283.3	4%
CO	2,565.0	61,291.5	41,742.0	6%
NO <sub>x</sub>	76.8	2,237.9	1,504.2	5%
COV	1,128.6	5,157.8	3,488.4	32%
NH <sub>3</sub>	40.5	1,226.7	835.4	5%
Valor promedio:				12%

[1] Emisiones por quema de residuos del desvare del cultivo de espárrago en Caborca, Sonora.

[2] Emisiones por quema de residuos agrícolas en el estado de Sonora.

Fuente: Elaboración propia, con datos del INEM 2013 y del ProAire-Sonora.

105. El inventario de emisiones para el estado de Sonora elaborado por la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (Cocef) es interesante porque presenta proyecciones de las emisiones de GEI hasta el año 2020. En contraste, el inventario generado por la Sagarpa —con auspicio de la FAO— como referencia inicial (línea de base) para el programa de sustentabilidad de los recursos naturales resulta relevante precisamente porque sirvió para establecer el indicador de emisiones de GEI del sector agropecuario con el objeto de contar con un escenario de referencia que permitiera analizar el impacto de las acciones realizadas por la Sagarpa para reducir las emisiones de GEI y, con ello, mitigar el cambio climático.
106. Por otra parte, el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI 2013), elaborado por el INECC, es la versión más actualizada del inventario que cuenta con mayor sistematización y desagregación de los datos de actividad para el sector agropecuario. Las emisiones correspondientes a quemas de residuos agrícolas se basan en datos sobre volúmenes de producción de 114 cultivos que cubren 99% de la superficie cultivada de México. Dichos datos son accesibles mediante las bases de datos que publica la Sagarpa,<sup>123</sup> cuya aplicación para la estimación de emisiones se describe en una publicación del INECC.<sup>124</sup> Sin embargo, al consultar la base de datos disponible en la página de la Sagarpa, no se encontraron datos de cultivo de espárrago. El cuadro 10 compara las emisiones de espárrago en Caborca estimadas por el experto del Secretariado (CCA 2017) con las emisiones de quema agrícola registradas en los inventarios de alcance nacional (INEGEI 2013 y Sagarpa 2010) y estatal (Cocef 2015) para dar una idea de su magnitud.
107. Tal como se puede apreciar en el cuadro 10, el valor usado como indicador de referencia o línea de base para las metas de reducción de GEI (emisiones totales de 140,028 Mg CO<sub>2</sub>-eq/año, en el inventario Sagarpa 2010) es casi diez veces menor que el valor más actual (1,330,045 Mg CO<sub>2</sub>-eq/año, en INEGEI 2013), lo cual puede explicarse por el cambio de metodología de cálculo. Con respecto al inventario de la Sagarpa, las emisiones estimadas de la quema de residuos del desvare de espárrago del municipio de Caborca representan 0.59% de las emisiones por quema de residuos agrícolas del país, siendo que la superficie cultivada con espárrago en Caborca representa apenas 0.045% del total de la superficie nacional cultivable.<sup>125</sup>

Cuadro 10. Emisiones de GEI y precursores (en Mg CO<sub>2</sub>-eq/año) de quemas agrícolas estimadas en diferentes inventarios

Compuesto	Quema residuos desvare espárrago: Caborca	Quema residuos agrícolas: nacional	Quema residuos agrícolas: nacional	Quema residuos agrícolas: Sonora
	CCA 2017	INEGI 2013	Sagarpa 2010	Cocef 2015
CH <sub>4</sub>	2,585.6	1,046,941.0	56,280.0	30,000.0
N <sub>2</sub> O	634.4	283,104.0	7,950.0	
CO	4,617.1		75,798.0	
Total de emisiones de GEI	7,837.0	1,330,045.0	140,028.0	30,000.0

Fuente: Elaboración propia, con datos de los diferentes inventarios citados.

## 4.2 Acciones de aplicación del municipio de Caborca

108. El Secretariado solicitó al municipio de Caborca información en torno a la aplicación de los artículos 144, 146 y 172 del REEPMA relativos a la incorporación de criterios para la prevención y control de la contaminación atmosférica en las acciones de control de la quema de residuos agrícolas; el ejercicio de las atribuciones en la materia, y el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire.<sup>126</sup>
109. Respecto de la aplicación de criterios previstos en los artículos 144, 146 y 172 del REEPMA, el municipio señaló que el 28 de abril de 2017 la Asociación de Productores de Frutas y Hortalizas de Caborca, A.C. (Profyh) sometió ante la Sagarpa una propuesta para el monitoreo de fuentes de contaminación presentada en el marco del Programa de Fomento a la Agricultura. Dicho programa otorga incentivos económicos en zonas con potencial productivo medio y alto, en cultivos prioritarios y con potencial de mercado.<sup>127</sup> La propuesta fue elaborada por la Universidad de Sonora y las actividades relacionadas con la calidad del aire se transcriben a continuación:<sup>128</sup>
1. Conocer el nivel de contaminación ambiental ocasionado por humo, y determinar el grado de contaminación de cada afluente.
 

**Actividad:** Tomar muestras de humo ocasionado por quema de basura, productos agrícolas y vehículos de la región de Caborca, y analizar los principales contaminantes.

**Meta:** Determinar el nivel de los principales elementos contaminantes.
110. El proyecto presentado por la Profyh propone el muestreo de prácticamente todas las fuentes de contaminación en la ciudad de Caborca, incluidos desechos derivados de ganado bovino y porcino, aguas residuales, actividades mineras, polvo y radiación solar. La propuesta establece que cada objetivo se tomará como una investigación independiente y que se realizarán muestreos semanales hasta sumar 312 al año. La propuesta no elabora mayores detalles sobre la metodología, como normatividad de referencia, cadena de custodia, control de calidad, elaboración de informes, revisión por pares, etcétera. Tampoco se cuenta con precisión sobre el monto solicitado, pues el texto de la propuesta señala que “el costo total del proyecto es de \$2'000,000.00 (un millón quinientos mil pesos M/N) [sic]”.<sup>129</sup>

111. Respecto de las acciones para instrumentar un sistema de monitoreo atmosférico, el municipio de Caborca informó durante la Reunión de Trabajo con el Secretariado que establecería contacto con la CEDES a fin de solicitar apoyo técnico para efectuar las actividades de planeación. Asimismo, el director general de gestión ambiental de la CEDES informó que el equipo de monitoreo atmosférico estaría disponible para su uso por parte del municipio.<sup>130</sup> No obstante, el Secretariado no obtuvo posteriormente información alguna sobre si se concretaron acciones específicas.
112. El ProAire-Sonora prevé la inclusión del municipio de Caborca en la instrumentación del programa,<sup>131</sup> y de acuerdo con información previa obtenida por el Secretariado, las quemas agrícolas, la quema de basura y el uso de plaguicidas se perciben entre la población como las principales fuentes de contaminación.<sup>132</sup> En el cuadro 11 figuran algunas de las actividades de control de quemas agrícolas que comprende el programa ProAire-Sonora entre 2017 y 2026.

**Cuadro 11. Acciones programadas en el ProAire-Sonora**

Acciones y descripción	Indicador	Cronograma (año)									
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Incluir en reglamentos municipales la regulación de quemas agrícolas	Reglamento actualizado										
Definir técnicas sustentables para la eliminación o uso de biomasa	Técnicas definidas										
Definir protocolo para quemas	Protocolo anual de quemas										
Capacitar en el uso de técnicas sustentables para la eliminación o uso de biomasa	Cursos de capacitación										

Fuente: ProAire-Sonora, pp. 124-125.

113. Tales acciones y medidas consisten en la regulación de las quemas agrícolas y la promoción de técnicas sustentables para el uso de la biomasa resultante de la cosecha agrícola; sin embargo, la responsabilidad de su implementación se asigna en el ProAire-Sonora, mediante un presupuesto de tres millones de pesos, sólo a los municipios de Cajeme y Navojoa, sin mención alguna del municipio de Caborca.<sup>133</sup>
114. Si bien el ProAire-Sonora incluye la promoción de mejores prácticas durante la quema agrícola,<sup>134</sup> por la naturaleza y alcance del documento no se precisan las actividades que podrían incorporarse para evitar, disminuir o prevenir las emisiones derivadas de la quema de residuos agrícolas. Por otro lado, se propone implementar un monitoreo de calidad del aire en las ciudades que cuentan ya con el equipo. En todo caso, existe un programa de contingencias atmosféricas del estado de Sonora, cuya instrumentación es responsabilidad de la Comisión de Ecología del Estado de Sonora (CEDES).<sup>135</sup>

## 5. Acciones emprendidas por México para la aplicación efectiva del artículo 167 del REEPMA, respecto de la instrumentación de las medidas necesarias para prevenir y controlar contingencias por contaminación atmosférica

115. El Peticionario asevera que el artículo 167 del REEPMA<sup>136</sup> confiere a la DDUE la facultad de tomar las medidas necesarias para prevenir y controlar las contingencias ambientales por contaminación atmosférica que pudieran afectar a la población. El Peticionario sostiene también la falta de aplicación de dichas medidas durante la época de quema de residuos agrícolas ocasiona que se excedan “muy seguido” los parámetros de calidad del aire.<sup>137</sup>
116. Como se señaló en el apartado 2.1.2, el artículo 167 del REEPMA establece:
- Artículo 167.** El Ayuntamiento, por conducto de la Dirección [DDUE] y en coordinación con la Unidad Municipal de Protección Civil, *tomará las medidas necesarias para prevenir y controlar contingencias ambientales por contaminación atmosférica* para un sector y/o población en general del Municipio, cuando se excedan los parámetros de calidad del aire que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas [énfasis añadido].
117. Un primer aspecto es que la instrumentación de medidas para prevenir y controlar contingencias ambientales ocurrirá “cuando se excedan los parámetros de calidad del aire”, lo que presupone medir los contaminantes atmosféricos. En segundo lugar, el término “contingencia ambiental” se encuentra definido en diversos instrumentos. Tanto el artículo 3: fracción VIII de la LGEEPA como el artículo 3: fracción XI de la LEEPAS lo definen como una “situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas”. Al consultar información sobre los diversos programas de control de la contaminación ambiental, se identificó que éstos cuentan con mecanismos para activar una “contingencia ambiental”.<sup>138</sup>
118. Durante la Reunión de Trabajo con el Secretariado, el municipio de Caborca informó que, ante la carencia de un sistema de monitoreo de contaminantes, el ayuntamiento de Caborca puede decretar una contingencia ambiental cuando se observa la falta de visibilidad ocasionada por las emisiones de quema de residuos agrícolas. Asimismo, se señaló que se activa una contingencia cuando se realiza una quema de más de 400 hectáreas por día. A la fecha, las autoridades municipales no cuentan con otro parámetro o sistema de medición objetivo que les permita decretar una contingencia a partir de la medición de contaminantes atmosféricos. En caso de decretarse una contingencia, se suspenden las actividades de quema de residuos agrícolas. A pregunta expresa del Secretariado, las autoridades precisaron que no se realizan otras medidas de prevención de riesgo para la población de Caborca.
119. Los *Lineamientos para la quema controlada* contienen de manera general la intención del municipio de Caborca de realizar el monitoreo de la calidad del aire. El texto indica que luego de reuniones sostenidas con la Proaes, el ayuntamiento de Caborca y la Profyh con el propósito de reducir las contingencias ambientales, se acordó solicitar apoyo técnico a la Semarnat:
- Que en fecha 27 de octubre de 2016, para dar cumplimiento al acuerdo arriba descrito, se envió a la Delegación de la Semarnat en el estado de Sonora, [un] proyecto para la medición de calidad del aire en el municipio elaborado por la Universidad de Sonora, Unidad Regional Norte. Esto con el objetivo de contar con los sistemas de monitoreo necesarios para evaluar la calidad del aire durante todo el año.<sup>139</sup>
120. Por cuanto al “proyecto para la medición de calidad del aire” presentado a la Sagarpa (mencionado en el apartado 4.2 *supra*), se carece de más información sobre el estado de avance. Asimismo, no resulta del todo clara la razón por la cual la Sagarpa otorgaría fondos para actividades de monitoreo de la contaminación.

## 6. Acciones emprendidas por México para la aplicación de los artículos 169 y 151 del REEPMA, por cuanto a la emisión de los permisos correspondientes a la quema de residuos agrícolas y la prohibición de emitir contaminantes que rebasen los niveles máximos permisibles aplicables a la quema de residuos agrícolas

### 6.1 Emisión de los permisos correspondientes

121. El Peticionario asevera que no se han emitido los correspondientes permisos para la quema a cielo abierto y que la DDUE únicamente “inform[ó] del calendario de quemas”. Sostiene, además, que esto contraviene el artículo del REEPMA que estipula que dicha actividad requiere permiso previo de la DDUE.<sup>140</sup>
122. El artículo 169 del REEPMA establece los requisitos para la obtención del permiso de quema a cielo abierto:

**Artículo 169.** Para obtener el permiso a que se refiere el artículo anterior, el interesado deberá presentar a la Dirección, una solicitud por escrito, cuando menos con quince días hábiles de anticipación a la fecha en que se realice el evento, entregando copia a la autoridad agraria correspondiente y la unidad municipal de protección civil, justificando ampliamente el motivo por el que requiere dicha acción. La Dirección analizará dicha solicitud y resolverá, en un plazo no mayor de quince días hábiles, aprobando, condicionando o negando el permiso.
123. Los representantes de la Profyh enviaron un ejemplo del formulario sobre el aviso de uso de fuego en terrenos forestales y en terrenos de uso agropecuario conforme a la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007. El formulario utilizado para la obtención del permiso incluye la información pertinente para identificar al productor, el periodo en que se realizará la quema, el tipo de terreno, el método de quema y el propósito, entre otros. El apéndice 4 de este expediente de hechos contiene una transcripción del formulario utilizado por los productores en Caborca. Una vez presentada la solicitud por escrito, la DDUE emite el permiso correspondiente condicionando la quema a cierto calendario y un horario de 11:00 a 15:00 horas.
124. El municipio de Caborca no proporcionó información al Secretariado sobre el número de productores y de permisos de quema agrícola solicitados, ni tampoco sobre la cantidad de permisos otorgados o negados por la autoridad. Ello concuerda con una aseveración central de la petición: la falta de control municipal por cuanto a la solicitud, obtención y seguimiento de permisos de quema agrícola, así como a las sanciones pertinentes.
125. Según la información de la Profyh proporcionada durante la Reunión de Trabajo con el Secretariado, el exceso de área o la realización de actividades de quema fuera del horario establecido son las bases para imponer una multa. No se precisaron otras medidas o parámetros ambientales que determinen una infracción.

### 6.2 Prohibición de emisiones que rebasen los límites máximos permisibles

126. El Peticionario asevera que el artículo 151 del REEPMA prohíbe las quemas a cielo abierto en los casos en que se vislumbre un posible impacto en la calidad del aire y, por tanto, un desequilibrio ambiental, lo cual —según asevera— sucede durante la quema de residuos agrícolas.<sup>141</sup>
127. El artículo 151 del REEPMA establece:

**Artículo 151.** Queda prohibida la quema a cielo abierto de los residuos sólidos urbanos, así como del material vegetal resultante de la limpia, desmonte o despalme de cualquier terreno, para efectos de construcción o cualquier otro fin. El Municipio solamente podrá expedir autorizaciones en los

supuestos en que la quema no cause un riesgo ambiental o impacte la calidad del aire y se justifique por razones aplicables a juicio de las autoridades respectivas. La incineración, mediante métodos controlados, de cualquier residuo, a excepción de los que la Ley General u otra legislación federal consideren como peligrosos, quedará sujeta a las disposiciones de emisiones señaladas en la Ley Estatal.

128. Así pues, dos son los requisitos para la expedición de autorizaciones de quema a cielo abierto de material vegetal conforme al artículo 151 del REEPMA: i) que la quema no cause un riesgo ambiental o impacte la calidad del aire, y ii) que se “justifique por razones aplicables a juicio de las autoridades respectivas”.<sup>142</sup>
129. De acuerdo con la información derivada de la *Minuta de noviembre de 2015*, los *Lineamientos para la quema controlada* y la Reunión de Trabajo con el Secretariado, las inspecciones relativas a las actividades de quema controlada son realizadas por el personal de la Junta Local de Sanidad Vegetal. El acuerdo con los productores de espárrago es que otorguen a los inspectores de dicha junta acceso a los terrenos de cultivo para determinar si cumplen con el horario pactado y la superficie de quema.
130. Las autoridades del municipio de Caborca permiten la quema diaria de un máximo de 3.5% de la superficie total en la región; es decir, de las 9,000 hectáreas de la región dedicadas al cultivo de espárrago en la temporada 2016-2017, no podrán quemarse más de 315 ha en un día.<sup>143</sup> Según lo afirmado por el municipio, la superficie sujeta a quema se acuerda al inicio de la temporada y se concreta mediante los permisos de quema. Sin embargo, ello no se respalda mediante la documentación correspondiente que refleje las condiciones del artículo 151 del REEPMA, a saber: que no se cause un riesgo ambiental o impacte la calidad del aire y que sea por una razón justificada.
131. Se ha identificado que las regiones de Sapos y La Almita, ambas en el municipio de Caborca, son las más críticas y que, por ello, no se permite a las empresas establecidas en dicha área (Las Tres Californias, Hortícola del Desierto y Exportadora de Caborca) quemar residuos el mismo día.<sup>144</sup>
132. Asimismo, se tiene acordado un horario para realizar actividades de quema agrícola: entre las 11:00 y las 15:00. Se ha determinado no cambiar el horario aunque se observe una mejora en las condiciones atmosféricas que justificara rebasar las horas pactadas.<sup>145</sup> Por otro lado, no se permite la práctica de “recuperar” en otra fecha la superficie no quemada un día. Tampoco se permite rebasar la superficie sujeta a quema con la justificación de que no se llevó a cabo la quema de superficie en días anteriores. Cabe agregar, a manera de contexto, que el Secretariado encontró que, por ejemplo, en los valles de Mexicali e Imperial, en las jurisdicciones de Baja California y California, respectivamente, se determina un día de “no quema” con base en condiciones meteorológicas, comúnmente debido a capas de inversión baja.<sup>146</sup>
133. A más tardar el 30 de noviembre de cada año, los productores deben entregar a la Junta Local de Sanidad Vegetal su programa de quema para dar oportunidad de realizar ajustes en la planeación y programación de las correspondientes actividades de inspección. La información que proporcionaron las autoridades municipales al Secretariado para la elaboración de este expediente de hechos fue de naturaleza general y no se brindaron mayores detalles sobre el número de productores, el área sujeta a quema por cada productor o el registro diario de las actividades de quema.
134. Por otra parte, los productores pagan al municipio \$30.00 (treinta pesos) por hectárea quemada.<sup>147</sup> El ayuntamiento de Caborca impone a la Profyh —organización que agrupa a los productores— una multa o sanción económica de \$25.00 (veinticinco pesos) por hectárea en caso de incumplimiento con los horarios y superficie de quema autorizados. No se brindaron detalles sobre los montos que recaba el municipio de Caborca por este concepto.
135. De acuerdo con la información proporcionada, la imposición de una multa ocurre cuando: i) se queman residuos fuera del horario establecido —entre las 11:00 y las 15:00 horas—, y ii) se excede el área máxima determinada para las actividades de quema agrícola: 315 hectáreas por día. El municipio informó que en una ocasión se impuso una multa, pero no precisó fecha ni monto de la infracción.<sup>148</sup>

## 7. Acciones emprendidas por México para la aplicación del artículo 170 del REEPMA, por cuanto al supuesto daño a la salud pública durante las quemas a cielo abierto

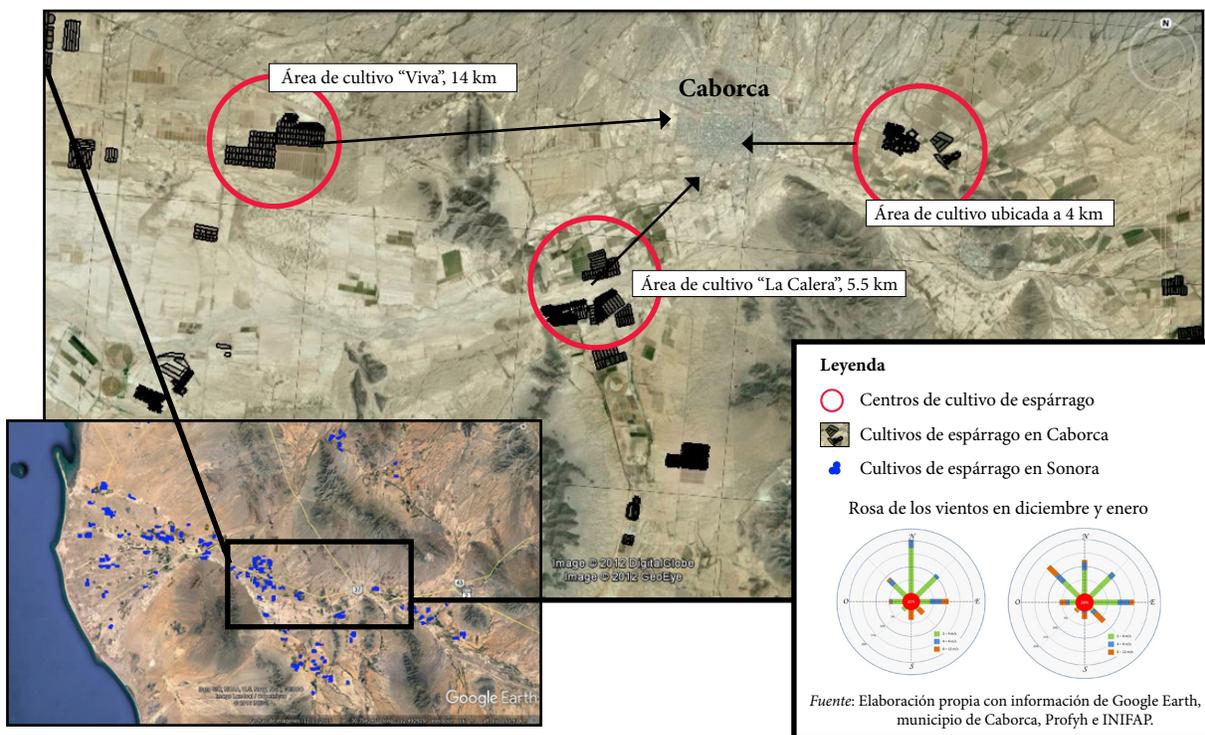
136. El Peticionario asevera que durante la temporada de quema de residuos agrícolas la población del municipio padece de alteraciones de salud que persisten durante “muchos días” y, por lo tanto, estas quemas deberían prohibirse, en concordancia con el artículo 170 del REEPMA.<sup>149</sup> El Peticionario atribuye tales afectaciones a los agroquímicos utilizados durante el periodo de siembra y también a que se contravienen las disposiciones legales aplicables a las quemas, toda vez que éstas se realizan según las condiciones climáticas del municipio y no en cumplimiento de la normativa pertinente.<sup>150</sup>
137. El artículo 170 del REEPMA establece:
- Artículo 170.** El Ayuntamiento no permitirá quemas a cielo abierto cuando se generen contaminantes tóxicos que puedan causar alteraciones, daños o molestias a la salud de la población expuesta, o para quemar residuos sólidos urbanos. Se podrá suspender de manera total o parcial, temporal o definitiva el permiso [...] otorgado cuando se presente algún evento extraordinario de contingencia ocasionado por las combustiones, o cuando las condiciones ambientales y meteorológicas no permitan una adecuada dispersión de los contaminantes.
138. De acuerdo con información del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), una evaluación de impactos en la salud por emisiones de contaminantes atmosféricos comprende cuatro etapas: identificación de contaminantes e impactos a la salud; selección de funciones exposición-respuesta; evaluación de la exposición, y caracterización del impacto.<sup>151</sup>
139. La identificación de contaminantes tiene una relación directa con el tipo de fuente emisora, en la cual —a su vez— se centra u orienta la medida de control. En este caso, los contaminantes seleccionados son los relacionados con la quema de residuos agrícolas. El humo proveniente de la quema de biomasa contiene varios compuestos, incluidos monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), compuestos orgánicos volátiles (COV), benceno, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y partículas menores a 2.5 micrómetros (PM<sub>2,5</sub>).<sup>152</sup> Se ha encontrado además que la quema agrícola es fuente de dioxinas debido a la presencia de residuos de plaguicida en la biomasa.<sup>153</sup> Por otro lado, algunos de los contaminantes emitidos, como las PM<sub>2,5</sub> pueden tener un efecto dañino en la salud humana como resultado de una exposición aguda. En varios estudios epidemiológicos, la exposición a concentraciones de materia particulada se ha vinculado a índices de muerte elevados.<sup>154</sup>
140. Respecto de los efectos en la salud derivados de la exposición a contaminantes emitidos durante la quema agrícola, el cuadro 12 resume los principales impactos de la exposición a concentraciones de contaminantes previstas en las normas de referencia vigentes en México.
141. Las actividades de quema en las inmediaciones de Caborca se localizan a una distancia de entre 3.5 y 25 kilómetros de la ciudad, como se muestra en la figura 16.

Cuadro 12. Contaminantes criterio y recomendaciones de la OMS y de la NOM para la protección a la salud

Contaminante	Impactos a corto plazo	Impactos a largo plazo	Concentración (tiempo) y norma de referencia
Partículas PM <sub>10</sub>	Mortalidad, admisión a hospitales por enfermedades respiratorias y cardiovasculares	Mortalidad en infantes y adultos por enfermedades cardiovasculares y cardiopulmonares, y en adultos por cáncer de pulmón	75 µg/m <sup>3</sup> (24 horas) 40 µg/m <sup>3</sup> (promedio aritmético anual)  (NOM-025-SSA1-2014)
Partículas PM <sub>2.5</sub>			45 µg/m <sup>3</sup> (24 horas) 12 µg/m <sup>3</sup> (promedio aritmético anual)  (NOM-025-SSA1-2014)
Ozono (O <sub>3</sub> )	Mortalidad por enfermedades cardiovasculares y respiratorias, reducción de la función pulmonar y exacerbación de síntomas de asma	Daño en la función pulmonar y mortalidad por enfermedades respiratorias	0.095 ppm (186.2 µg/m <sup>3</sup> ) (1 hora) 0.070 ppm (137.2 µg/m <sup>3</sup> ) (8 horas)  (NOM-020-SSA1-2014)
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Mortalidad por enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como mortalidad general y exacerbación de síntomas respiratorios	Actúa en sinergia con las PM, aumentando el número de casos de mortalidad y morbilidad	0.21 ppm/395 µg/m <sup>3</sup> (1 hora)  (NOM-023-SSA1-1993)
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Admisión a hospitales por complicaciones respiratorias y cardiovasculares	Contribuye a la formación de partículas secundarias responsables de casos de mortalidad y morbilidad	0.11 ppm /288 µg/m <sup>3</sup> (24 horas) 0.025 ppm /66 µg/m <sup>3</sup> (promedio aritmético anual) 0.200 ppm/524 µg/m <sup>3</sup> (8 horas)  (NOM-022-SSA1-2010)
Monóxido de carbono (CO)	Exacerbación de cardiopatías y admisión a hospitales por enfermedades cardiovasculares	Bajo peso en recién nacidos de madres expuestas durante el embarazo	11 ppm/12 595/µg/m <sup>3</sup> (8 horas)  (NOM-021-SSA1-1993)

Fuente: INE (2011), *Guía para evaluar los impactos en la salud por la instrumentación de medidas de control de la contaminación atmosférica*, Instituto Nacional de Ecología, México, p. 19, en: <<https://goo.gl/mYsxSz>> (consulta del 27 de noviembre de 2017).

Figura 16. Áreas de cultivo de espárrago en las inmediaciones de Caborca



142. De la información recabada por el Secretariado se deriva que, durante la temporada de quemas en Caborca, en diciembre y enero, la velocidad promedio del viento es de 3.2 y 3.6 m/s, respectivamente. Si bien los vientos predominantes provienen del este, norte, noreste y noroeste, en general las bajas velocidades del viento en la región dificultan la rápida dispersión de contaminantes atmosféricos. La quema más cercana a Caborca se encuentra cuatro kilómetros, aproximadamente, al oeste de la ciudad (véanse las diversas fotografías de la pluma de contaminación sobre Caborca, en particular las de la página 49). En los valles de Mexicali e Imperial, en las jurisdicciones de Baja California y California, respectivamente, se han aplicado permisos de “quemadas especiales” para áreas sensibles al humo —como escuelas rurales, conjuntos habitacionales, edificios, etc.—, situadas dentro de un perímetro de 2.5 kilómetros.<sup>155</sup> Asimismo, se tiene que las emisiones estimadas por el Secretariado de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  resultantes de la quema de espárrago en el municipio son de 384 y 372.7 Mg/año, respectivamente, muy por encima de las reportadas para Caborca en el Inventario Nacional de Emisiones de la Semarnat para 2013 (INEM 2013): 34.4 y 36.2 Mg/año, respectivamente (véase el cuadro 8 *supra*). Las emisiones de partículas  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$  se asocian a la incidencia de enfermedades respiratorias.



Fotos: Cortesía del Peticionario.

Quema de residuos agrícolas en las cercanías de Caborca.

143. En la *Minuta de noviembre de 2015*, el jefe de la Jurisdicción Sanitaria Núm. 2 de la Secretaría de Salud señaló que:

[L]a Jurisdicción Sanitaria llevó a cabo una revisión a fondo para determinar si el humo producto de la quema de espárrago se vuelve un factor de riesgo a considerar en las enfermedades de las vías respiratorias. A ese respecto nos dio a conocer que no encontraron evidencias significativas y que más bien la principal causa de afectación a las vías respiratorias obedecen [*sic*] a las bajas temperaturas que prevalecen en este periodo [...]

144. Durante la Reunión de Trabajo con el Secretariado, el jefe de dicha jurisdicción sanitaria reiteró esencialmente lo sostenido en la *Minuta de noviembre de 2015*; sin embargo, la única información de soporte consiste en un cuadro de enfermedades respiratorias y una tabla de temperatura media registrada en Caborca. No existe otra información que corrobore la revisión realizada por el jefe de la Jurisdicción Sanitaria Núm. 2; aun cuando el Secretariado la solicitó a dicha jurisdicción sanitaria durante el proceso de obtención de información para el expediente de hechos, nunca la recibió.

## 8. Compromiso permanente con la transparencia

145. Los expedientes de hechos brindan información detallada en torno a aseveraciones ciudadanas sobre omisiones en la aplicación efectiva de la legislación ambiental en América del Norte, información que puede ser de ayuda para los peticionarios, las Partes del ACAAN y otros sectores de la ciudadanía con interés en los asuntos que se exponen en dichos expedientes. Este expediente de hechos no presenta conclusiones respecto de las supuestas omisiones en la aplicación efectiva de la legislación ambiental en las que —según asevera el Peticionario— ha incurrido México, ni tampoco sobre la efectividad de las acciones de aplicación de la Parte.
146. En conformidad con el artículo 15(3) del ACAAN, este expediente de hechos se realiza “sin perjuicio de cualesquiera medidas ulteriores que puedan adoptarse” respecto de la petición SEM-16-001 (*Quema de residuos agrícolas en Sonora*).
147. En 2014, el Consejo de la CCA declaró que cada año las Partes del ACAAN proporcionarían información actualizada sobre las medidas adoptadas en relación con las peticiones concluidas el año anterior (incluidas aquellas que culminaran con la preparación de un expediente de hechos).<sup>156</sup>

Hace veinte años, los líderes de América del Norte se comprometieron a que el crecimiento comercial y económico de la región fuera siempre de la mano de mecanismos trilaterales efectivos de cooperación y protección del medio ambiente a escala subcontinental.

[...]

Este año, como parte de nuestro compromiso permanente con la transparencia y la modernización del proceso de peticiones relativas a la aplicación efectiva de la legislación ambiental (proceso SEM, por sus siglas en inglés), adoptamos una nueva estrategia de información. En seguimiento a una propuesta planteada por el [Comité Consultivo Público Conjunto (CCPC)], cada uno de los países ofreció una actualización sobre las medidas adoptadas en relación con las peticiones concluidas en el último año.

148. Con el fin de facilitar cualquier tarea de seguimiento que el público o las autoridades competentes en México deseen realizar, este expediente de hechos proporciona información relevante sobre los asuntos planteados en la petición y autorizados mediante la resolución de Consejo 17-03.

## Notas

*N.b.* A menos que se indique lo contrario, todos los documentos oficiales aquí citados están en los archivos del Secretariado. Asimismo, los números de página de la petición y la respuesta a los cuales se hace referencia corresponden a los de su versión original en español.

1. Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, publicado en el *Diario Oficial de la Federación* (DOF) el 21 de diciembre de 1993.
2. Para conocer más detalles relativos a las diversas fases del proceso, así como las determinaciones y expedientes de hechos del Secretariado, consúltese la página de peticiones ciudadanas en el sitio web de la CCA: <[www.cec.org/peticiones](http://www.cec.org/peticiones)>.
3. SEM-16-001 (*Quema de residuos agrícolas en Sonora*), petición conforme al artículo 14(1) del ACAAN (22 de enero de 2016), en: <<https://goo.gl/AkDdks>> [Petición original].
4. Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007 *Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los de uso agropecuario* (la “NOM-015”), publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 16 de enero de 2009.
5. *Directrices para la presentación de peticiones relativas a la aplicación efectiva de la legislación ambiental conforme a los artículos 14 y 15 del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte*, en: <[www.cec.org/directrices](http://www.cec.org/directrices)> [Directrices].
6. SEM-16-001 (*Quema de residuos agrícolas en Sonora*), Determinación conforme al artículo 14(1) (2 de marzo de 2016), en: <<https://goo.gl/i8gDuS>> [Determinación artículo 14(1)].
7. SEM-16-001 (*Quema de residuos agrícolas en Sonora*), Petición conforme al artículo 14(1) del ACAAN (29 de abril de 2016), en: <<https://goo.gl/fjfSa>> [Petición revisada].
8. SEM-16-001 (*Quema de residuos agrícolas en Sonora*), Determinación conforme a los artículos 14(1) y 14(2) (13 de junio de 2016), en: <<https://goo.gl/U6EZTE>> [Determinación artículos 14(1)(2)].
9. SEM-16-001 (*Quema de residuos agrícolas en Sonora*), Respuesta de México con base en el artículo 14(3) (5 de septiembre de 2016), en: <<https://goo.gl/BdFxD1>> [Respuesta].
10. SEM-16-001 (*Quema de residuos agrícolas en Sonora*), Notificación con base en el artículo 15(1) (27 de febrero de 2017), en: <<https://goo.gl/6qFq4B>> [Notificación].
11. SEM-17-003 (*Quema de residuos agrícolas en Sonora*) y Resolución de Consejo 17-03 (9 de junio de 2017), en: <<https://goo.gl/KMqKPs>> [Resolución de Consejo].
12. Secretariado de la CCA, doc. núm. A14/SEM/16-001/73/REQ (20 de julio de 2017).
13. Sobre este aspecto, véase: R. Brañes (2000), *Manual de derecho ambiental mexicano*, Fundación Mexicana para la Educación Ambiental, Fondo de Cultura Económica, México, pp. 90-96.
14. La LGEEPA, promulgada en 1988, es la ley marco en materia de derecho ambiental en México.
15. Se invita al lector a consultar el apéndice 3 de este expediente de hechos, que incluye los textos de dichas disposiciones.
16. LGEEPA, artículos 7: fracción XXII y 8: fracción XVII:

**Artículo 7.** Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

**XXII.** La atención de los demás asuntos que en materia de preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente les conceda esta Ley u otros ordenamientos en concordancia con ella y que no estén otorgados expresamente a la Federación.

**Artículo 8.** Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

**XVII.** La atención de los demás asuntos que en materia de preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente les conceda esta Ley u otros ordenamientos en concordancia con ella y que no estén otorgados expresamente a la Federación o a los Estados.

17. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, artículo 115: fracción III, inciso i), énfasis añadido.
18. Respecto de la concurrencia entre federación, estados y municipios, la LGEEPA estipula, en el artículo 1: fracción VIII, que sus disposiciones:
 

**Artículo 1.** [...] son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

**VIII.** El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73: fracción XXIX-G de la Constitución.
19. LGEEPA, artículo 5: fracción XII:
 

**Artículo 5.** Son facultades de la Federación:

**XII.** La regulación de la contaminación de la atmósfera, proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control en zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal.
20. El artículo 9 de la LGEEPA se refiere a las atribuciones que en materia ambiental corresponden a la Ciudad de México.
21. LGEEPA, artículo 112: fracción I, énfasis añadido.
22. RPCAA, artículo 4: fracción III, énfasis añadido.
23. *Boletín Oficial del Estado de Sonora*, núm. 14, sección II, tomo CXCI, 17 de febrero de 2014, Hermosillo, Sonora.
24. Presidencia Municipal de Caborca, *Minuta de la reunión de trabajo para establecer el ordenamiento por el cual se regula la quema de espárrago de forma controlada en la región de Caborca, temporada 2015-2016*, noviembre de 2015 [*Minuta de noviembre de 2015*].
25. *Lineamientos que establecen el ordenamiento por el cual se regula y autoriza la quema de espárrago de forma controlada en la región de Caborca, temporada 2016-2017* (29 de diciembre de 2016), suscritos por el municipio de Caborca, la Asociación de Productores de Frutas y Hortalizas de Caborca (Profyh), la Jurisdicción Sanitaria núm. 2 de la Secretaría de Salud del estado de Sonora, la Junta Local de Sanidad Vegetal, la jefa de Desarrollo Rural de la Sagarpa y un representante del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
26. *Minuta de noviembre de 2015*.
27. A la Reunión de Trabajo con el Secretariado asistieron representantes del municipio de Caborca (la presidenta municipal, el secretario general del ayuntamiento y representantes de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas y la Dirección de Ecología); representantes de la Asociación de Productores de Frutas y Hortalizas de Caborca (Profyh) acompañados de sus asesores, y productores de espárrago miembros de dicha organización. Asimismo, se contó con la participación de representantes de la Secretaría de Gobierno del Estado de Sonora, el titular de la Procuraduría Ambiental del Estado de Sonora (Proaes) y representantes de la Jurisdicción Sanitaria núm. 2 de la Secretaría de Salud del Estado de Sonora y de la Junta de Sanidad Vegetal de Caborca.
28. SEM-16-001 (*Quema de residuos agrícolas en Sonora*), Respuesta conforme al artículo 14(3) (5 de septiembre de 2016), p. 12.
29. *Ibid.*, p. 13.
30. *Idem*.
31. *Idem*.
32. INIFAP, “Red Nacional de Estaciones Agrometeorológicas Automatizadas, estado de Sonora, estación Canutillo”, Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México, en: <<https://goo.gl/o2RtNF>> (consulta del 30 de noviembre de 2017). Se obtuvo el promedio de datos que corresponden a los meses de diciembre de 2006, 2007, 2009, 2010 y 2011, y el promedio de datos de los meses de enero de 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011.
33. Secretaría de Desarrollo Social (2014), *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social*, en: <<https://goo.gl/Mk39DM>> (consulta del 21 de noviembre de 2017).
34. Los adultos mayores tienen un riesgo más elevado debido al debilitamiento del corazón, pulmones y sistema inmunológico. Los bebés y niños son más vulnerables a la contaminación atmosférica debido a que tienen un sistema respiratorio y sistema inmunológico menos desarrollado y a que, debido a su tamaño, inhalan más aire por peso

corporal. Véase: Environment Canada y Health Canada, *The Air Quality Health Index FAQ*, en: <<https://goo.gl/CMNFBM>> (consulta del 21 de noviembre de 2017).

35. Si se desea mayor información sobre el concepto y alcance de “población vulnerable por contaminación atmosférica”, pueden consultarse: N. Stilianakis (2015), “Susceptibility and vulnerability to health effects of air pollution: The case of nitrogen dioxide”, *JRC Technical Reports*, Unión Europea, en: <<https://goo.gl/kvy1Cf>> (consulta del 21 de noviembre de 2017); H. Riojas Rodríguez *et al.* (2009), *Efecto de la temperatura y su interacción con el ozono sobre las admisiones hospitalarias en la Ciudad de México de 1998 al 2007: grupos poblacionales vulnerables*, Centro Virtual de Cambio Climático, México, en: <<https://goo.gl/b32sQB>> (consulta del 21 de noviembre de 2017); Comisión Ambiental Metropolitana, *Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020*, en: <<https://goo.gl/N4Bmb4>> (consulta del 21 de noviembre de 2017).
36. Sagarpa (2017), “Se triplica producción de espárragos en México en sólo una década”, comunicado de prensa, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México, en: <<https://goo.gl/uaKtQ3>> (consulta del 23 de noviembre de 2017).
37. M. Bellemare (2013), *What Causes the Price of Food to Rise?*, Best Food Facts, 2 de agosto, en: <<https://goo.gl/EdiYg2>> (consulta del 5 de diciembre de 2017). Véase también: A. Tong (2012), “Factors Influencing Price of Agricultural Products and Stability Countermeasures”, *Asian Agricultural Research*, núm. 4, vol. 4, pp. 17-19, en: <<https://goo.gl/TTjXZL>> (consulta del 5 de diciembre de 2017).
38. *Idem.*
39. Sagarpa (2015), *Agenda técnica agrícola de Sonora*, 2a. ed., Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México, pp. 121-123.
40. La *Agenda técnica agrícola de Sonora* se publicó en 2015, por lo que el dato que se cita se refiere probablemente al del año 2010; ya para el año 2011 la superficie sembrada fue de más de 9,400 hectáreas y ha aumentado hasta llegar a 14,762 hectáreas en 2017, según datos de OIAPES, *Información del sector agropecuario, pesquero y acuícola del estado de Sonora*, en: <<https://goo.gl/bvNp7h>>. Los datos se descargaron mediante consulta de la Serie Histórica por Cultivo de Perennes para el Cultivo Espárrago (consulta del 23 de noviembre de 2017).
41. Algunas fuentes citan a Sonora como primer lugar en producción de hasta diez cultivos. *Cfr.* Sagarhpa-Sonora (2016), *Programa de Mediano Plazo Agrícola 2016-2021*, Subsecretaría de Agricultura, Sonora, México, junio, p. 1, en: <<https://goo.gl/ML4hkC>> (consulta del 23 de noviembre de 2017) [Programa de Mediano Plazo Agrícola].
42. *Ibid.*, p. 9.
43. El artículo 3: fracción XXXII de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable define al *sistema-producto* como:

El conjunto de elementos y agentes concurrentes de los procesos productivos de productos agropecuarios, incluidos el abastecimiento de equipo técnico, insumos productivos, recursos financieros, la producción primaria, acopio, transformación, distribución y comercialización.

Sobre el mismo concepto, véase: Cuevas Reyes *et al.* (2011), “El concepto de sistema producto como eje de las políticas agropecuarias en México. Análisis del medio rural latinoamericano”, pp. 83-93:

Los sistemas producto en México operan a través de comités regionales integrados por productores, industriales, comercializadores, proveedores de servicios, instancias de gobierno, etc., quienes tienen la encomienda de identificar y realizar aquellas actividades que les permitan contar con una cadena más eficiente y rentable. Para tales fines, una herramienta indispensable es la disposición de un plan rector que identifique acciones y/o proyectos al corto, mediano y largo plazo. Sin embargo, el plan rector sólo es uno de los elementos necesarios para consolidar la integración y regionalización de las cadenas sistema producto. El reto mayor es que exista el liderazgo emprendedor de los integrantes de la cadena productiva y de los comités regionales de los sistemas producto, para implementar en el tiempo la variedad de acciones y proyectos.
44. Al respecto, se considera que “los intereses económicos en juego son muy importantes como para compartir la toma de decisiones”. Programa de Mediano Plazo Agrícola, p. 17.
45. OIAPES, base de datos en: <<https://goo.gl/nmEsYh>> (consulta del 23 de noviembre de 2017).
46. T. Karst, *Asparagus market drops after spike*, *The Packer*, octubre 11 de 2017, en: <<https://goo.gl/WFodUr>> (consulta del 27 de noviembre de 2017).

47. CIAD (2016), “El espárrago, orgullo de Sonora y del CIAD”, notas, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, México, en: <<https://goo.gl/ErM4Ey>> (consulta del 2 de agosto de 2018) [CIAD, 2016].
48. B. Aegerter *et al.* (2011), *Asparagus Production in California*, The Regents of the University of California Agriculture and Natural Resources, Vegetable Research & Information Center, p. 1 [Aegerter *et al.*, 2011].
49. V. A. Fritz *et al.* (2013), *Asparagus production guide*, University of Minnesota Extension, en <<https://goo.gl/xGiYjH>> (consulta del 2 de agosto de 2018) [Fritz *et al.*, 2013].
50. Para una estimación de costos de producción en diferentes regiones de Estados Unidos, véanse por ejemplo: J. S. Neiberger y T. Waters, *Estimated costs and returns for establishing and producing asparagus in Washington in 2009*, Washington State University Extension, en: <<https://goo.gl/1qW5fx>> (consulta del 5 de diciembre de 2017) o B. Aegerter *et al.* (2013), *Sample costs to establish and produce asparagus*, University of California Cooperative Extension, en: <<https://goo.gl/dzHXCp>> (consulta del 5 de diciembre de 2017).
51. B. Aegerter *et al.* (2011), *op. cit.*
52. El Secretariado confirmó esta información mediante entrevistas con productores de espárrago en California, Quebec y Perú.
53. Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de Querétaro, *Requerimientos agroecológicos de cultivos*, entrada correspondiente al espárrago, en: <<https://goo.gl/u2w4zT>> (consulta del 5 de diciembre de 2017). Véase también: J. A. Ruiz Corral *et al.* (2013), *Requerimientos agroecológicos de cultivos*, 2ª ed., libro técnico núm. 3, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México, p. 198.
54. *Idem.*
55. Fritz *et al.* (2013), *op. cit.*
56. M. de J. Valenzuela Ruiz, F. Robles Contreras, R. Macías Duarte y R. L. Grijalva Contreras (2015), *Efecto de la quema del follaje del espárrago en la época de cosecha y rendimiento, en la región de Caborca*, Memorias del XVIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas, Mexicali, Baja California, México [M. de J. Valenzuela Ruiz *et al.* (2015)].
57. INIFAP (2010), *Guía técnica para el área de influencia del campo experimental costa de Hermosillo*, cuadro 38, Centro de Investigación Regional del Noreste, Campo Experimental Costa de Hermosillo, Sonora, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México, p. 127, en: <<https://goo.gl/2HFMdE>> (consulta del 5 de diciembre de 2017).
58. M. A. Zamora Camarillo (1999), *Principales plagas y enfermedades en el cultivo del espárrago (Asparagus officinalis L.)*, tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Agronomía, Departamento de Parasitología, pp. 18-19.
59. Aserca (1996), *Claridades Agropecuarias*, núm. 32, Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios.
60. C. Navarro Aínza (2002), *Tecnología para el manejo del espárrago en el noroeste de Sonora*, Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo Experimental Región de Caborca, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), p. 8, en: <<https://goo.gl/UeJ4tC>> (consulta del 6 de diciembre de 2017).
61. University of Minnesota Extension, *Asparagus Production Guide: Harvest*, en: <<https://goo.gl/AJDD4y>> (consulta del 27 de noviembre de 2017).
62. Véase, por ejemplo: *Harlander Landtechnik GmbH*, en: <<https://goo.gl/s8J7Xs>> (consulta del 27 de noviembre de 2017), y *Tehnos*, en: <<https://goo.gl/iYZgc9>> (consulta del 27 de noviembre de 2017).
63. University of Delaware, College of Agriculture and Natural Resources (2016-2017), *Mid-Atlantic Commercial Vegetable Production Recommendations. Section F. Asparagus*, en: <<https://goo.gl/GpFM2S>> (consulta del 24 de octubre de 2017).
64. Reunión del 28 de septiembre de 2017 en Caborca, Son., con representantes del municipio de Caborca y de la Asociación de Productores de Frutas y Hortalizas (Profyh), así como productores de espárrago, entre otros [Reunión de Trabajo con el Secretariado].
65. M. de J. Valenzuela Ruiz *et al.* (2015), *op. cit.*
66. *Idem.* El rendimiento por hectárea cosechada al año es de 580 (sin quema) y de 612 (con quema) cajas de 30 libras.

67. Véase: *Minuta de noviembre de 2015*. Respecto de la aseveración sobre la quema, el comentario corresponde a Fabián Robles Contreras, ratificado por los productores en la Reunión de Trabajo con el Secretariado. Las plantas de espárrago salen de su estado latente y se inicia el brote de turiones comestibles cuando la temperatura del suelo rebasa los 10 °C. Véase, por ejemplo: B. Aegerter *et al.* (2011), *op. cit.*, p. 1. Respecto del adelanto de la cosecha de espárrago, véase: M. de J. Valenzuela Ruiz (2015), *op. cit.*
68. Información corroborada por los productores de espárrago durante la Reunión de Trabajo con el Secretariado.
69. F. Schäfer *et al.*, “Comparison of CO<sub>2</sub>e emissions associated with regional, heated and imported asparagus”, Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector, California 2014. P. Dalampakis *et al.* (2017), “Technical and economic assessment of geothermal soil heating systems in row covered protected crops: A case study from Greece”, *Applied Energy*, vol. 203, pp. 201-218. A. Heißner *et al.* (2006), “Spear yield and quality of white asparagus as affected by soil temperature”, *European Journal of Agronomy*, vol. 25, núm. 4, pp. 336-344.
70. C. Navarro Aínza (2002), *op. cit.*, p. 23, y M. de J. Valenzuela Ruiz *et al.* (2015), *op. cit.*, p. 929.
71. Contacto PyME del Gobierno Federal, Programa de Agrupamientos Empresariales, Diagnóstico de agrupamientos industriales del sector alimentos y bebidas en el estado de Sonora: Frutas y hortalizas, IV Grupo Estratégico Espárrago, México, pp. v-11, en: <<https://goo.gl/6GBiPg>> (consulta del 6 de diciembre de 2017).
72. Centro de Investigación Regional del Noreste (2010), *Guía técnica para el área de influencia del campo experimental Costa de Hermosillo*, diciembre, pp. 128 y 215.
73. SIAP, “Estadística de Producción Agrícola 2016”, descarga de datos abiertos, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, en: <<https://goo.gl/jKgXLh>> (consulta del 2 de agosto de 2018).
74. Reglamento de Protección y Preservación al Ambiente para el Municipio de San Luis de la Paz, Guanajuato, publicado en el *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato* (7 de diciembre de 2012), núm. 196, tomo CL, año XCIX, p. 58:
 

**Artículo 96.** Queda prohibida la quema masiva a cielo abierto de cualquier tipo de material, residuo sólido o líquido, incluyendo basura doméstica, hojarasca, hierba seca o verde, esquilmos agrícolas, llantas, plásticos y otros; así como las quemaduras con fines de desmonte de uso pecuario y agrícola, salvo aquellas que sirvan para acciones de adiestramiento y capacitación de personal encargado del combate a los incendios en los términos de las disposiciones legales aplicables.
75. ARS Sección 49-501 (quema ilegal a cielo abierto, excepciones, penalidad, definición).
76. Regla 701 del condado de Imperial, California (ICAPCD Rule 701), quema agrícola.
77. Regla 101 del condado de San Diego, California (SDCAPCD Rule 101), control de quema.
78. G. Millan (2014), *Propagación in vitro de espárrago (Asparagus officinalis L.) por organogénesis directa a partir de yemas del rizoma*, Tesis de maestría, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Hermosillo, Son., México, p. 3.
79. R. A. Boydston (1988), “Seedling Volunteer Asparagus, *Asparagus officinalis*. Control with Herbicides”, *Weed Technology*, núm. 3, vol. 2, julio, pp. 294-298.
80. D. Hemphill, *Oregon Vegetables / Asparagus*, Department of Horticulture, College of Agricultural Sciences, Oregon State University, en: <<https://goo.gl/P15WJJ>> (consulta del 6 de diciembre de 2017).
81. Lista de plaguicidas autorizados proporcionada por los representantes legales de la Profyh; disponible en los archivos del Secretariado.
82. CCA (2014), *La quema de residuos agrícolas: fuente de dioxinas*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, p. 4.
83. S. Carreón (2014), *Experiencia en la producción de espárrago en Misión del Bisani*, reporte de experiencia laboral, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 60-61.
84. PNUMA (2005), *Programa Interinstitucional para el Manejo Adecuado de los Productos Químicos: emisiones de dioxinas y furanos por quema incontrolada de biomasa*, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, diciembre, p. 4, en: <<https://goo.gl/tyiHCz>> (consulta del 6 de diciembre de 2017).
85. Petición revisada, p. 1.
86. Semarnat (2016), *Estrategia Nacional de Calidad del Aire 2017-2030*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, p. 64.

87. NOM-156-SEMARNAT-2012, *Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire*.
88. Semarnat (2013), *Calidad del aire: Una práctica de vida*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, p. 17.
89. ProAire-Sonora, p. xii.
90. Semarnat (2013), *Calidad del aire: Una práctica de vida...*, op. cit, p. 20.
91. Sedema (2006), *La calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México: 20 años de monitoreo atmosférico*, Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, México, p. 7.
92. *Ibid.*, p. 4.
93. Semarnat (2017), *Programas de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire)*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, en: <<https://goo.gl/1r6tF6>> (consulta del 21 de noviembre de 2017).
94. Semarnat (2016), *Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Municipio de Nogales, Sonora, 2016*, informe final, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, en: <<https://goo.gl/2fMwhn>> (consulta del 21 de noviembre de 2017).
95. Estos municipios son: Agua Prieta, Cananea, Cumpas, Guaymas, Hermosillo, Naco, Nacozari, Navojoa, Nogales, Puerto Peñasco y San Luis Río Colorado; ProAire-Sonora, pp. 28-30.
96. ProAire-Sonora, p. 31.
97. NOM-156-SEMARNAT-2012, *Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire*.
98. *Ibid.*, inciso 2.0 Campo de Aplicación.
99. Conapo, *Delimitación de zonas metropolitanas en México (2010)*, Consejo Nacional de Población, México, en: <<https://goo.gl/Htv6nn>>, y Conapo, *Glosario*, en: <<https://goo.gl/LrkJ2x>> (consulta del 11 de diciembre de 2017).
100. Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, *Salud ambiental. Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en el aire ambiente y criterios para su evaluación*, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 20 de agosto de 2014, en: <<https://goo.gl/JZKm5h>> (consulta del 20 de noviembre de 2017).
101. Norma Oficial Mexicana NOM-034-SEMARNAT-1993 *Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición*, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 18 de octubre de 1993, en: <<http://sinaica.inecc.gob.mx/pags/nomsMed.php>> (consulta del 20 de noviembre de 2017).
102. Norma Oficial Mexicana NOM-035-SEMARNAT-1993 *Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición*, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 18 de octubre de 1993, en: <<http://sinaica.inecc.gob.mx/pags/nomsMed.php>> (consulta del 20 de noviembre de 2017).
103. Norma Oficial Mexicana NOM-036-SEMARNAT-1993 *Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición*, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 18 de octubre de 1993, en: <<http://sinaica.inecc.gob.mx/pags/nomsMed.php>> (consulta del 20 de noviembre de 2017).
104. Norma Oficial Mexicana NOM-037-SEMARNAT-1993 *Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición*, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 18 de octubre de 1993, en: <<http://sinaica.inecc.gob.mx/pags/nomsMed.php>> (consulta del 20 de noviembre de 2017).
105. Norma Oficial Mexicana NOM-038-SEMARNAT-1993 *Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición*, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 18 de octubre de 1993, en: <<http://sinaica.inecc.gob.mx/pags/nomsMed.php>> (consulta del 20 de noviembre de 2017).
106. Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993, *Salud ambiental. Criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de ozono (O<sub>3</sub>) de la calidad del aire ambiente. Criterio para evaluar la calidad del aire*, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 30 de octubre de 2002, en: <<http://goo.gl/9kTTHx>> (consulta del 20 de noviembre de 2017).

107. Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, *Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población*, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 23 de diciembre de 1994, en: <<http://goo.gl/KGWWCt>> (consulta del 20 de noviembre de 2017).
108. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, *Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Valor normado para la concentración de bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población*, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 8 de septiembre de 2010, la cual sustituyó a la NOM-022-SSA1-1993, publicada el 8 de diciembre de 1994, en: <<http://goo.gl/SlgmXo>> (consulta del 20 de noviembre de 2017).
109. Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, *Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población*, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 23 de diciembre de 1994, en: <<http://goo.gl/BcetLq>> (consulta del 20 de noviembre de 2014).
110. Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA1-1993, *Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a las partículas suspendidas totales (PST). Valor permisible para la concentración de partículas suspendidas totales (PST) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población*, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 23 de diciembre de 1994, en: <<https://goo.gl/tD8eov>> (consulta del 20 de noviembre de 2017).
111. Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, *Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en el aire ambiente y criterios para su evaluación*, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 20 de agosto de 2014, la cual sustituyó a la NOM-025-SSA1-1993, *Salud ambiental. Criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado. Valor límite permisible para la concentración de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM<sub>10</sub> y partículas menores de 2.5 micrómetros PM<sub>2.5</sub> de la calidad del aire ambiente. Criterios para evaluar la calidad del aire*, en: <<https://goo.gl/JZKm5h>> (consulta del 20 de noviembre de 2017).
112. *Idem*.
113. Norma Oficial Mexicana NOM-026-SSA1-1993, *Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al plomo (Pb). Valor normado para la concentración de plomo (Pb) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población*, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 23 de diciembre de 1994.
114. Véase, por ejemplo, la introducción a la NOM-023-SSA1-1993, en: <<http://goo.gl/BcetLq>> (consulta del 20 de noviembre de 2017).
115. *Cfr.* REEPMA, artículo 168 el cual establece que sólo se permite la combustión a cielo abierto cuando se obtiene el permiso correspondiente y se presentan los formularios y se cumplen los requisitos establecidos en la NOM-015.
116. Semarnat (2015), *Guía para la elaboración de programas de gestión para mejorar la calidad del aire (ProAire)*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, p. 8.
117. *Idem*.
118. El Dr. Arturo Keer Rendón, egresado de la carrera de física de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), cuenta con maestría en ciencias de la combustión y control de la contaminación y un doctorado con especialización en simulación de quemadores mediante dinámica de fluidos computacional por la Universidad de Sheffield, Inglaterra. Trabajó para esta universidad desarrollando modelos matemáticos para la simulación de procesos de alta temperatura. Asimismo, fue catedrático del posgrado en el Centro de Investigación en Materiales Avanzados, SC, de Chihuahua, México, donde además de estar a cargo del Laboratorio de Celdas de Combustible se desempeñó como jefe de la División de Medio Ambiente. Ha participado como asistente de auditor ambiental en varias instalaciones de Pemex y, como consultor en materia ambiental desde 2005, ha participado en la elaboración de los inventarios nacionales de emisiones de México, además de haber realizado diversos proyectos sobre temas ambientales.
119. H. Aalde *et al.* (2006), *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, vol. 4: *Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra*, cap. 2: "Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierra", p. 46; disponible en: <<https://goo.gl/w7cRU8>>.

120. CARB (2008), *Smoke Emission Estimation: Agricultural Burning and Other Managed Burns*, “Managed Burn Emission Factor Table” [cuadro con factores de emisión de la quema controlada de residuos agrícolas, en hoja de cálculo Excel: mngdburnemissionfactors.xls], California Air Resources Board, última revisión: junio de 2008; disponible en: <<https://goo.gl/W9LPaZ>> (consulta del 5 de diciembre de 2017). La biomasa específica (la cantidad de biomasa realmente quemada) corresponde en la hoja de cálculo a la carga de combustible.
121. Sagarhpa-Sonora, “Cultivos perennes, año 2017: espárrago”, *Información agropecuaria, pesquera y acuícola del estado de Sonora*, Oficina de Información Agropecuaria y Pesquera del Estado de Sonora (OIAPES), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuicultura de Sonora, en: <<https://goo.gl/CSosZS>> (consulta del 27 de noviembre de 2017).
122. ProAire-Sonora, p. 47.
123. Sagarpa, Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta, base de datos, en: <<https://goo.gl/N6yoKq>> (consulta del 27 de febrero de 2018).
124. INECC, Inventario de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, actualización 2013, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México, p. 13.
125. De acuerdo con el Tercer Informe de Labores 2014-2015 de la Sagarpa, la superficie cultivable del país ascendía a 22.1 millones de hectáreas.
126. Secretariado de la CCA, doc. núm. A14/SEM/16-001/73/REQ (20 de julio de 2017).
127. Sagarpa, Programa de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico Agrícola, en: <<https://goo.gl/H53pZn>> (consulta del 30 de noviembre de 2017).
128. R. Hernández León *et al.* (2017), “Contaminación ambiental ocasionada por los principales afluentes de contribución en la ciudad de Caborca, Sonora, México”, propuesta sometida por la Asociación de Productores de Frutas y Hortalizas de Caborca (Profyh) ante la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), México.
129. *Idem.*
130. Reunión de trabajo con el director general de gestión ambiental, Héctor Lizárraga Hernández, el 27 de septiembre de 2017, en la ciudad de Hermosillo, Sonora.
131. ProAire-Sonora, p. 18.
132. *Ibid.*, p. 97.
133. *Ibid.*, p. 124.
134. ProAire-Sonora, medida 9.
135. ProAire-Sonora, medida 11.
136. Véase: REEPMA, artículo 167.
137. Petición revisada, p. 1.
138. Cofepris, Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas, Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios, México, en: <<https://goo.gl/m89B1m>> (consulta del 5 de diciembre de 2017).
139. Municipio de Caborca, *Lineamientos que establecen el ordenamiento por el cual se regula y autoriza la quema de espárrago de forma controlada en la región de Caborca, temporada 2016-2017*, 29 de diciembre de 2016, p. 1. [*Lineamientos para la quema controlada*]
140. Petición revisada, pp. 1 y 2.
141. Petición revisada, p. 1.
142. Véase: REEPMA, artículo 151.
143. *Lineamientos para la quema controlada*, p. 1.
144. *Ibid.*, p. 2.
145. *Ibid.*, p. 2.

146. M. Quintero y A. Moncada (2008), “Contaminación y control de las quemas agrícolas en Imperial, California, y Mexicali, Baja California”, *Región y Sociedad*, núm. 43, vol. 20, Hermosillo, Son., México, en: <<https://goo.gl/7QVCA9>> (consulta del 1 de diciembre de 2017) [M. Quintero y A. Moncada (2008)].
147. *Minuta de noviembre de 2015*, p. 2.
148. Reunión de Trabajo con el Secretariado.
149. Petición revisada, p. 2: “[...] la población se queja de que cuando es temporada de quema, duran muchos días con ardor de ojos, garganta enchilada, dolor de cabeza [...]”.
150. *Idem*.
151. INE (2011), *Guía para evaluar los impactos en la salud por la instrumentación de medidas de control de la contaminación atmosférica*, Instituto Nacional de Ecología, México, p. 11, en: <<https://goo.gl/cgHfm1>> (consulta del 27 de noviembre de 2017).
152. B. Jenkins, D. Jones, S. Turn y R. Williams (1996), “Emission Factors for Polycyclic Hydrocarbons from Biomass Burning”, *Environmental Science and Technology*, núm. 30, vol. 8, pp. 2462-2469, citado en: L. Sally Liu (2005), *Exposure and Health Assessments of the Effects of Agricultural Burning in Young Adults with Asthma Living in Pullman Washington*, informe final, Washington State Department of Ecology, 6 de abril de 2005.
153. CCA (2014), *La quema de residuos agrícolas...*, *op. cit.*, p. 2, en: <<https://goo.gl/m41vXG>>.
154. *Idem*.
155. M. Quintero y A. Moncada (2008), *op. cit.*
156. CCA (2014), *Declaración ministerial de la CCA, 2014*, Vigesimoprimer sesión ordinaria del Consejo de la CCA, Yellowknife, Territorios del Noroeste, Canadá (17 de julio de 2014), en: <<http://goo.gl/u5TqsN>>. Quema de residuos agrícolas en las cercanías de Caborca.

# Apéndices



## APÉNDICE 1

### Resolución de Consejo 17-03

9 de junio de 2017

#### RESOLUCIÓN DE CONSEJO 17-03

**Instrucción al Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental respecto de la petición SEM-16-001 (*Quema de residuos agrícolas en Sonora*), en la que se asevera que México está incurriendo en omisiones en la aplicación efectiva de algunas disposiciones del Reglamento de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente del municipio de Caborca, Sonora, así como de la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, *Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario*, en relación con la quema de residuos agrícolas en Caborca, Sonora, México**

EL CONSEJO:

EN APOYO al proceso estipulado en los artículos 14 y 15 del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN) respecto de las peticiones sobre aplicación efectiva de la aplicación ambiental y la elaboración de expedientes de hechos;

AFIRMANDO que el proceso previsto en los artículos 14 y 15 del ACAAN tiene el propósito de brindar oportunidad a los residentes en Canadá, Estados Unidos y México de manifestar sus preocupaciones acerca de asuntos relacionados con la aplicación efectiva de la legislación ambiental y “poner los hechos en claro” respecto de tales preocupaciones;

RECONOCIENDO que el proceso de peticiones relativas a la aplicación efectiva de la legislación ambiental (proceso SEM, por sus siglas en inglés) está diseñado para facilitar el intercambio de información entre la ciudadanía y sus respectivos gobiernos sobre asuntos relacionados con la aplicación efectiva de leyes y reglamentos en materia ambiental;

RECONOCIENDO también que los expedientes de hechos constituyen un medio fundamental para fomentar la participación pública, la transparencia y la apertura respecto de asuntos relacionados con la aplicación de la legislación ambiental en Canadá, Estados Unidos y México;

HABIENDO CONSIDERADO la petición revisada presentada al Secretariado el 29 de abril de 2016 (“petición revisada”) por una persona que, conforme al artículo 11(8) del ACAAN, solicitó mantener su nombre confidencial (el “Peticionario”), al igual que la respuesta proporcionada por el gobierno de México el 5 de septiembre de 2016;

HABIENDO EXAMINADO la notificación del Secretariado al Consejo de fecha 27 de febrero de 2017 (“notificación”), en la que se recomienda la elaboración de un expediente de hechos con respecto a algunas aseveraciones hechas por el Peticionario en su petición revisada;

POR LA PRESENTE RESUELVE, DE MANERA UNÁNIME:

GIRAR INSTRUCCIONES al Secretariado para que, con arreglo al artículo 15(4) del ACAAN y las *Directrices para la presentación de peticiones relativas a la aplicación efectiva de la legislación ambiental conforme a los artículos 14 y 15 del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte* (las “Directrices”), elabore un expediente de hechos en conformidad con los términos recomendados por el propio Secretariado en su notificación;

ENCOMENDAR al Secretariado que concluya la elaboración del proyecto de expediente de hechos en los términos del apartado 19.5 de las Directrices y lo presente a las Partes conforme al artículo 15(5) del ACAAN, y

SOLICITAR al Secretariado que presente al Consejo su plan general de trabajo para el acopio de la información pertinente; lo mantenga informado de cualesquiera cambios o ajustes futuros a dicho plan, y se comunique inmediatamente con este órgano si requiriese alguna aclaración respecto del alcance del expediente de hechos cuya elaboración por la presente se autoriza.

APROBADA A NOMBRE DEL CONSEJO:

---

Catherine Stewart  
Gobierno de Canadá

---

Enrique Lendo Fuentes  
Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos

---

Jane Nishida  
Gobierno de los Estados Unidos de América

## APÉNDICE 2

### Petición revisada SEM-16-001 (Quema de residuos agrícolas en Sonora)

A14/SEM/16-001/18/SUB

DISTRIBUCIÓN: General  
ORIGINAL: Español

#### **Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental**

De acuerdo a la respuesta que he recibido por parte de este importante organismo en relación con la quema de residuos agrícolas de rama de espárrago, en la región de H. Caborca Sonora México para ser más precisos, es que revisando con más detenimiento la legislación al respecto y de acuerdo con la determinación de que faltaba información en relación a la legislación y artículos aplicables a esta problemática, es que la violación a dichos ordenamientos legales se da en los siguientes artículos, del reglamento de equilibrio ecológico y de protección al medio ambiente para el municipio de H. Caborca Sonora, como son:

Artículos 144, 146, 150, 151, 167, 168, 169, 170 y 172, ya que siendo una obligación del municipio y de los productores en el tema de la calidad del aire, es que han estado omitiendo medir la calidad del aire (arts. 144, 146 y 172) y por esas razones que no se puede saber en qué medidas se rebasan los límites máximos permisibles de la calidad del aire (art. 150) establecidos por las leyes de la materia. Puntualizando en los siguientes artículos, para un mejor entendimiento:

- Quema a cielo abierto (art. 151), donde se menciona la prohibición de las quemas a cielo abierto, que puedan causar un desequilibrio ambiental, o impacten en la calidad del aire, como sucede.
- Faltan las medidas necesarias para prevenir y controlar la contaminación atmosférica (art. 167), ya que como lo cita este artículo, la dirección [de desarrollo urbano y ecología], y protección civil, en coordinación, deben tomar las medidas necesarias, para prevenir y controlar las contingencias ambientales que afecten a la población, cuando exceden los parámetros de calidad del aire establecidas en las normas de la materia, como sucede muy seguido en esas épocas.
- Combustión a cielo abierto sin autorizaciones (arts. 168 y 169), este punto es crucial en nuestra petición, ya que solo se debe de otorgar permiso para las quemas, siempre y cuando se soliciten con cuando menos 15 días antes de iniciar, y siempre y cuando cumplan las normas ambientales, lo que no sucede, sin embargo, cuando solicitamos los permisos, de los años anteriores y los del 2015, para ver si estaban cumpliendo con la norma, se me informó, de palabra que nunca se habían solicitado dichos permisos, que a lo mas que se había llegado por parte de la dirección, es a que se les informara del calendario de quemas, una A.C. le solicitó esa información por escrito, y no se le dio respuesta, mismo que anexo a este escrito les solicito, si es posible, hacer la misma petición sobre estos requisitos.

- Son quemas que deberían prohibirse (art. 170), toda vez que, como lo hemos mencionado, y por lo mismo le adjunto algunas notas periodísticas y fotografías de esos eventos, así como algunos videos, con testimonios, además, en este punto, es importante mencionar, que mucha de la población se queja de que cuando es temporada de quema, duran muchos días, con ardor de ojos, garganta encharada, dolor de cabeza, etc. Suponemos que es por la gran cantidad de agroquímicos que se usan en dicha siembra, ya que jamás se ha querido informar sobre el o los productos que se aplican. Y como podemos darnos cuenta, las quemas están condicionadas a las condiciones climáticas, no a los reglamentos establecidos.

Además de dicho reglamento, en el presente correo adjunto también el documento con la respuesta que recibimos por parte de la Profepa el día 12 de enero de 2016 , donde acuerda y notifica su incompetencia sobre la quema de residuos agrícolas en la región de H. Caborca, Sonora, México, precisamente sobre el tema de la quema de la rama de espárrago; así como también le anexo la NOM- 015-SEMARNAT/SAGARPA, documento en que basan su dicho y sus acciones para continuar con la quema indiscriminada del mencionado vegetal violando sus propios preceptos en los puntos 4, 4.1.3, 4.1.14, 4.2, 5.1.3, 5.1.5, 5.2, 5.2.2, 7 y 7.4, estos puntos del tema de objetivos y campo de obligación de la mencionada norma, además de que el anexo técnico incluido en el mismo documento anexo NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA en el punto III.- MÉTODO DE QUEMAS Y SUS CARACTERÍSTICAS, en los puntos 2.4.3 en lo referente al horario, ya que no se respeta y la decisión de quemar la toman en base al estado del tiempo, como ocurrió este fin de año pasado donde la ciudad quedo completamente ahogada en humo y productores aceptan que esa decisión se tomo por cuestiones climáticas como se puede leer en el anexo que le expongo de una nota periodística de *El Imparcial*, que además violenta el punto 2.4.6 en relación con el manejo del humo ya que este es un factor que no se puede controlar por como sucede en esa época.

Sin más y esperando que haya quedado aclarado los puntos donde fuimos omisos y podamos seguir colaborando para que todos podamos convivir en un medio ambiente sano y con desarrollo económico y empresarial que sea responsable con el medio ambiente y sus ecosistemas.

[nombre confidencial conforme al artículo 11(8) a) del ACAAN]

## APÉNDICE 3

### Legislación ambiental en cuestión

**Reglamento de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente (REEPMA)**, publicado en el *Boletín Oficial* del gobierno del estado de Sonora, tomo CXCIII, núm. 14, sección II (17 de febrero de 2014), disponible en: <<http://goo.gl/RfMpHJ>> (consulta realizada el 18 de junio de 2017).

**Artículo 144.** Para la prevención y control de la contaminación a la atmósfera, se considerarán los siguientes criterios:

- I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del Municipio;
- II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deberán ser controladas para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico;
- III. Al Municipio y a la sociedad les corresponde la protección de la calidad del aire;
- IV. Considerar programas de reforestación, verificación de las emisiones contaminantes, desarrollo de tecnologías limpias apegadas a criterios ambientales, y protección del suelo, en busca de la ecoeficiencia, a fin de mantener la integridad y el equilibrio de los componentes de la atmósfera, y
- V. La preservación y el aprovechamiento sustentable de la atmósfera es responsabilidad concurrente de las autoridades y ciudadanos.

**Artículo 146.** La Dirección, dentro de su competencia, tendrá las siguientes atribuciones:

- I. Controlar la contaminación del aire en los bienes y zonas municipales, así como en fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, comerciales o de servicios, de competencia municipal;
- II. Aplicar los criterios generales que establece este Reglamento para la protección a la atmósfera, en los planes de desarrollo urbano municipales;
- III. Requerir a los responsables de la operación de fuentes fijas de jurisdicción municipal, no exceder los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, de conformidad con lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas, Normas Ambientales Estatales, y demás criterios o lineamientos ambientales establecidos en el presente Reglamento;
- IV. Establecer y operar sistemas de monitoreo de la calidad del aire, utilizando para ello los dispositivos tecnológicos que cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Ambientales Estatales;
- V. Integrar y mantener actualizados los reportes de monitoreo ambiental;

- VI. Formular y aplicar programas de gestión de calidad del aire con base en las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Ambientales Estatales para establecer la calidad ambiental en el territorio del Municipio;
- VII. Promover ante los responsables de la operación de fuentes contaminantes, la aplicación de nuevas tecnologías ambientalmente compatibles o ecoeficientes, con el propósito de reducir o eliminar sus emisiones a la atmósfera, y
- VIII. Ejercer las demás facultades que les confieren los demás ordenamientos aplicables.

**Artículo 151.** Queda prohibida la quema a cielo abierto de los residuos sólidos urbanos, así como del material vegetal resultante de la limpia, desmonte o despalme de cualquier terreno, para efectos de construcción o cualquier otro fin. El Municipio solamente podrá expedir autorizaciones en los supuestos en que la quema no cause un riesgo ambiental o impacte la calidad del aire y se justifique por razones aplicables a juicio de las autoridades respectivas. La incineración, mediante métodos controlados, de cualquier residuo, a excepción de los que la Ley General u otra legislación federal consideren como peligrosos, quedará sujeta a las disposiciones de emisiones señaladas en la Ley Estatal.

**Artículo 167.** El Ayuntamiento, por conducto de la Dirección y en coordinación con la Unidad Municipal de Protección Civil, tomará las medidas necesarias para prevenir y controlar contingencias ambientales por contaminación atmosférica para un sector y/o población en general del Municipio, cuando se excedan los parámetros de calidad del aire que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas.

**Artículo 169.** Para obtener el permiso a que se refiere el artículo anterior, el interesado deberá presentar a la Dirección una solicitud por escrito, cuando menos con quince días hábiles de anticipación a la fecha en que se realice el evento, entregando copia a la autoridad agraria correspondiente y la unidad municipal de protección civil, justificando ampliamente el motivo por el que requiere dicha acción. La Dirección analizará dicha solicitud y resolverá, en un plazo no mayor de quince días hábiles, aprobando, condicionando o negando el permiso.

**Artículo 170.** El Ayuntamiento no permitirá quemas a cielo abierto cuando se generen contaminantes tóxicos que puedan causar alteraciones, daños o molestias a la salud de la población expuesta, o para quemar residuos sólidos urbanos. Se podrá suspender de manera total o parcial, temporal o definitiva el permiso que hubieren otorgado cuando se presente algún evento extraordinario de contingencia ocasionado por las combustiones, o cuando las condiciones ambientales y meteorológicas no permitan una adecuada dispersión de los contaminantes.

**Artículo 172.** La Dirección establecerá y operará sistemas de monitoreo de la calidad del aire, con el fin de evaluar la calidad del aire ambiente de los centros de población de acuerdo a los parámetros señalados en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, con el apoyo técnico de las autoridades en materia ambiental y de las instituciones académicas o de investigación, y remitirá a dichas dependencias los reportes locales de monitoreo atmosférico para que se integren al Sistema Nacional de Información Ambiental, conforme a los acuerdos de coordinación correspondientes.

## APÉNDICE 4

### Formulario de aviso para la quema agrícola

#### AVISO SOBRE USO DE FUEGO EN LOS TERRENOS FORESTALES Y EN LOS TERRENOS DE USO AGROPECUARIO NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007

##### ANEXO 1

###### I. Datos generales del usuario

- a) Nombre, denominación o razón social del titular del predio o titulares del predio o conjunto de predios: \_\_\_\_\_
- b) Nombre: \_\_\_\_\_
- c) Domicilio: \_\_\_\_\_
- d) Copia de una identificación oficial del solicitante que realizará la quema: \_\_\_\_\_

###### II. Datos generales del predio

- a) Nombre del predio: \_\_\_\_\_

###### b) Tipo de tenencia

Pequeña propiedad ( ) Ejidal ( ) Comunal ( )

Federal ( ) Estatal ( ) Municipal ( )

###### c) Ubicación del terreno donde se realizará la quema:

Paraje: \_\_\_\_\_ Localidad: \_\_\_\_\_

Sección municipal: \_\_\_\_\_ (en su caso)

Delegación municipal \_\_\_\_\_ (en su caso)

Distrito municipal \_\_\_\_\_ (en su caso)

Municipio: \_\_\_\_\_ Entidad federativa \_\_\_\_\_

Delegación política \_\_\_\_\_ (en su caso)

###### d) Tipo de terreno donde se realizará la quema

Terreno forestal ( ) De aptitud preferentemente forestal ( )

Temporalmente forestal ( ) Colindantes o adyacentes ( )

Terreno de uso agrícola ( ) Terreno de uso ganadero ( )

###### e) Superficie a quemar: \_\_\_\_\_ hectáreas

### III. Información general para el uso del fuego

#### a) Método de quema a utilizar:

- Método de quema controlada ( )
- Método de quema prescrita ( )

#### b) Propósito u objetivo de la quema:

En terrenos agropecuarios:

- Eliminación de residuos de cosechas anteriores ( )
- Rebrote de pasto cultivado ( )
- Facilitar labores de cosecha (caña de azúcar) ( )
- Control de plagas y parásitos ( )
- Eliminación de arbustos y herbáceas que compiten con pastos ( )
- Eliminación de vegetación previo a las actividades de siembra ( )
- Control de maleza o malas hierbas ( )

Con fines diversos:

- Producción de carbón vegetal ( )
- Investigación ( )
- Capacitación y entrenamiento ( )

Con fines de manejo y protección forestal o fines ambientales:

#### 1. Con fines preventivos de incendios forestales

- Reducción de cargas de combustibles para evitar incendios forestales catastróficos ( )
- Apertura de líneas negras y quemas de ensanche ( )

#### 2. Con fines de manejo forestal

- Preparación de sitios para la regeneración ( )
- Controlar la sucesión vegetal para promover la restauración de ecosistemas invadidos por especies no deseables ( )
- Control de plagas y enfermedades ( )
- Manejo de pastizales en zonas boscosas ( )
- Manejo ecológico de praderas naturales (pastos nativos) ( )

#### 3. Con fines de mejoramiento del entorno o del ambiente

- Mejora de la regeneración y tratamiento de especies deseables adaptadas al fuego ( )

- Mejorar el acceso a las áreas boscosas ( )
- Mejora de la vegetación con fines recreativos o turísticos ( )
- Mejorar el hábitat de la fauna silvestre ( )
- Mejorar o cambiar la belleza escénica ( )

4. Otros

Especificar: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

c) Fecha en que se realizará la quema: \_\_\_\_\_

Hora de inicio de la quema: \_\_\_\_\_

Hora de terminación de la quema: \_\_\_\_\_

d) Número de personas que participarán en la quema: \_\_\_\_\_  
 personas

e) Técnica de encendido de la quema o técnica de ignición:

Quema en retroceso ( )      Quema por fajas en retroceso ( )

Quema por fajas a favor ( )      Quema por los flancos ( )

Quema por puntos ( )      Quema circular con encendido central ( )

Quema chevrón o encendido a cuatro vientos ( )

Lugar: \_\_\_\_\_

Fecha de la solicitud: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nombre y firma

*Nota:* Deberán presentarse original y copia, la cual deberá ser sellada o firmada de recibido por la autoridad

## APÉNDICE 5

### Minuta de la Reunión de Trabajo para establecer el ordenamiento por el cual se regula la quema de espárrago de forma controlada en la región de Caborca, temporada 2015-2016

En el local que ocupan las oficinas de la Presidencia Municipal, sito en calle Obregón y Avenida Quiroz y Mora, en la ciudad de Caborca, Sonora, y siendo las 19:00 horas del día 24 de noviembre de 2015, nos reunimos la Q.B. Karina García Gutiérrez, alcaldesa del municipio de Caborca; el Ing. Ricardo Araiza Celaya y la Lic. Librada Macías González, secretario y regidora, respectivamente, del H. Ayuntamiento; el Dr. Luis Alberto Cádiz Lizárraga, jefe de la Jurisdicción Sanitaria Núm. 2; el Lic. José Ramsés Ortega Celaya, jefe del [Centro de Apoyo al Desarrollo Rural] CADER 02, Caborca, en representación de la Ing. Sindia Anel Gutiérrez Saldaña, jefa del [Distrito de Desarrollo Rural Sustentable] DDR 139, Caborca; el M.C. Fabián Robles Contreras, jefe de campo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias; el Ing. Enrique Ricardo Gil Mejía (presidente), el C. Aarón Mier Nogales y el Ing. Alfonso Reyes Pesqueira (comisión de espárrago) y el Ing. Carlos Alberto Nicols Santos (director general), de la Asociación Agrícola de Productores de Frutas y Hortalizas de Caborca, A.C.; el Ing. Eduardo Liñeiro Celaya, presidente de la Junta Local de Sanidad Vegetal, y el P.A. Raúl H. Buentello Ruiz, presidente de la Asociación de Usuarios del Distrito de Riego 037, Altar, Pitiquito, Caborca, A.C.

Correspondió al Ing. Carlos A. Nicols Santos dar por iniciados los trabajos de esta reunión, comentando que por sexto año consecutivo se pretende implementar el esquema de quema controlada de espárrago en alusión a la **NOM 015-Semarnat/Sagarpa-2007**.

Por su parte, el Ing. Enrique Ricardo Gil Mejía da a conocer a los presentes que los productores de espárrago han acordado, y están dispuestos a cumplir rigurosamente, el programa de ordenamiento propuesto por la Junta Local de Sanidad Vegetal, el cual marca estándares más rigurosos, en el afán de aminorar de manera substancial los efectos de la quema controlada de espárrago, los cuales detallamos a continuación.

1. Facilidades al personal de la Junta Local para realizar el trabajo.
2. Quemar máximo por día 3.5% de la superficie total; es decir, si tenemos 9,000 hectáreas, se deben quemar 315 hectáreas en toda la región.
3. Creemos que se puede lograr haciendo una buena planeación al momento del desvare.
4. Las regiones Sapos-La Almita son las más críticas, por ello no deben quemar las tres empresas el mismo día (Las Tres Californias, Hortícola del Desierto y Exportadora de Caborca).
5. Horario de quema es **de 11:00 am a 3:00 pm** sin importar que las condiciones después de la hora límite sean favorables.
6. No está permitido tratar de recuperar la superficie que no se quemó el día anterior o que se quiera avanzar porque hay pronósticos de lluvia.

7. Cada productor debe entregar el programa de quema a más tardar el 30 de noviembre, lo cual nos va a permitir hacer el análisis, para si se requiere, hacer los ajustes correspondientes.
8. Pago de cuota de \$30.00 pesos por hectárea, de acuerdo a superficie real y recuperación a corto plazo.
9. Sanción económica a los productores que no cumplan con lo estipulado en los puntos que se están mencionando.
10. Que el Ayuntamiento sea el encargado de fijar el monto de la sanción y se encargue de hacerla efectiva.
11. Seguimiento a la sanción, según sea el caso.
12. En caso que no se cumpla con el ordenamiento no nos hacemos responsables de las consecuencias que se ocasionen.
13. Debe quedar muy claro la función de las partes involucradas en este proceso de la quema del espárrago, y hacer la divulgación correspondiente.
14. Que todos los productores firmen documento en donde se menciona que están de acuerdo con la solicitud que plantea la Junta Local, y se comprometen a cumplir con todos los puntos que se mencionan.
15. En caso que suceda alguna anomalía por algún productor y éste sea sancionado por no cumplir con los puntos aceptados y firmados por él mismo y en caso que la sanción no se haga efectiva, en ese momento la junta local se retira de la coordinación del ordenamiento.

Posteriormente hace uso de la voz el Ing. Eduardo Liñeiro Celaya, quien hace comentarios generales, sobre los resultados obtenidos en el programa de quema controlada de espárrago de años anteriores, específicamente en lo relacionado a las siguientes variables: velocidad y dirección del viento, así como el horario indicado para llevar a cabo esta práctica.

A continuación, el M.C. Fabián Robles Contreras externa su comentario en el sentido que, por parte del INIFAP, el Ing. Manuel de Jesús Valenzuela Ruiz realizó un estudio en el cual analizó el efecto de la quema del follaje del espárrago en la época de cosecha y su rendimiento. En éste se concluye que donde no se llevó a cabo la quema, la cosecha se inició con un retraso de seis días, con nula producción; en consecuencia evitar la quema implica un desfase en la ventana de comercialización, que trae como consecuencia no poder lograr los mejores precios de venta. Concluye su comentario argumentando que la quema de espárrago se considera dentro del paquete tecnológico, por considerarla necesaria en la eliminación de inóculos y rompimiento del ciclo biológico de las principales plagas y enfermedades que afectan este cultivo.

Por su parte, el Dr. Luis Alberto Cádiz Lizárraga hace su comentario en el sentido de que la Jurisdicción Sanitaria llevó a cabo una revisión a fondo para determinar si el humo producto de la quema de espárrago se vuelve un factor de riesgo a considerar en las enfermedades significativas y que más bien la principal causa de afectación a las vías respiratorias obedece a las bajas temperaturas que prevalecen en este periodo. Con respecto a la incidencia de otro tipo de enfermedades que afectan la salud humana, éstas se presentan durante todo el año.

En su intervención la Q.B. Karina Gutiérrez García reconoce el esfuerzo de los productores de espárrago al ser grandes generadores de mano de obra [*sic*] y por favorecer la economía regional con la derrama que este cultivo genera; asimismo, hace ver a los productores que cuentan con la

anuencia del municipio para seguir adelante con el proceso productivo hasta llegar a la cosecha, siempre y cuando los productores de espárrago cumplan las compromisos contraídos y detallados en este documento para llevar a cabo de manera eficiente el ordenamiento del Programa de Quema Controlada y conmina a los presentes para que, de manera conjunta, afrontemos los reclamos que pudieran presentarse en el transcurso de este programa. Por otra parte, nos hace ver la manera de llevar a cabo un programa de reforestación y áreas verdes, que incluya el área urbana y la zona rural de este municipio. Esta reforestación es con el fin de mitigar los efectos de la quema de espárrago.

No habiendo otro asunto que tratar y siendo las 20:15 p.m. del día 24 de noviembre de 2015, se dio por terminada la reunión de trabajo, firmando para constancia de la presente los que en ella intervinieron.

#### PRESIDENCIA MUNICIPAL

Q.B. Karina García Gutiérrez  
*Alcaldesa de Caborca*

Ing. Ricardo Araiza Celaya  
*Secretario del H. Ayuntamiento*

Lic. Librado Macías González  
*Regidor*

#### SECRETARÍA DE SALUD

Dr. Luis Alberto Cáñez Lizárraga  
*Jefe de la Jurisdicción Sanitaria Núm. 2*

#### SAGARPA

Lic. José Ramsés Ortega Reyna  
*Jefe del CADER 02, Caborca*

#### INIFAP

M.C. Fabián Robles Contreras  
*Jefe de campo, Caborca*

#### ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE FRUTAS Y HORTALIZAS DE CABORCA, A.C.

Ing. Enrique Ricardo Gil Mejía  
*Presidente*

C. Aarón Mier Nogales  
*Comisión de Espárrago*

Ing. Alfonso Reyes Pesqueira  
*Comisión de Espárrago*

Ing. Carlos Alberto Nicols Santos  
*Director general*

#### JUNTA LOCAL DE SANIDAD VEGETAL

Ing. Eduardo Liñeiro Celaya  
*Presidente*

## APÉNDICE 6

### Cálculo de emisiones

CCA 2017: Cálculo de las emisiones de la quema de residuos del cultivo de espárrago en el municipio de Caborca, Sonora

<b>Cálculo CCA 2017</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>PM<sub>2.5</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>COV</b>	<b>NH<sub>3</sub></b>
<b>Factor de emisión (g/kg) (kg/Mg) (kg/ton)</b>	1,515.0	92.0	2.7	0.1	2.5	20.0	19.7	0.3	75.0	2.2	33.0	1.2
<b>Fuente del factor de emisión</b>	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]
<b>Emisiones en 2017 por quema de residuos del cultivo de espárrago en el municipio de Caborca (Mg/año)</b>	51,813.8	3,146.4	92.3	2.4	85.5	684.0	672.7	10.4	2,565.0	76.8	1,128.6	40.5
<b>Inventarios de emisiones consultados</b>												
<b>Emisiones de quemas agrícolas en el municipio de Caborca (INEM 2013)</b>			10.5			36.2	34.4	2.0	296.5	11.7	23.1	5.9
<b>Emisiones de todas las fuentes en el municipio de Caborca (ProAire-Sonora 2017-2026, anexo B)</b>						18,844.9	3,310.2	59.7	10,595.2	7,352.4	12,756.5	545.3
<b>Emisiones de quemas agrícolas en el estado de Sonora (INEM 2013)</b>						6,335.0	6,026.2	388.5	61,291.5	2,237.9	5,157.8	1,226.7
<b>Emisiones de quemas agrícolas del estado de Sonora (ProAire-Sonora 2017-2026, anexo A)</b>						4,003.9	3,803.2	283.3	41,742.0	1,504.2	3,488.4	835.4
<b>Emisiones de fuentes de área del estado de Sonora (ProAire-Sonora 2017-2026, anexo A)</b>						35,315.8	15,851.5	1,052.7	112,316.3	6,078.1	56,296.6	27,743.5

- [1] H. Aalde et al. (2006), *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, vol. 4: *Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra*, cap. 2: “Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierra”, cuadro 2.5, p. 47; disponible en: <<https://goo.gl/w7cRU8>>.
- [2] CARB (2008), *Smoke Emission Estimation: Agricultural Burning and Other Managed Burns*, “Managed Burn Emission Factor Table” [cuadro con factores de emisión de la quema controlada de residuos agrícolas], California Air Resources Board, última revisión: junio de 2008; disponible en: <<https://goo.gl/W9LPaZ>> (consulta del 5 de diciembre de 2017).

<b>Emisiones de GEI, cálculo CCA 2017</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>N<sub>2</sub>O</b>
<b>Potencial de calentamiento global*</b>	1	1.8	28	265
<b>Emisiones en Mg de CO<sub>2</sub> equivalente</b>	51,813.8	5,663.6	2,585.6	634.4

\* Valores tomados de: IPCC (2013), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis* [Cambio climático 2013: bases físicas], apéndice 8.A “Lifetimes, Radiative Efficiencies and Metric Values” [Periodos de vida, eficiencias radiactivas y valores métricos], contribución del Grupo de Trabajo I al quinto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (*Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*), T. F. Stocker, D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P. M. Midgley (comps.), Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, p. 731.

## Datos utilizados en el cálculo de las emisiones de la quema de residuos del cultivo de espárrago en el municipio de Caborca, Sonora (CCA 2017)

Parámetro	Valor	Unidad	Fuente
Biomasa específica*	3,362.6	kg/ha	CARB (2008)
Hectáreas sembradas	10,171.0	ha	OIAPES - SAGARHPA
Biomasa total	34,200,510.9	kg	Cálculo: A. Keer
Biomasa total	34,200.5	ton	Calculo: A. Keer

\* La biomasa específica (cantidad de biomasa realmente quemada) corresponde a la carga de combustible. Valor tomado del cuadro de factores de emisión y carga de combustible para quema de residuos agrícolas del Consejo de Recursos Atmosféricos de California (*California Air Resources Board, CARB*). Véase cuadro *infra*.

### Factores de emisión y carga de combustible para quema de residuos agrícolas

Cultivos sujetos a quema controlada				Factores de emisión								Carga de combustible	Unidades para carga de combustible
Clave del cultivo	Cultivo	Descripción EIC	Código EIC	Unidades de los factores de emisión	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	COV	CO	NH <sub>3</sub>		
610	Caña de azúcar	Agricultura - Cultivo	670-662-0262-0000	lbs/ton	15.90	15.18	4.49	0.61	10.73	113.95	1.80	2.175	ton/acre
				kg/Mg	7.950	7.590	2.245	0.305	5.365	56.975	0.90	4,875.700	kg/ha
247	Espárrago	Agricultura - Cultivo	670-662-0262-0000	lbs/ton	40.00	39.34	4.49	0.61	66.00	150.00	2.37	1.500	ton/acre
				kg/Mg	20.00	19.670	2.245	0.305	33.00	75.00	1.185	3,362.551	kg/ha

EIC = categorías del inventario de emisiones (del inglés: *emission inventory categories*).

Fuente: CARB (2008), *Smoke Emission Estimation: Agricultural Burning and Other Managed Burns*. "Managed Burn Emission Factor Table" [cuadro con factores de emisión de la quema controlada de residuos agrícolas, en hoja de cálculo Excel: mngdburnemissionfactors.xls], California Air Resources Board, última revisión: junio de 2008; disponible en: <<https://goo.gl/W9LPaZ>> (consulta del 5 de diciembre de 2017).

### Factores de conversión

kg/lb	0.453592
kg/t*	907.185
ha/acre	0.404686

\* En este caso particular, "t" corresponde a la llamada "tonelada corta" (*short ton* o *US ton*), unidad de peso de uso en Estados Unidos que equivale precisamente a 907 kilogramos.

Categoría	Subcategoría	Clave	Cve. de estado	Estado	Cve. de municipio	Municipio	
Sonora: Caborca	Fuentes de área	Quemas agrícolas	FA0707	26	Sonora	017	Caborca

Fuente: Extracto de la hoja de cálculo del INEM 2013.





**Comisión para la Cooperación Ambiental**

393 rue St-Jacques Ouest, bureau 200  
Montreal (Quebec), Canadá, H2Y 1N9

Tel.: 514.350.4300 fax: 514.350.4314

info@cec.org / www.cec.org