



SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



SADER

SECRETARÍA DE AGRICULTURA
Y DESARROLLO RURAL



SENASICA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,
INOCUIDAD Y CALIDAD
AGROALIMENTARIA



Al servicio
de las personas
y las naciones

Diagnóstico y recomendaciones
para optimizar la operación del

Programa Nacional de Recolección de Envases Vacíos de Agroquímicos (PNREVA)

RESUMEN EJECUTIVO



GCM

Grupo
Consultor en
Medio Ambiente



residuoscop
manejo ambientalmente adecuado

25 de junio de 2018

Resumen ejecutivo ampliado

La creciente demanda de alimentos en México y en el mundo trae consigo el aumento del uso de los agroquímicos, que tiene por objeto incrementar la productividad de los cultivos y evitar la pérdida de las cosechas por plagas, así como mitigar calamidades antes y durante la recolección de las siembras, lo cual ha generado el acrecentamiento de daños ocasionados a la salud y al medio ambiente por el manejo inadecuado de los envases que contienen las sustancias activas de dichos agroquímicos. Por ello, la importancia de que previo a establecer estrategias y acciones encaminadas para un manejo adecuado de este tipo de residuos, así como para la toma de decisiones relacionadas a estos, se requiere de un diagnóstico sobre los principales aspectos relacionados a los envases vacíos en el país.

En ese orden de ideas, como parte de las actividades del Proyecto “Manejo Ambientalmente Adecuado de Residuos con Compuestos Orgánicos Persistentes en México” (MAARCOP), donde el objetivo de este es minimizar los impactos a la salud y al medio ambiente mediante un manejo adecuado de químicos y la reducción de las emisiones de Compuestos Orgánicos Persistentes (COP), así como la exposición a estos a partir de la ejecución de operaciones de manejo de residuos electrónicos y plaguicidas obsoletos en México; se desprende el Servicio de Consultoría denominada **“Diagnóstico y recomendaciones para optimizar la operación del Programa Nacional de Recolección de Envases Vacíos de Agroquímicos”**, que busca a partir de los hallazgos identificados en el diagnóstico integrar una cartera de recomendaciones para fortalecer y optimizar la operación del Programa Nacional de Recolección de Envases Vacíos de Agroquímicos (PNREVA).

Por lo anterior, para el desarrollo del estudio se llevaron a cabo cuatro grandes actividades, mismas que se irán describiendo a lo largo del presente documento.

Como primer gran actividad, se sintetizaron los antecedentes en el ámbito nacional e internacional con respecto a la generación de Envases Vacíos de Agroquímicos (EVA) y al manejo de plaguicidas, respectivamente, y se describió la problemática en torno a la generación y al manejo inadecuado de los mismos en México, así como en algunos países de Latinoamérica, destacando lo siguiente:

México desde hace casi una década a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), como órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), coordina el PNREVA cuyo objetivo tiene el promover, como su nombre lo indica, la recolección de EVA debido a la gran generación de este tipo de residuos y a los riesgos que ocasiona su manejo inadecuado.

De la literatura internacional revisada, se identificó que en muchos países de América y Europa se promueve el manejo ambientalmente adecuado de los EVA con base en el desarrollo e implementación de programas y disposiciones jurídicas específicas, similar al manejo que debe darse a los residuos peligrosos y buscando su valorización.

En lo que respecta a la problemática asociada al consumo de los agroquímicos en el mundo y en especial al uso de los plaguicidas, ha sido abordada por diversas organizaciones tanto a nivel internacional como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud, como en México. Sin embargo, la mayoría de estos se ha enfocado a la identificación de los efectos en la salud de la población localizada en las Entidades Federativas por la exposición a plaguicidas durante su uso y forma de aplicación y no, específicamente, por el manejo de los EVA que se generan.

Cabe destacar que en la revisión documental realizada no se encontraron registros o estudios de caso por intoxicaciones en México, asociados al manejo o uso inadecuado de EVA, pero sí por casos de intoxicaciones por plaguicidas.

Posterior a la revisión de experiencias internacionales y a la problemática asociada por el manejo inadecuado de los EVA, se describió el marco teórico del Programa Nacional de Recolección de Envases Vacíos de Agroquímicos y Afines (PNREVAA) con base en información documental, ciñendo el marco jurídico e institucional que fundamenta el tema del manejo de EVA. De ello, podemos resumir los siguientes acontecimientos relevantes:

- En 1971 se expidió la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, a través de la cual son regulados los plaguicidas y fertilizantes en lo relativo a la contaminación de suelos.
- En 1987 se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el decreto que estableció las bases de coordinación que diversas instituciones del gobierno federal deberían observar con relación a los Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (PFST). Dicha coordinación es la denominada Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y uso de Plaguicidas y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST), misma que elaboraría el catálogo de los PFST registrados y autorizados y lo mantendría actualizado (DOF, 1987). Durante finales de la década de los 80 y la de los 90, la regulación de los plaguicidas en México se concentró en la CICOPLAFEST.
- En 1988 se publica la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la cual abrogó a la ley de 1971. En dicha ley se establecieron disposiciones sobre los plaguicidas y sus envases y empaques, asimismo se empiezan a regular los materiales y residuos peligrosos.
- En 2001 se crea la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Salud. Desde entonces y a la fecha, de acuerdo a las competencias establecidas en la Ley General de Salud, tiene a su cargo, entre otros aspectos, autorizar en coordinación con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la SAGARPA, el registro sanitario de plaguicidas y nutrientes vegetales (COFEPRIS, 2017) y emitir el catálogo de plaguicidas en el que se incluye la lista de plaguicidas prohibidos¹ y restringidos² como lo hizo en 1991 (COFEPRIS, 2002).
- En el 2003 se expidió la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) en la que se retoma la esencia de la definición de los residuos peligrosos y se complementa incluyendo en esta, los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio y, por tanto, representen un peligro al equilibrio ecológico o el ambiente. Resultado de lo anterior, en el 2014 la LGEEPA es modificada, incluyendo la definición de la LGPGIR.

A continuación, se presenta en la tabla 1 el resumen de las disposiciones jurídicas que están obligados a cumplir los responsables de la ejecución de las actividades dentro del PNREVA.

Tabla 1. Principales disposiciones jurídicas que regulan a los responsables y las actividades dentro del PNREVA

Responsables	Disposiciones jurídicas obligatorias
Productores Importadores Exportadores Distribuidores	LGPGIR. Art. 31: Formular, ejecutar y registrar ante la SEMARNAT un plan de manejo, de productos que al desecharse se convierten en residuos peligrosos como es el caso de plaguicidas y de sus envases que contengan remanentes de los mismos. Art. 27: Considerar en el plan de manejo la promoción de la prevención de la generación y la valorización de los residuos así como su manejo integral y el establecimiento de esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados.

¹ Prohibida su importación, fabricación, formulación, comercialización y uso.

² Uso en campañas sanitarias por el ejecutivo federal y cuando se especifica como tal en el catálogo.

Responsables	Disposiciones jurídicas obligatorias
Productores Importadores Exportadores Distribuidores Grandes generadores	RLPGIR: Establece la posibilidad de incluir en el plan de manejo, condiciones particulares de manejo para ciertos residuos peligrosos: Art. 29 Un plan de manejo que integre condiciones particulares de manejo aprobadas por la SEMARNAT, tendrá efectos de autorización para aquellas actividades de manejo de residuos peligrosos contenidas en el mismo que, conforme a la Ley, requieran autorización, excepto la disposición final.
Grandes generadores	LGPGIR. Art. 46: Registrarse como generador de residuos peligrosos ante la SEMARNAT. Contar con una bitácora para registrar el volumen anual de residuos peligrosos que generan y las modalidades de manejo. Presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos de acuerdo con los lineamientos que para tal fin se establezcan en el Reglamento (COA). Contar con un seguro ambiental , de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
Pequeño generador	LGPGIR. Art. 47: Registrarse como generador de residuos peligrosos ante la SEMARNAT Contar con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que generan y las modalidades de manejo. Registrar los casos en los que transfieran residuos peligrosos a industrias para que los utilicen como insumos o materia prima dentro de sus procesos indicando la cantidad o volumen transferidos y el nombre, denominación o razón social y domicilio legal de la empresa que los utilizará. Sujetar sus residuos a planes de manejo , cuando sea el caso, Cumplir con los demás requisitos que establezcan el reglamento y demás disposiciones aplicables.
Microgeneradores:	LGPGIR. Art. 48: Registrarse como generador ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda. Sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes. Llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados, o Enviarlos a través de transporte autorizado , de conformidad con las disposiciones legales aplicables. RLPGIR. Art. 85: Los microgeneradores que decidan transportar en sus propios vehículos los que generen a un centro de acopio autorizado, deberán identificar claramente los residuos peligrosos, envasándolos o empaquetándolos en recipientes seguros que eviten cualquier tipo de derrame. El embarque de residuos peligrosos no deberá rebasar, por viaje y por generador, los 200 kilogramos de peso neto o su equivalente en otra unidad de medida.
Todos los generadores	LGPGIR. Art. 56: Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por más de seis meses a partir de su generación. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la SEMARNAT.
Centros de Acopio y los tipos de generadores que almacenen temporalmente sus residuos que menciona cada disposición	LGPGIR. Art. 50: Solicitar autorización a SEMARNAT para el acopio y almacenamiento de residuos peligrosos provenientes de terceros. Art. 83: Cuando las actividades de acopio y almacenamiento se encuentren dentro de un plan de manejo de los residuos peligrosos contenidos el artículo 31 fracciones I a XI de la LGPGIR, no se requerirá de autorización, ya que estas actividades se realizarán conforme lo establezca el propio plan; ello, facilita la gestión administrativa para realizar estas actividades. Sin embargo, el almacenamiento debe observar las condiciones a que se refieren los artículos 82 y 83 del Reglamento de la LGPGIR, que resulten aplicables. RLPGIR. Art. 84: Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses. RLPGIR. Art. 82: Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las

Responsables	Disposiciones jurídicas obligatorias
	<p>condiciones siguientes, además de las que establezcan las NOM para algún tipo de residuo en particular:</p> <p>I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados. ▪ Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones. ▪ Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados. ▪ Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño. ▪ Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia. ▪ Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados. ▪ Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles. ▪ El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y ▪ La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical. <p>LGPGIR. Art. 64: En el caso del transporte y acopio de residuos que correspondan a productos desechados sujetos a PM, en términos de lo dispuesto por el artículo 31 de la LGPIR, se deberán observar medidas para prevenir y responder de manera segura y ambientalmente adecuada a posibles fugas, derrames o liberación al ambiente de sus contenidos que posean propiedades peligrosas.</p> <p>NOM-003-STPS-1999, numeral 9: Se debe practicar examen médico de ingreso y anual al personal ocupacionalmente expuesto, para identificar alteraciones orgánicas que puedan ser agravadas por la exposición a insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes.</p>
Transporte	<p>RLGPGIR. Art 85: El transportista o destinatario (poseedor o prestador de servicios) está obligado a registrar y firmar en el manifiesto, de la actividad de manejo en que participa.</p> <p>LGPGIR. Art. 50: Solicitar autorización a SEMARNAT para el transporte de RP.</p> <p>Art. 64: En el caso del transporte de residuos que correspondan a productos desechados sujetos a PM, en términos de lo dispuesto por el artículo 31 de la LGPIR, se deberán observar medidas para prevenir y responder de manera segura y ambientalmente adecuada a posibles fugas, derrames o liberación al ambiente de sus contenidos que posean propiedades peligrosas.</p> <p>RLGPGIR. Art. 85: Verificar que los residuos peligrosos estén debidamente etiquetados e identificados y, en su caso, envasados y embalados.</p> <p>Contar con un plan de contingencias y el equipo necesario para atender cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes.</p> <p>Contar con personal capacitado para la recolección y transporte de residuos peligrosos.</p> <p>Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de residuos peligrosos que vayan a transportarse, firmarlo y guardar las dos copias que del mismo le corresponden.</p> <p>Observar las características de compatibilidad para el transporte de los RP.</p> <p>Los residuos que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad no podrán ser transportados junto con ningún otro tipo de residuos peligrosos.</p> <p>Art. 86: El transporte de residuos peligrosos se desarrollará de la siguiente manera:</p> <p>Por cada embarque de residuos, el generador deberá entregar al transportista un manifiesto en original, debidamente firmado y dos copias del mismo, en el momento de entrega de los residuos.</p>

Responsables	Disposiciones jurídicas obligatorias
	<p>El transportista conservará una de las copias que le entregue el generador, para su archivo, y firmará el original del manifiesto, mismo que entregará al destinatario junto con una copia de este, en el momento en que le entregue los residuos peligrosos para su tratamiento o disposición final.</p> <p>El destinatario de los residuos peligrosos conservará la copia del manifiesto que le entregue el transportista, para su archivo, y firmará el original, mismo que deberá remitir de inmediato al generador, y si transcurridos sesenta días naturales, contados a partir de la fecha en que la empresa de servicios de manejo correspondiente reciba los residuos peligrosos para su transporte, no devuelve al generador el original del manifiesto debidamente firmado por el destinatario, el generador deberá informar a la SEMARNAT de este hecho a efecto de que dicha dependencia determine las medidas que procedan.</p>
<p>Manejo en destino final</p>	<p>LGPGIR. Art. 50: Se requiere autorización de la Secretaría para:</p> <p>La utilización de residuos peligrosos en procesos productivos, de conformidad con lo dispuesto en el art. 63 de la LGPGIR.</p> <p>La incineración de residuos peligrosos.</p> <p>La realización de cualquiera de las actividades relacionadas con el manejo de RP provenientes de terceros.</p> <p>RLGPGIR. Art. 87: Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos.</p> <p>Los envases vacíos que contuvieron agroquímicos o plaguicidas o sus residuos se sujetarán a los criterios establecidos en los PM, en NOM correspondiente u otras disposiciones legales aplicables.</p> <p>RLGPGIR. Art. 89: Para el uso de residuos peligrosos como combustibles alternos en procesos de combustión de calentamiento de tipo directo o indirecto, deberán observarse los criterios ambientales para la operación y límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables.</p> <p>Art. 105: Conforme al art. 67, fracción III, de la LGPGIR, los compuestos orgánicos persistentes, incluyendo a los bifenilos policlorados, así como los residuos que los contengan, no podrán disponerse finalmente en confinamientos controlados o en cualquier otro sitio si contienen concentraciones iguales o superiores a cincuenta partes por millón. Los compuestos orgánicos persistentes incluyendo a los bifenilos policlorados, los organohalogenados como los organofluorados, así como los residuos que los contengan, sólo podrán descontaminarse, tratarse o eliminarse de acuerdo con las normas oficiales mexicanas correspondientes, entre otros, bajo cualquiera de los siguientes procesos:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Extracción líquido-líquido; II. Retrolavado. III. Químicos catalíticos; IV. Incineración, y V. Gasificación, plasma o pirólisis. <p>En cualquier caso, será indispensable para la obtención de la autorización para operar los procesos antes mencionados, la ejecución de un protocolo de pruebas.</p> <p>RLGPGIR. Art. 57: En tanto no se expidan las NOM que regulen tecnologías o procesos de reciclaje, tratamiento, incineración, gasificación, plasma, termólisis u otros, la SEMARNAT podrá solicitar al prestador de servicio el proyecto ejecutivo y desarrollo de un protocolo de pruebas, siempre que:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. La tecnología o el proceso sea innovador y no exista experiencia al respecto. II. Existan antecedentes de que la citada tecnología o proceso no es eficaz para los residuos peligrosos que se pretenden manejar. III. Se pretenda realizar incineración de residuos, o IV. Se pretenda manejar compuestos halogenados u orgánicos persistentes. <p>El protocolo de pruebas se realizará de acuerdo con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente.</p> <p>LGPGIR. Art 55: La SEMARNAT determinará en el Reglamento y en las NOM, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que</p>

Responsables	Disposiciones jurídicas obligatorias
	<p>no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos.</p> <p>Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final.</p> <p>En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.</p>

Fuente: elaboración propia, 2018.

Posteriormente, se incluyó una descripción documental, de gestión y operación, del PNREVA y de programas complementarios de recolección en el país, encontrando que el tema de la recolección de EVA ha sido impulsado en sus inicios (1996) por la industria fabricante y formuladora de agroquímicos. En años pasados, distintos gobiernos estatales y generadores, a través de los Comités Estatales de Sanidad Vegetal (CESAVE), de manera particular se han ido sumando a los programas existentes PNREVA y Campo Limpio de AMOCALI, A.C. para implementar la correcta recolección y destino final de los EVA generados en sus regiones. AMOCALI es una asociación civil que fue creada en el 2010 por las dos principales asociaciones que agrupan a los fabricantes y formuladores de agroquímicos en el país: PROCCYT (antes AMIFAC) y UMFFAAC.

Por su lado, la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ), a través de su Sistema de Administración de Responsabilidad Integral (SARI), también ha manejado someramente el tema con sus asociados desde años pasados.

Dentro de la búsqueda y revisión documental del Programa, se encontró que el PNREVA o PNREVAA, desde su origen, no es un programa publicado de manera oficial por alguna instancia del gobierno federal. Es importante señalar que este ha sido nombrado por diversos actores en distintos documentos consultados como PRONAREVAA, PNREVAA o solo como PNREVA, es decir, con y sin la palabra “Afines” y adicionalmente algunas organizaciones y dependencias como SAGARPA y el propio SENASICA, se han referido a él como el programa “Conservemos un Campo Limpio”, término también usado por la entonces Asociación Mexicana de la Industria Fitosanitaria (AMIFAC) en algún documento para referirse a su programa “Campo Limpio”. Asimismo, el nombre del programa de manera literal solo incluye la recolección de EVA, cuya definición de acuerdo al Reglamento de la LGPGIR se enfoca únicamente a recoger los residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones y no a su manejo integral.

Por otro lado, al no existir un programa publicado, los objetivos de este han sido establecidos en diferentes fuentes y documentos y con alcances distintos, así como tampoco cuenta con un presupuesto asignado y etiquetado por año para sus actividades.

La segunda gran actividad del estudio fue la estimación de la generación de EVA en México para el periodo 2000-2016. Para ello, se llevó a cabo una búsqueda y compilación de datos sobre generación de envases vacíos en páginas de internet, así como en informes, reportes, presentaciones y planes de manejo proporcionados por el SENASICA y AMOCALI; y una revisión de literatura nacional e internacional asociadas a metodologías para el desarrollo del cálculo.

A continuación, se describen, de forma general, los antecedentes sobre generación de EVA.

En 1993 se estimaba que en el mundo se generaban de 600 a 1,100 millones de envases de plaguicidas (INE, 1993), mientras que la primer estimación a nivel nacional la realizó AMIFAC en el 2005, con base en los datos proporcionados por sus empresas asociadas, estimando un total de 36,283,347 unidades de envases (AMIFAC, 2005). Dos años después (2007), la misma asociación

estimó un total anual de EVA generados por sus empresas socias de 30,867,260 unidades (AMIFAC, PLAMEVAA, 2007), cantidad 6 millones menor a su primera estimación (2005).

AMOCALI en el 2010 registró su Plan de Manejo (PM) y estimó un total de 55 millones anuales de EVA generados por sus empresas socias (AMOCALI, 2010). En otra publicación más reciente de la asociación (Amocali, 2016) reporta una generación de EVA y afines de 5,967 ton para el año 2015. Cabe señalar que estas cifras no son comparables ya que están en unidades diferentes (toneladas y unidades de envase).

Por parte del gobierno federal, a la fecha de elaboración del presente estudio, no ha realizado ninguna estimación sobre generación de EVA y afines, ni tampoco existe alguna publicación oficial al respecto.

Otro ejercicio fue desarrollado por la empresa consultora ASAMINFAR en 2014, la cual estimó una generación de EVA en todo el país de 6,020 toneladas por año (SENASICA, 2014). Sin embargo, de acuerdo con el mismo informe de 2014, las 6 mil toneladas, que corresponde a un número aproximado de 30 millones de EVA, están subestimadas ya que de acuerdo con la información del SIAP de 2014, en promedio en el país, se sembraban 22 millones de hectáreas por año y la aplicación de herbicida promedio por ciclo sembrado es de 4 litros por hectárea, lo cual generaría alrededor de 90 millones de envases únicamente por el uso de herbicidas. Este mismo diagnóstico menciona que si a este tipo de agroquímico se le suma el consumo de otros, tales como: insecticidas, fungicidas, nematocidas, entre otros utilizados en el sector agropecuario y pecuario, es posible que la generación de EVA sea mucho mayor.

Debido a lo anterior, se decidió reunir las experiencias tomadas de la literatura técnica y científica más actualizada, identificando que en México no se ha desarrollado ninguna metodología a nivel nacional y tan sólo dos a nivel regional. Los aspectos revisados en estas fueron: la región de estudio considerada, los ciclos agrícolas, los tipos de envases considerados, la metodología utilizada junto con sus fuentes de información, los resultados obtenidos y los supuestos económicos y/o técnicos utilizados para su cálculo.

A continuación, se enlistan los documentos, en el ámbito nacional, que se revisaron y analizaron:

1. Evaluación del riesgo ambiental por plaguicidas: caracterización del uso y muestreo en el Distrito de Riego 010: Culiacán-Humaya, (Leyva Morales, 2014).
2. Evaluación de la generación de Envases de Agroquímicos en una Región del Estado de Morelos, México, (Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) e Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), S.F.).

De las dos evaluaciones se observa que en la primera se desarrolló un inventario de Envases Vacíos de Plaguicidas (EVP) recibidos en un centro de acopio, realizando el registro en bitácoras semanales y donde se contabilizaron los envases por tipo de productos y presentación de estos, así como del contenido de ingrediente activo, mientras que en el segundo se realiza una estimación de EVA mediante una combinación de trabajo de campo, a través de observación y levantamiento de información en una selección de muestra aleatoria y estratificada, así como trabajo de gabinete utilizando información de fuentes oficiales.

Adicional a la revisión de experiencias a nivel nacional, también se realizó la revisión y análisis de metodologías a nivel internacional, observando que tampoco existe una metodología específica para la estimación de generación de EVA. La mayoría de estas están enfocadas a plaguicidas y/o plaguicidas obsoletos y como residuos asociados a estos, en algunos estudios se hace referencia a los EVP. De los documentos internacionales se analizó el tipo de inventario, la función y el objetivo

de cada tipo, así como los pasos para elaborar el inventario. A continuación, se enlistan los estudios analizados:

1. Guía para la gestión integral de residuos peligrosos, (Martínez, Mallo, Lucas, Alvarez, Salvarrey, & Gristo, 2005).
2. La preparación de inventarios de plaguicidas y materiales contaminados, (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010).
3. Guía metodológica para la realización de inventarios de desechos peligrosos y otros desechos en el marco del Convenio de Basilea, (Secretariat of the Basel Convention, 2016).

El primer documento es una guía que está orientada a los riesgos asociados, la gestión y los tratamientos para la disposición final de flujos específicos de residuos peligrosos, entre los que se encuentran los EVP, mientras que el segundo y tercer documento, se enfocan a los tipos de inventarios, el objetivo y el alcance de cada uno. Los dos últimos pretenden ser una guía de apoyo en la elaboración de inventarios y evaluación de riesgos asociados a los plaguicidas y a los residuos generados, a partir del uso de los productos químicos. Cabe señalar que aún y cuando ninguno de los tres describen una metodología específica para la elaboración de inventarios de EVA, se consideró pertinente describir el objetivo y el alcance de cada uno de los mismos a fin de que en un futuro puedan tomarse como referencia para este tema.

Una vez que se realizó la revisión y análisis de la literatura tanto nacional como internacional relacionada con el tema, así como los inventarios existentes en México, se procedió al desarrollo de la guía metodológica y se estableció como año base el 2016.

A continuación, se enumeran los pasos seguidos para el desarrollo:

- i) Establecimiento de los supuestos para la estimación.
- ii) Selección de la línea base: el año, el área de estudio y los límites geográficos.
- iii) Identificación de los EVA considerados para la estimación. Para esto se:
 - a. Identificaron y clasificaron las fuentes oficiales de información para extraer datos de superficie sembrada, ciclos agrícolas y modalidad de los cultivos más representativos a nivel nacional.
 - b. Identificaron fuentes de información relevantes para determinar el peso de los envases.
 - c. Identificaron fuentes de información relevantes para extraer datos sobre los tamaños y tipos de los envases.
- iv) Estimación de las dosis de aplicación de los agroquímicos, a partir de entrevistas realizadas en los 10 Estados de la República Mexicana seleccionados y con los datos empíricos de los cultivos elegidos sobre la frecuencia de aplicación, el tamaño y tipo de material de los envases, así como la utilización de datos oficiales de las superficies sembradas. Lo anterior consideró:
 - a. Determinación del tamaño de muestra (combinación de los CAT visitados y descritos en la tabla 2 en los estados seleccionados y los 12 cultivos)
 - b. Realización de entrevistas en los Estados seleccionados.
 - c. Análisis y validación de datos.
 - d. Multiplicación de resultados adquiridos.
 - e. Conversión de datos en unidades equivalentes, si fue el caso.
- v) Extrapolación de datos a nivel nacional.

Al no poder considerar las variantes en cantidad y frecuencia de aplicación del agroquímico, se realizó una extrapolación de la superficie sembrada anual por cultivo, para las modalidades de riego

y temporal y para cultivos cíclicos y perennes, con respecto a la superficie total anual y con independencia del tamaño del productor.

Asimismo, se seleccionaron 12 cultivos: maíz, frijol, aguacate, tomate, caña de azúcar, pastos y praderas, sorgo, café, mango, plátano, naranja y limón. Estos fueron seleccionados fundamentalmente por lo siguiente:

- i. Son los más representativos en el país,
- ii. La superficie total sembrada de dichos cultivos representa más de una tercera parte del país con respecto al total nacional y,
- iii. Debido a que en las visitas de campo se logró obtener información acerca de las dosis y frecuencia de aplicación para los mismos.
Extrapolación de datos a nivel nacional.
- vi) Estimación para cada Entidad Federativa.

Cabe señalar que se partió del supuesto fundamental teórico económico de que, con base en los datos del consumo de los productos agroquímicos es posible determinar la cantidad y el momento en que cada producto es desechado y que se convierte en un envase que conforme a la legislación vigente y aplicable en la materia es residuo peligroso³. Los dos estudios, que se han realizado en los Estados de Sinaloa y Morelos, han considerado el uso (aplicación de las dosis de los productos) para poder obtener la cantidad de EVA generado en un punto en el tiempo y en una región específica del país, razón por la cual se decide considerar el siguiente supuesto básico:

uso del producto agroquímico = superficie sembrada X dosis de aplicación.

También se consideró como supuesto técnico que la dosis de aplicación para los cultivos de la muestra es la misma para ese mismo cultivo en cualquier ciclo agrícola⁴ y para cualquier región del país, la modalidad (riego o temporal) e independientemente del tamaño del productor⁵. Por lo tanto, la dosis de aplicación está en función de la cantidad del agroquímico (litros, kilogramos) por el número de aplicaciones (frecuencia). Es decir, **dosis de aplicación = cantidad de agroquímico X frecuencia.**

Y finalmente, otro supuesto muy importante es que todos los agroquímicos comprados son consumidos, es decir en su totalidad son utilizados, por lo tanto, no existen agroquímicos almacenados que pudieran aplicarse en el siguiente ciclo agrícola o que pudieran quedar almacenados hasta caducar.

Con el propósito de obtener información tanto cualitativa como cuantitativa acerca del PNREVA, en general y sobre la generación de EVA, se diseñaron y se llevaron a cabo entrevistas a diversos actores clave, así como visitas a los Centros de Acopio Temporal (CAT) en los Estados de: Baja California Sur, Coahuila, Chiapas, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán de Ocampo, Quintana Roo, Sinaloa y Veracruz. Asimismo, con la finalidad de obtener una mayor representatividad de los datos obtenidos en dichas entrevistas **se definieron los siguientes criterios de selección, mismos que fueron fundamentales para la definición del tamaño de la muestra en la estimación.** En la tabla 2 se muestran los CAT seleccionados y visitados.

³ Estrictamente, no todos los EVA son peligrosos *per se*, sí los EVP y aquellos EVA que presenten una característica CRETI de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005. Para efectos de la estimación se consideran todos los EVA (peligrosos y no peligrosos).

⁴ Los ciclos agrícolas son: otoño-invierno y primavera-verano.

⁵ Existen productores agrícolas de diversos tamaños: individuales que siembran en su traspatio, asociaciones de productores de distintos tamaños, cooperativas y/o empresas grandes productoras de alimentos.

- i. Actividad agrícola
- ii. Empresas comercializadoras de agroquímicos
- iii. Estimación de EVA recolectados
- iv. Número de CAT instalados
- v. Administración de los CAT
- vi. Eficiencia y eficacia operativa del programa

Tabla 2. Centros de Acopio Temporal (CAT) visitados y su localización geográfica

Estado	CAT visitado	Dirección
Baja California Sur	CAT Comondú	Lote 68, Col. Rev. Mexicana. Vivero del Gobierno. BCS Km. 210, carr. Transpeninsular, Municipio de Comondú.
	CAT La Paz	Rancho el CEPROVEG, Predio Ejido El Carrizal, La Paz.
Coahuila	CAT Viesca	Carretera Libre a Torreón Saltillo entronque al ejido Nuevo Reynosa, Matamoros.
	CAT La Rosita	P.P Navarra a un costado de la Carretera Estatal Concordia - Francisco I. Madero, Municipio San Pedro, Coahuila.
Chiapas	CAT Villa Flores	Km. 44.5 Carretera Tuxtla Gutiérrez -Ocozocuautila, Villa Flores, en el Ejido Cristóbal de Obregón. Mun. de Villa Flores.
	CAT Acala	Km. 43.5 Carr. Tuxtla Gutiérrez - Comitán. Brecha izq. antes de Comunidad. Luis Echeverría, Municipio de Emiliano Zapata.
Estado de México	CAT Villa Guerrero	Carr. Federal Toluca Ixtapan de la Sal desviación en el Km 63 en la Valenciana, sitio de Villa Guerrero, Estado de México.
Guanajuato	CAT Juventino Rosas	Autopista Celaya - Irapuato Km 65 entrada por el poblado de San José Merino (los establos), Juventino Rosas, Guanajuato.
Jalisco	CAT Autlán de Navarro	Prol. Matamoros 3939-A Junta, Periférico Sur 1250 Local 4
Michoacán	CAT Zitácuaro	Camino a Camembaro - Ejido Cortina a 2.5 Km del Basurero Municipal. Ejido La Cortina. Zitácuaro, Michoacán.
	CAT Ario de Rosales	Carr. Ario de Rosales – Pátzcuaro Km22: después de Santa Clara del Cobre Desviación a la derecha, Predio La Finca.
Quintana Roo	CAT Chetumal	Carretera Antigua a Santa Elena S/N Fraccionamiento Aeropuerto. Municipio de Othón P. Blanco.
Sinaloa	CAT Culiacán	Carr. Culiacán Navolato Km 20 Asoc. de Agricultores del Río Culiacán. Mun. Navolato.
	CAT La Cruz de Elota	Carretera La Cruz – Carr. Int. México 15, Km. 5.5 Mun. de Elota.
	CAT Martínez de la Torre	Carretera Federal Martínez de la Torre - San Rafael Km. 68.7 Comunidad Vista Hermosa. Martínez de la Torre.
Veracruz	CAT Úrsulo Galván	Carretera Federal Cardel - Chachalacas, Km 4.5. Mun. Úrsulo Galván, Instalaciones del Instituto Tecnológico Úrsulo Galván

Fuente: elaboración propia, 2018.

Como cualquier método presenta algunas limitantes tanto de datos como metodológicas. A continuación, se enlistan estas:

- i. A la fecha de esta estimación, no existe una fuente oficial que contenga datos específicos sobre los EVA,
- ii. Sólo se considera una muestra pequeña de los CAT y estadísticamente no es significativa,
- iii. Inexistencia de métodos oficiales para la realización de estimaciones o de factores de conversión en México, hace que en general la estimación sea de menor calidad y con mayor sesgo,
- iv. Inexistencia de trazabilidad de la gestión y, por tanto, del seguimiento de los datos e información contenida en los trámites de la gestión.
- v. La estimación no provee la ubicación de los generadores de EVA, así como tampoco la localización geográfica de los mayores formuladores, distribuidores, comercializadores y consumidores de los agroquímicos,

- vi. La estimación no proporciona los principales productos químicos que generan mayores EVA, así como tampoco las regiones donde estos se encuentran,
- vii. La estimación de los datos con un solo peso de los EVA, cuando existen varios para estos,
- viii. El conjuntar EVA de dos volúmenes diferentes (1 y 5 litros) aún y cuando en los cálculos se diferenciaron, trae otro sesgo.
- ix. La estimación no considera otros tipos de envases, tales como bolsas aluminizadas o de papel y sacos; así como tampoco EVA de grandes volúmenes, p.e. de 200 litros, entre otros.

Con base en la metodología descrita en los párrafos anteriores, se obtuvo la estimación de generación de EVA nacional de los cultivos seleccionados, representando en todos los casos una superficie sembrada mayor al 75% con respecto a la superficie total nacional sembrada de los años de estudio, con rangos desde 75.21 hasta el 81.83%, generando 140,737,912 y 148,717,358 unidades de EVA en los años 2013 y 2012, respectivamente (ver la tabla 3).

Se realizó una extrapolación de los datos de generación de EVA del año base (2016) obteniendo alrededor de 200 millones de unidades de envases para todo el país, los cuales utilizando el factor de conversión del peso promedio de todos los envases (66.1 gramos/envase), son equivalentes a 12,656 toneladas de envases.

A partir de los datos extrapolados a nivel nacional se realizó la estimación de generación de EVA para cada Entidad Federativa de la siguiente manera: el número de hectáreas sembradas de cada Estado se multiplicó por el número de envases promedio utilizados por hectárea sembrada (cuyo valor fue de 8.73 para el 2016, (ver la tabla 3). El resultado obtenido fue el número de EVA generados. Para obtener el peso en kilogramos, este último valor se multiplicó por el peso promedio de cada envase de agroquímico, el cual fue de 0.0661 kilogramos (66.10 gramos) y, por último, el valor resultante se dividió entre 1000 y de esta manera se obtuvieron las toneladas de EVA generadas por Estado.

Los Estados con mayor generación de EVA en el 2016 resultaron ser: Jalisco, Veracruz y Chiapas con 946.12; 875.57 y 820.45 toneladas, respectivamente, mientras que los de menor generación son Baja California Sur y la Ciudad de México con 24.30 y 9.94 toneladas de EVA, respectivamente (ver tabla 4).

Tabla 3. Estimación de generación de Envases Vacíos de Agroquímicos de los cultivos representativos a nivel nacional y el promedio nacional por hectárea, del periodo correspondiente 2000-2016

Año	Total de EVA generado por año (unidades)	Porcentaje de generación de EVA con respecto al nacional por superficie sembrada (%)	Estimación anual de EVA generados (unidades)	Estimación anual de EVA generados (ton)	Superficie sembrada nacional (ha)	Promedio de EVA generados nacional /ha
2000	136,209,352	77.99	174,651,880	11,544	21,780,047.09	8.02
2001	135,152,003	77.89	173,508,665	11,469	21,607,967.06	8.03
2002	134,661,171	78.61	171,307,818	11,323	21,664,017.86	7.91
2003	135,665,941	78.05	173,814,070	11,489	21,674,100.12	8.02
2004	140,434,550	79.08	177,586,105	11,738	21,808,137.40	8.14
2005	137,014,622	76.21	179,781,983	11,884	21,640,045.79	8.31
2006	138,611,872	78.83	175,833,526	11,623	21,436,172.01	8.20
2007	141,555,101	78.63	180,019,136	11,899	21,733,229.76	8.28
2008	141,749,033	78.18	181,313,794	11,985	21,902,572.70	8.28
2009	140,789,658	77.83	180,888,975	11,957	21,832,754.02	8.29
2010	141,235,447	78.21	180,592,592	11,937	21,952,745.02	8.23
2011	143,213,719	76.95	186,114,798	12,302	22,136,741.63	8.41
2012	148,717,358	81.83	181,733,103	12,013	21,901,600.26	8.30
2013	140,737,912	75.21	187,127,136	12,369	22,113,662.81	8.46
2014	145,943,429	77.51	188,296,935	12,446	22,202,648.04	8.48
2015	145,972,454	76.63	190,491,692	12,592	22,148,245.07	8.60
2016	147,871,091	77.23	191,462,852	12,656	21,938,183.83	8.73

Fuente: elaboración propia con base en SIAP, 2018 e información proporcionada por los especialistas de los CAT.

Tabla 4. Estimación de generación de Envases Vacíos de Agroquímicos de los cultivos representativos a nivel nacional y el promedio nacional

Estado	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Generación de Envases Vacíos de Agroquímicos (toneladas) (2000-2016)																
1 Aguascalientes	83.13	76.37	80.84	81.55	82.82	82.50	84.41	85.89	88.48	79.54	83.52	68.25	84.44	84.54	82.20	81.88	82.87
2 Baja California	124.28	135.49	119.98	125.04	130.91	129.95	118.07	121.16	123.27	124.94	126.89	125.12	122.04	122.92	115.99	123.84	123.32
3 Baja California S	19.44	19.73	19.69	19.33	21.69	20.58	20.20	18.97	20.14	20.36	19.82	22.62	21.70	24.12	25.52	24.43	24.30
4 Campeche	117.79	110.17	112.95	121.53	119.11	126.27	118.02	124.89	127.48	128.24	128.82	131.10	128.35	154.36	168.89	178.97	193.28
5 Chiapas	808.14	787.28	786.77	866.68	882.66	858.45	834.98	753.31	769.81	768.97	769.17	805.79	791.11	807.43	803.39	821.89	820.45
6 Chihuahua	513.25	540.20	522.14	514.97	549.08	551.54	536.89	566.09	566.11	575.75	603.53	573.34	600.49	599.84	622.78	626.01	606.76
7 Cd de México	14.18	14.43	13.51	13.00	12.75	13.54	13.21	13.19	12.88	12.42	12.44	11.74	10.61	10.54	9.87	9.98	9.94
8 Coahuila	152.56	145.32	143.02	157.51	170.60	164.51	143.43	159.74	154.94	160.85	160.11	161.85	153.22	148.97	152.10	151.41	151.54
9 Colima	85.61	84.67	86.38	84.92	86.46	85.59	87.64	93.88	92.05	84.73	83.36	88.01	79.04	85.50	88.76	90.37	92.43
10 Durango	369.04	359.11	353.78	372.29	383.02	382.99	390.20	398.47	391.87	388.13	398.20	386.39	409.08	392.44	417.80	416.01	408.04
11 Guanajuato	550.57	543.47	553.90	616.56	622.33	589.90	544.84	574.60	604.72	580.82	553.60	597.16	573.96	585.83	572.90	560.65	532.24
12 Guerrero	432.93	427.72	420.02	447.88	459.39	458.35	455.21	460.83	466.34	471.76	478.71	483.95	473.08	487.43	496.14	506.53	518.12
13 Hidalgo	307.32	308.57	310.26	311.64	316.90	312.84	312.01	316.85	317.96	320.01	316.45	321.69	316.34	322.69	324.32	325.99	323.14
14 Jalisco	755.35	768.14	808.67	801.59	824.50	842.04	812.15	839.55	849.90	865.08	862.12	884.78	875.23	905.87	891.54	892.45	946.12
15 México	572.04	573.30	558.18	484.79	488.84	490.34	487.19	490.85	484.76	484.93	484.04	484.75	482.68	482.58	485.79	488.69	487.33
16 Michoacán	70.99	72.67	74.53	577.12	578.24	586.87	536.92	583.25	583.18	596.28	590.61	601.16	602.88	621.25	646.65	655.05	650.16
17 Morelos	487.80	488.51	475.88	72.56	73.67	76.59	76.24	74.49	71.54	68.59	73.58	74.51	71.93	76.67	77.10	75.61	76.29
18 Nayarit	178.05	179.50	187.42	184.76	198.21	209.86	202.49	205.46	211.05	209.88	213.90	223.78	215.43	222.97	225.31	218.22	224.44
19 Nuevo León	190.32	198.22	194.79	218.54	213.97	208.25	184.53	203.85	195.33	181.25	207.09	166.69	192.50	198.47	208.76	200.20	200.74
20 Oaxaca	624.02	632.77	633.28	582.94	674.32	721.74	707.85	736.39	743.82	757.81	742.32	789.96	785.91	800.06	783.50	787.14	788.85
21 Puebla	523.25	525.89	498.72	447.20	498.73	498.61	524.95	528.14	526.10	544.58	543.20	562.36	537.85	540.32	537.96	557.70	563.95
22 Querétaro	90.32	91.82	88.88	88.99	89.38	87.60	84.59	94.45	93.19	92.42	97.28	93.97	93.19	92.99	91.11	92.71	92.59
23 Quintana Roo	65.26	63.44	65.34	70.98	67.90	68.77	66.58	69.39	65.63	67.81	61.01	64.21	69.14	74.68	75.99	79.28	76.67
24 San Luis Potosi	386.86	361.46	356.67	382.98	402.43	388.05	377.24	410.46	403.37	401.44	436.69	358.46	398.96	468.11	477.06	476.39	447.15
25 Sinaloa	677.62	702.26	645.99	666.27	681.12	732.02	687.31	728.40	742.92	714.87	670.74	903.93	647.53	675.78	699.26	721.80	731.52
26 Sonora	289.85	290.41	289.21	282.92	250.54	274.54	294.18	302.28	315.16	316.78	325.12	350.39	332.21	332.52	344.54	360.78	382.24
27 Tabasco	164.50	163.86	157.05	126.30	131.79	128.91	131.27	132.30	130.76	131.85	129.77	133.32	135.79	141.41	139.07	146.01	145.68
28 Tamaulipas	821.00	814.51	749.39	775.96	761.30	764.21	766.71	771.49	775.89	770.97	785.82	820.90	757.87	795.53	799.51	795.42	801.48
29 Tlaxcala	128.99	128.68	127.22	129.08	130.82	132.81	132.09	130.71	130.41	131.19	130.46	138.25	135.16	133.47	134.07	135.91	133.75
30 Veracruz	826.12	809.19	812.92	761.97	755.52	781.88	768.24	763.33	798.93	775.83	789.80	809.32	829.67	836.91	840.50	855.50	875.57
31 Yucatán	420.03	418.43	405.85	416.76	420.28	436.10	423.05	426.59	427.48	427.26	348.06	432.53	414.79	421.48	423.95	429.46	434.26
32 Zacatecas	693.89	633.32	670.24	684.52	659.16	677.39	699.90	720.03	699.34	701.40	710.95	631.88	670.37	721.46	684.10	705.24	710.46
Nacional	11,544.49	11,468.92	11,323.45	11,489.11	11,738.44	11,883.59	11,622.60	11,899.26	11,984.84	11,956.76	11,937.17	12,302.19	12,012.56	12,369.10	12,446.43	12,591.50	12,655.69

Fuente: elaboración propia con base en SIAP, 2018 e información proporcionada por los especialistas de los CAT.

La tercera gran actividad del estudio fue realizar la evaluación del PNREVA, para la cual se desarrolló una metodología específica que al aplicarla se obtuvo como resultado el diagnóstico y las recomendaciones para optimizar la operación del Programa, mismas que son descritas y retomadas en la cuarta actividad.

El objetivo general de la evaluación es mostrar el grado de cumplimiento de los objetivos, actividades, resultados y metas alcanzados por el Programa a lo largo de su operación hasta el día de hoy⁶, destacando que los objetivos particulares fueron los siguientes:

1. Evaluar la relevancia, efectividad, eficiencia, efecto y sostenibilidad del PNREVA.
2. Identificar las fortalezas y áreas de oportunidad del PNREVA.
3. Desarrollar conclusiones sobre el diseño e implementación del PNREVA.
4. Generar recomendaciones preliminares para la mejora del PNREVA.

La evaluación constó de trabajo de gabinete para obtener información documental y de campo para constatar la forma en la cual se opera el Programa, de acuerdo con lo siguiente:

En el trabajo de gabinete se recabó información sobre el diseño y la operación del PNREVA en fuentes públicas, así como de la gestión de EVA en estudios especializados nacionales e internacionales. Asimismo, con base en diversos criterios se identificó y definió una muestra de actores, vinculados al tema del manejo integral de EVA y EVP, que fueron entrevistados en los 10 Estados visitados.

Durante el trabajo en campo se entrevistó a una muestra de actores del sector gubernamental estatal, en su mayoría, involucrados con el Programa. Las entrevistas tuvieron como propósito obtener información sobre la operación del PNREVA, así como conocer la percepción que los operadores, usuarios, beneficiarios y actores clave (vinculados directa o indirectamente con la gestión integral de los envases), sobre el diseño, operatividad e implementación, resultados, beneficios, fortalezas y debilidades del Programa. La herramienta utilizada fue unos cuestionarios diseñados específicamente para dicho fin.

Asimismo, con base en los 10 Estados seleccionados se evaluó presencialmente la forma en la que opera el PNREVA, observando aspectos de infraestructura de los CAT y Centros de Acopio Primario (CAP), arreglos institucionales, generación, recolección, acopio y disposición final de los EVA y EVP, y con información documental de 13 estados adicionales que fue proporcionada por el SENASICA.

Para la evaluación se acotaron los objetivos general y particulares del Programa, considerando los establecidos por la SAGARPA-SENASICA ya que es la instancia a cargo del PNREVA. En la siguiente tabla se muestra los objetivos que se evaluaron.

Tabla 5. Objetivos general y específicos del PNREVA a ser evaluados

PNREVA	
Objetivo	Buscar asegurar el manejo integral de los envases vacíos de agroquímicos en México
Objetivos específicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recolectar y disponer de manera segura los envases vacíos de agroquímicos. 2. Generar una cadena de valor integral sobre el uso, recolección, transporte y disposición final de los envases vacíos de plaguicidas que se generan en el país. 3. Ser un programa autosuficiente mediante la integración y sinergia de todos los involucrados en su gestión integral. 4. Disminuir los riesgos de daño a la salud de trabajadores agrícolas, consumidores, animales y al medio ambiente.

Fuente: elaboración propia, diciembre, 2017.

⁶ La evaluación concluyó en marzo de 2018.

Según la teoría de evaluaciones medio término⁷, la forma adecuada de evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos del Programa es analizando los resultados alcanzados en cada uno de sus objetivos (general y específicos) a través de diversos criterios de evaluación. Para ello, se seleccionaron los cinco criterios descritos en la tabla 6.

Tabla 6. Criterios de evaluación del PNREVA

Criterio de evaluación	Definición	Fuente de información
Relevancia	Consistencia de los objetivos y las acciones con los requerimientos de los beneficiarios y las necesidades del país.	Documental Entrevistas
Efectividad	Grado en el que los objetivos inmediatos del proyecto fueron alcanzados o están por alcanzarse. Este criterio se divide en cuatro: <ul style="list-style-type: none"> • Efectividad del diseño: grado en el que los elementos del Programa y la forma en la cual están integrados ayudan al cumplimiento de los resultados y objetivos. • Efectividad del marco jurídico: grado en el que el marco jurídico vigente contribuye al logro de los objetivos del Programa. • Efectividad de la operación: grado en el que las actividades, funciones de los actores clave, procesos y procedimientos del Programa contribuyen al logro de los resultados y objetivos. • Efectividad de los arreglos institucionales: grado en el que las capacidades y arreglos de gestión del Programa abonan al logro de los resultados. 	Documental Entrevistas
Eficiencia en el uso de recursos	Relación económica entre insumos y productos es decir es la medida en que los recursos/insumos (fondos, tiempo, etc.) se han convertido económicamente en resultados.	Documental Entrevistas
Efecto	Cambio intencional o no intencional debido, directa o indirectamente, a acciones de una política pública implementada.	Documental Entrevistas
Sostenibilidad	Grado en el que un proyecto es autosuficiente a mediano y largo plazo por contar con una efectiva integración de recursos y actores, así como un adecuado diseño para su operación.	Documental Entrevistas

Fuente: elaboración propia con base en (ILO, 2012) y (OECD, 2010).

Resultado de la evaluación, tanto documental como de campo, se presentan a continuación el diagnóstico del PNREVA.

En lo que respecta a la **efectividad del diseño del PNREVA**, en primer lugar, es necesario señalar que un elemento fundamental para diseñar un programa público estriba en tener dimensionado el problema público que se desea atender, así como los impactos que este genera. En este sentido, México no cuenta con un inventario nacional de la generación de EVA, a través del cual se pueda dimensionar el tamaño del problema a resolver y para el cual se diseñen acciones, metas y un presupuesto predeterminado para atenderlo.

Es importante destacar que en la administración federal actual (2012-2018) no se ha publicado el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos por parte de la SEMARNAT, instrumento en el cual se requiere establecer una política pública en materia de EVP y EVA desde el punto de vista del sector ambiental.

En particular, el PNREVA es un programa voluntario, de carácter nacional diseñado e implementado por el SENASICA, cuyo objetivo general es asegurar el manejo integral de los EVA en México. Sus

⁷ Se destaca que la presente evaluación es una evaluación externa de medio término, es decir, un ejercicio que se efectúa durante del periodo de implementación de la Política Pública (elaboración propia con base en OECD, 2010).

alcances, beneficiarios, estructura y forma de operación, se sustentan en los “Términos de Referencia para la Operación del PNREVA” (Tdr) (Muñoz, 2009) que desarrolló y difundió el SENASICA, sin embargo, a la fecha de elaboración del presente estudio no han sido publicados oficialmente, conforme a los elementos que la Ley de Planeación mandata debe tener un programa público (diagnóstico, estrategias, líneas de acción, indicadores de seguimiento, responsables de la ejecución de las líneas de acción, presupuesto y mecanismos de coordinación).

El PNREVA opera en las 32 Entidades Federativas, apoyando la operación de los CAT, a través de un presupuesto asignado a los CESAVE dentro del Subprograma de Inocuidad (SENASICA, 2014) para atender, principalmente, dos etapas del manejo de los EVA: la recolección y el transporte de EVA del sitio de generación o de los CAP a los CAT, así como para acciones de capacitación sobre Buenas Prácticas para el Manejo de Agroquímicos (BUMA), las cuales incluyen entre otros temas, el manejo ambientalmente adecuado de los EVA y EVP. El Programa tiene como beneficiarios a los productores que se encuentren adheridos al Programa de Buenas Prácticas Agrícolas del SENASICA (Muñoz, 2009).

En lo referente a la **efectividad del marco jurídico que sustenta el PNREVA**, los sujetos obligados a formular un PM son los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del art. 31 de la LGPGIR (es decir EVP) y los que se incluyan en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

Al respecto, existe el Proyecto de NOM PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011, que establece los elementos y procedimientos para formular los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos, sin embargo, dicha NOM no se ha publicado, por lo cual los PM se presentan y autorizan con base en los elementos establecidos el art. 29 de la LGPGIR para los Planes de Manejo de Productos de Consumo que al Desecharse se Convierten en Residuos Peligrosos.

Actualmente, cuando se solicita el registro de un PM, el particular no está obligado a entregar a la SEMARNAT información técnica de soporte sobre las tecnologías de destino final a las cuales se enviarán los EVA, ni los números de autorización de las empresas de transporte y destino final. La descripción de tecnologías es sólo conceptual, lo cual no asegura que el particular utilice las tecnologías apropiadas, disponibles y autorizadas en México. Por tanto, como consecuencia de la inexistencia de la NOM, es voluntario que los sujetos obligados presenten un PM de EVP (Fraga, 2000). Sin embargo, si un particular registra un PM ante la SEMARNAT este se convierte obligatorio.

Adicional a lo anterior, el marco jurídico ambiental no establece un mecanismo de reporte para el seguimiento de las acciones establecidas en el PM por lo que el seguimiento de los PM se da a través de las inspecciones y/o verificaciones que, en su caso, realice la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). Un mecanismo indirecto para cruzar la información de lo que se plantea en un PM por parte de los sujetos obligados con respecto a las empresas adheridas (generadores de EVP y EVA peligrosos sujetos a registrarse), podría ser mediante la Cédula de Operación Anual (COA).

Para poder elaborar el diagnóstico referente a la **efectividad y eficiencia de la operación del PNREVA** fue necesario evaluar cada una de las etapas que integran la operación de este, siendo estas las siguientes: forma de operación, arreglos institucionales, recolección, acopio y almacenamiento de los EVA, así como el transporte utilizado para trasladar los EVA de los CAT al destino final y los sitios de destino final, per se. A continuación, se describen cada una de estas.

Forma de operación del programa: en las 10 Entidades Federativas visitadas se identificó que hay una divergencia entre la forma de operar en la práctica y la establecida en los TdR ya que no existen Grupos de Trabajo y los CESAVE son quienes realizan la planeación de actividades y establecen sus

prioridades con base en las necesidades estatales identificadas por cada Comité y en lo analizado mensualmente en el marco de la Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COEPRIS) (si este está constituida y operando), pero principalmente, con base en los recursos financieros y humanos con los que se cuentan para implementar acciones. Por ello, los CESAVE informan sus avances trimestralmente al SENASICA.

Durante las entrevistas, se pudo constatar que los CESAVE tienen una visión clara sobre la problemática en los Estados. En el ámbito Federal, la Dirección de Inocuidad Agroalimentaria, Operación Orgánica y Plaguicidas de Uso Agrícola de la Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera (DGIAAP) es la responsable de dar seguimiento a la operación del PNREVA.

De acuerdo con los listados de la SEMARNAT, existen 28 PM registrados (27 de los CESAVE, los cuales son de carácter mixto, colectivo y local y uno de AMOCALI de carácter privado, nacional, regional y local), sin embargo, en dicho listado no se identificó los PM de los Estados de Coahuila, Sinaloa y Tabasco. Cabe destacar que aún y cuando existen dichos PM, durante las entrevistas se detectó que un importante porcentaje de los CESAVE no conocían su PM y que es un documento vinculante donde están establecidas las actividades autorizadas para el manejo de los EVA. Algunos CESAVE operan con el de AMOCALI mediante un documento denominado Acuerdo de Voluntades.

Adicional a la importante función que realizan los CESAVE, existe otra iniciativa paralela enfocada al manejo de EVA en México, la cual la realiza AMOCALI⁸. Esta organización cuenta con un Programa llamado “Programa Campo Limpio” mediante el cual operan sus propios CAT y apoyan la operación de un grupo de CAT de CESAVE, de Juntas Locales de Sanidad Vegetal (JLSV) y asociaciones de agricultores.

Cabe destacar que no existe un reporte consistente al interior del SENASICA y de AMOCALI sobre el número de CAT establecidos en el país y quién los opera, ya que esta información varía entre los diversos informes de ambos actores.

En total, existen en México 72 CAT y actualmente 67 se encuentran abiertos y en operación, de los cuales 37 CAT son operados por los CESAVE (51.38%); 12 por AMOCALI (16.66%); tres en operación conjunta CESAVE-AMOCALI (4.16%); nueve en operación por JLSV (12.55%); cinco (6.94%) por de asociaciones de productores agrícolas; cuatro operados por el sector público (municipios) (5.55%) y dos operados por empresas privadas que representan el 2.72% del total nacional.

Cabe señalar que no se logró identificar cuál es el manejo que se realiza por parte de las Secretarías de Salud locales a los EVA generados por el control de plagas y vectores, ya que en la totalidad de los CAT visitados informaron que no reciben EVA de dicho sector salvo, algunos EVA de manera esporádica. Por su parte, la SEMARNAT no cuenta con ningún PM de EVA del sector salud registrado.

En términos generales, en los CAT operados por los CESAVE no cuentan con un manual de operación, no se realiza la medición de tiempos y movimientos del CAT para poder alimentar indicadores de desempeño, no se tiene sistematizados los costos operativos y se desconoce el costo por tonelada de envase y no se cuenta con inventarios del tipo de productos y marcas que se reciben.

Otro elemento relevante evaluado para la adecuada implementación del Programa, son las capacidades y los mecanismos de coordinación y gestión que el PNREVA ha desarrollado y cómo estos han abonado al logro de sus objetivos, es decir **los arreglos institucionales**.

⁸ Organización que representa el 80% del mercado de fabricantes, formuladoras y distribuidoras, empaques agrícolas, controladores de plagas, agroindustrias, pistas de aerofumigación, transportistas, asociaciones de agricultores y ganaderos con 221 empresas afiliadas (Salazar, 2017).

En el ámbito local existe una muy buena vinculación de los CESAVE con los diversos actores del Estado (gobierno local, municipal, AMOCALI, etc.). El área de oportunidad es la falta de vinculación que tienen las diferentes instituciones y organizaciones con el sector académico para el desarrollo o análisis de información en materia de gestión integral de EVA y efectos a la salud y el medio ambiente. AMOCALI se relaciona con el sector académico para realizar capacitaciones, pero no para investigación en la materia.

Con relación a la **recolección, acopio y almacenamiento de EVA**, en los 10 Estados visitados, se identificó que existen diferentes mecanismos para recolectar los EVA por parte de los CESAVE, en los puntos de generación y en los CAP. A continuación, se enlistan:

- i. Se coordina la recolección en una forma práctica con el productor (a través de llamadas telefónicas, correos electrónicos, en reuniones, etc.), es decir, no existe un diseño de rutas de recolección basada en periodicidad de cosechas, tiempos y movimientos, y minimización de costos.
- ii. Realizan la recolección con vehículos propios.
- iii. Existen CESAVE que no recolectan en los puntos de generación, sino que los generadores (productores agrícolas) trasladan los EVA a los CAT en vehículos propios.
- iv. Los CAP son instalados tanto por los CESAVE, asociaciones de productores agrícolas, JLSV o empresas que facilitan sus instalaciones para instalarlos.
- v. Algunos CESAVE sólo recolectan o aceptan EVA de productores agrícolas que son miembros del Comité.
- vi. Unos CESAVE sólo recolectan/atienden a grandes productores, otros a medianos y pequeños, y otros a todo tipo y tamaño de productor.

Cabe recordar que AMOCALI no realiza recolección de EVA, sin embargo, es relevante describir los siguientes aspectos relacionados a esta actividad.

- i. Únicamente retira los EVA de los CAT, siendo los generadores quienes los trasladan a los CAT.
- ii. Recibe EVA de todo tipo y tamaño de generador (productores agrícolas, controladores de plagas, etc.).
- iii. Menciona que no cobra por la recepción y acopio de EVA.
- iv. En los maratones de recolección se coordinan con los municipios para que estos o algunas empresas lleven los EVA a los CAT.

En lo relativo al **transporte hacia el destino final** se identificó que de los 67 CAT abiertos y en operación en el país, en 13 de estos (19.4%) los Comités gestionan y pagan el transporte hacia el destino final, mientras que en los 54 restantes (80.5%).

Otra etapa importante de la operación es el **destino final de los EVA**. Considerando que el presente estudio estimó que la generación acumulada en el periodo 2010-2016 es de 86,315 ton de EVA y considerando que en dicho periodo se ha enviado a destino final 9,188 ton, se observa que sólo el 10.6% de los EVA generados en el país han sido enviados a destino final.

De la muestra de manifiestos revisados en los trabajos de campo, se identificaron que se utilizan 26 empresas de destino final. La proporción de tecnologías utilizadas son: nueve de reciclaje, dos de reciclaje tradicional, dos de pruebas de reciclaje, cinco no especifican, cuatro de co-procesamiento, dos de disposición final, una de incineración controlada, dos de incineración y una de trituración.

Con respecto a la **efectividad del PNREVA**, se puede decir que está en un nivel bajo, ya que considerando los datos de recolección existentes para el periodo 2010-2016 y los datos de generación nacional de EVA que el presente estudio estimó para el mismo periodo, la efectividad

de recolección del PNREVA es del 14% (EVA recolectados con respecto a los EVA generados) para el año base 2016.

Salta a la vista que el porcentaje de recolección del PNREVA ha ido en aumento, pasando del 2% en 2010 al 14% en 2016, registrándose el mayor porcentaje de recolección en el 2015 del 16%. Estos valores muestran una efectividad de recolección mucho menor a la reportada tanto por el SENASICA como por AMOCALI (73.39%).

Un aspecto relevante reportado que guarda estrecha relación con la efectividad y eficiencia del PNREVA es que existen grandes diferencias en la eficiencia de compactación de EVA en los CAT, la cual varía desde 1 paca/hora hasta 5 pacas/hora. Asimismo, en forma general se identificó que los CAT operados por AMOCALI o las asociaciones de agricultores tienen mayor y mejor equipamiento que los operados por los CESAVE y las JLSV y que en una amplia proporción, en los CAT de los CESAVE no se usa el equipo de protección personal y no se realizan los estudios de salud mandados en las prácticas laborales.

Es de suma relevancia evaluar **el efecto del Programa**, ya que este criterio mide el impacto que ha tenido el PNREVA de forma directa e indirecta. Considerando que en México los EVA (sin lavado y con triple lavado) son residuos peligrosos que pueden provocar daños a la salud y el medio ambiente, y dado que la efectividad del Programa en términos de la recolección de EVA es del 14% en el año 2016 (con un máximo de 16% en el 2015); y dado que hasta el momento, SENASICA no tienen un mecanismo para evaluar la trazabilidad del manejo de los EVA y, SEMARNAT no ha realizado el mismo a través de los mecanismos con los que cuenta (COA, manifiestos, inspecciones de la PROFEPA)., no se puede concluir que los EVA recolectados estén teniendo un manejo ambientalmente adecuado y por lo tanto, tampoco se podría concluir si efectivamente el riesgo a la salud de las personas y del medio ambiente disminuyó.

Por último y no por ello menos importante, al evaluar la **sostenibilidad del PNREVA** el resultado obtenido es que el Programa está en riesgo, debido a que en la etapa de manejo correspondiente al transporte y envío a destino final recae casi en su totalidad en AMOCALI, lo que pone en grave riesgo al Programa en su conjunto si dicho actor decide dejar de cooperar.

Por otro lado, cabe mencionar que se ha establecido una amplia y muy útil cooperación con AMOCALI (que posee 80% del mercado), pero aún falta incluir al 20% restante de productores, formuladores, distribuidores, importadores y exportadores.

La cuarta y última gran actividad del estudio consta de cuatro subactividades: un modelo econométrico que permite, a través de sus estimaciones puntuales, conocer el peso y la dirección de los efectos que tienen diversos parámetros sobre el PNREVA; la integración de una cartera de recomendaciones como resultado del diagnóstico; la identificación y análisis de fuentes de financiamiento potenciales para el Programa; y la aplicación de un Análisis Costo Efectividad (ACE) para algunas de las recomendaciones desarrolladas. A continuación, se abordarán brevemente cada una de estas, iniciando por el modelo econométrico.

Con el propósito de establecer las posibles relaciones de causalidad entre las variables dependientes e independientes, el modelo estimado se construyó con base en los resultados obtenidos del diagnóstico del PNREVA. Si bien, todas las áreas de oportunidad del PNREVA evaluado son importantes, fue necesario identificar los elementos internos que tienen un impacto negativo en la operación de este, así como identificar los elementos institucionales que contribuyen a una adecuada operación. Por esta razón, el modelo consideró elementos que pueden contribuir en mayor medida a fortalecer la gestión integral de los EVA en el marco del Programa.

A continuación, se enumeran y describen brevemente las metodologías para el diseño del modelo y para la estimación, así como sus principales resultados.

A. Metodología para el diseño del modelo:

1. Selección de la línea base: el año 2016.
2. Definición de la variable dependiente e independientes.
 - i. Cabe señalar que se utilizó el número de EVA generados estimado para el presente estudio y descrito en la segunda gran actividad.
2. Definición de fuentes de información para la construcción de la base de datos. Para ello, se requirió del uso de datos propios del PNREVA y de fuentes nacionales oficiales: Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la Encuesta de Ocupación y Empleo (ENOE), Censos Agropecuarios (Actualización del Marco Censal Agropecuario) y la Encuesta Intercensal.

B. Metodología para la estimación:

1. Construcción de la base de datos usada en la estimación, la cual consta de las siguientes cuatro etapas:
 - i. Creación de una base de datos en Excel con las variables para la estimación del modelo econométrico de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), considerando que todas las variables responden a información de cada una de las Entidades Federativas de México.
 - ii. Validación de la información con el objetivo de garantizar la calidad de los datos y las variables.
 - iii. Generación de resúmenes con las principales estadísticas descriptivas por cada variable, tales como: media, desviación estándar, valores máximo y mínimo, entre otras.
 - iv. Cálculo de los coeficientes de correlación de Pearson⁹ entre las variables de interés, a fin de que las variables que explican el modelo no presentaran niveles altos de correlación y tampoco problemas de multicolinealidad¹⁰.
2. Estimación del modelo econométrico, integrado por tres etapas:
 - i. Generación de las variables dependiente e independientes.
 - ii. Realización de pruebas de pre-estimación econométrica, a fin de verificar que no se violaran los supuestos entre las variables (independencia de las variables explicativas, varianza constante, normalidad de errores, entre otros).
 - iii. Estimación econométrica utilizando el método MCO. Cabe destacar que se realizaron tres diferentes especificaciones del modelo con el objetivo de verificar la robustez y sensibilidad de los parámetros estimados.
 - iv. Realización de pruebas de post-estimación econométrica, con el objetivo de verificar la significancia estadística de las variables independientes y la robustez del modelo utilizado.
 - v. Presentación e interpretación de resultados.

⁹ El coeficiente de correlación de Pearson es una medida de la relación lineal que existe entre dos variables aleatorias cuantitativas y es independiente de la escala de medida de las variables (Gujarati y Porter, 2010).

¹⁰ En términos simples, la multicolinealidad implica un grado de asociación alto entre las variables dependientes, este problema implica que no es posible separar, en forma nítida, los efectos sobre la variable dependiente de cada una de ellas. En otras palabras, no se puede determinar la magnitud del efecto que tiene cada una las variables (independientes) que presentan multicolinealidad en la variable dependiente.

El modelo econométrico que se estimó asume que el número de EVA recolectados en México es una función lineal que depende de distintas variables de decisión y se puede expresar en la siguiente ecuación:

$$y_i = \delta_1 + \delta_2 x_1 + \delta_3 x_2 + \delta_4 x_3 + \delta_5 x_4 + \delta_6 x_5 + \delta_7 x_6 + \delta_8 x_7 + u_i \quad \text{Ec. (1), donde:}$$

Variable dependiente: y_i : Número de EVA recolectados por Estado.

Variables independientes:

δ_1 : Constante del modelo

$\delta_2 - \delta_8$: Coeficientes que estimar

$x_1 - x_7$: Variables independientes

u_i : Término de error

A continuación, en la tabla 7, se detalla cada una de las variables usadas en la estimación econométrica.

Tabla 7. Variables incluidas en la modelación econométrica

Nombre de la variable en Stata	Descripción de la variable	Tipo de variable	Nivel de agregación	Descripción de valores
Variable independiente				
reva	Número de envases vacíos de agroquímicos recolectados	Discreta	Estatal	Número de envases vacíos
Variables independientes				
cat	Total de centros de acopio temporales	Discreta	Estatal	Número de unidades
cat_mil_agrop	Número de Centros de Acopio Temporal por cada 1000 personas ocupadas en el sector agropecuario	Continua	Estatal	Número de unidades
medio_y_sup	Población ocupada en el sector agropecuario con nivel educativo medio superior y superior	Continua	Estatal	Número de individuos
hect_pob	Hectáreas sembradas entre población ocupada en el sector agropecuario	Continua	Estatal	Número de hectáreas

Fuente: elaboración propia, 2018.

A continuación se presenta la interpretación de los coeficientes encontrados en la estimación econométrica (resultados) y el valor absoluto de los estadísticos t de cada uno de ellos (entre paréntesis)¹¹:

$$\text{reva} = -31.481 + 7.2767 * \text{cat} + .2108 * \text{cat_mil_agrop} + .0008 * \text{medio_y_sup} + 7.7716 * \text{hect_pob} \quad \text{Ec. (2)}$$

(3.03)
(2.42)
(3.21)
(2.37)
(5.13)

¹¹ Resulta importante señalar que los coeficientes expresados en la Ec. (1) son los relacionados a la especificación 1 del modelo econométrico estimado.

$R^2 = 0.7943$, $n = 32$ ¹²

En la Ec. 2 se puede observar que el mayor número de Centros de Acopio Temporal (*cat*), junto a los niveles educativos de las personas empleadas en el sector agropecuario (*medio_y_sup*) resultaron ser importantes determinantes en la recolección de envases vacíos de agroquímicos (*reva*) en el territorio mexicano.

De acuerdo con el modelo presentado en la Ec. (2), el signo y el coeficiente estimado de la variable *cat* indican que la instalación de un CAT adicional en el territorio nacional, en promedio, incrementa la recolección de EVA en 7.28 toneladas. Para fines ilustrativos, ello equivaldría a decir que la instalación de un nuevo CAT contribuiría a recolectar poco más de 110 mil envases adicionales¹³.

Por su parte, la variable *cat_mil_agrop* representa las personas ocupadas en el sector agropecuario (medida en miles) por cada CAT que existe en el Estado; su coeficiente estimado fue positivo y su valor fue de 0.2108, lo cual significa que por cada mil personas que se incorporen en el país a la actividad agropecuaria se recolectarán poco más cerca de 200 kilos de EVA, es decir, se recolectarían poco más de 200 gramos por persona empleada en este sector. En un sentido opuesto se podría pensar que, a medida que el país se desarrolle, por cada cinco personas que abandonen las actividades del campo mexicano y se incorporen a actividades no agropecuarias se podría dejar de recolectar un kilogramo de EVA.

En tanto que el coeficiente de la variable fue de *medio_y_sup* fue .0008 (800 gramos), esta variable refleja la población ocupada en el sector agropecuario con nivel educativo medio superior y superior. Una lectura de este resultado es que, en promedio, contar con un individuo ocupado en el sector agropecuario con al menos nivel de escolaridad medio superior aumenta la recolección por agricultor en 800 gramos. Esto significa, por ejemplo, que por cada productor agropecuario con 12 años de escolaridad o más se pueden recolectar 12 EVA.

Finalmente, la variable *hect_pob* muestra la relación tierra-trabajo. Así mismo y como se podría esperar, a medida que incrementa la población que se emplea en el territorio nacional, el número de EVA recolectados aumenta en 7.77 toneladas. Lo anterior refleja que a medida que se incrementa la relación de factores utilizados en el sector agropecuario, los EVA generados en los Estados también lo hace y, por ende, el volumen potencial de envases susceptibles de ser recolectados.

Como es sabido, los modelos econométricos buscan simplificar el mundo real. En este sentido, presentan algunas limitaciones en cuanto a su capacidad de predicción de acuerdo con las variables utilizadas en la estimación. En este caso, posiblemente no capture por completo los efectos de las variables que influyen en la generación de EVA, tales como las características propias de los productores por región de análisis; así como las características técnicas de los CAT, en relación con la infraestructura utilizada, la capacitación, el personal ocupado, el nivel tecnológico usado y la eficiencia administrativa y operativa. Así mismo también resulta insuficiente la incorporación de cambios estructurales derivados de políticas públicas.

¹² La R cuadrada va de 0 (cero) a 1, y mide la bondad de ajuste del modelo. Es decir, cuánto de la varianza en los *reva* es explicada por las variables independientes incluidas en la regresión (*cat*, *cat_mil_agrop*, *med_y_sup* y *hect_prob*). En este caso particular el .79 encontrado nos dice que cerca del 80% del comportamiento de la recolección es explicada en el modelo por esas variables. El *n* representa el número de observaciones o Estados incluidos en la regresión.

¹³ Ello tomando en cuenta que un EVA de un litro pesa en promedio 66.10 gramos (ver detalles en la Estimación Histórica de la Generación de los Envases de Agroquímicos). Para calcularlo solamente se necesitan convertir las 7.28 toneladas a gramos (7,280,000) y luego dividirla entre 66.10.

Por lo anterior, a continuación, se precisan algunas posibles limitaciones que los resultados podrían tener:

- a) Los resultados alcanzados no incorporan factores que sintetizen las medidas tomadas por el gobierno, ya sea en materia presupuestal, de capacitación o de modificaciones en la política ambiental o del manejo de este tipo de residuos peligrosos.
- b) Otra posible limitación consiste en el tipo de modelo utilizado. El modelo econométrico es lineal en sus parámetros, es decir se asume que el comportamiento entre la variable dependiente y las características asociadas a las variables independientes son lineales. Por citar un ejemplo, al ser lineal, el modelo asume que con una hectárea adicional sembrada se pueden recolectar 12 EVA, en consecuencia, si se siembran dos entonces los reva aumentarán a 24. No obstante, es posible que el comportamiento de recolección de EVA no siga *a priori* una forma funcional lineal, pues en él influyen múltiples factores que son difíciles de capturar en este tipo de modelos; como el hecho que no haya cambios en las proporciones de agroquímicos utilizados por hectárea o que los agricultores cambien de cultivo sembrado, entre otros aspectos.

Posterior a la estimación del modelo se realizaron otras subactividades para lo que fue necesario tomar como punto de partida, al igual que en el modelo, los resultados obtenidos de la evaluación del PNREVA. Una de estas fue el desarrollo de recomendaciones para el mejoramiento del enfoque y alcance del PNREVA, (el marco jurídico en materia de EVA; el mejoramiento de las prácticas operativas en los CAT; así como de recolección y sistematización de datos y generación de informes; aumento de equipamiento; manejo de presupuestos y recursos etc.), para las cuales además se generó una cartera de 20 fuentes de financiamiento que pueden apoyar la toma de decisiones y su implementación, A continuación se presentan dichas recomendaciones y los pasos seguidos para el análisis y sistematización de dichas fuentes de financiamiento.

Generación de EVA:

1. Evaluar la pertinencia de generar un catálogo de agroquímicos comercializados en el país para determinar el porcentaje de los que no presentan ninguna característica CRIT y por ende sus EVA no serían peligrosos
2. Si lo anterior se decide realizar, desarrollar posteriormente el inventario nacional y por Estados de generación de EVA peligrosos y no peligrosos en México.
3. Si la recomendación 1 no se decide realizar, desarrollar un inventario nacional de generación de EVA sin distinción de peligrosos y no peligrosos, es decir asumiendo que todos se manejarán como los primeros.
4. Analizar cómo se está solicitando el reporte de EVA en la COA para determinar si se requieren o no cambios en el formato y la normatividad que lo fundamente, y que precisen el reporte de generación de EVA y EVP así como su destino final. Esto brindará información útil para la generación del inventario de EVP y EVA y apoyará la trazabilidad del manejo integral de los mismo.
5. Sistematizar la información que se reporta de EVA en la COA y en los manifiestos e informes de planes de manejo y se haga pública conforme al marco jurídico aplicable tanto para contabilizar lo que se está reportando, lo cual fortalecería el tema del vacío de información sobre lo que se está generando, como para conocer su destino final.
6. Incluir en la encuesta nacional agropecuaria y/o herramientas de INEGI los datos de los agroquímicos que se usan y EVA generados en sus actividades.

Operación de los CAT:

7. Estimar la eficiencia de cada CAT existente realizando un análisis detallado de los costos por rubro en los que se incurre para su operación actual. Realizar este ejercicio también para el programa (identificar si se puede usar la herramienta Eco-efficiency Analysis Tool desarrollada por BASF concesionada a los socios de CropLife International) y comparar con los costos de otros programas en el mundo).
8. Conseguir la herramienta de BASF para evaluar qué tanto puede aplicarse para el Programa
9. Determinar con base en los resultados anteriores y la comparación entre los CAT, las acciones por CAT necesarias para incrementar la eficiencia.
10. Realizar un análisis detallado del equipo existente en los CAT antes de decidir establecer más CAT, ya que tan solo aumentar la eficiencia productiva en la compactación de los CAT, podría ser una estrategia más costo efectiva para mejorar la operación general.
11. Que cada CAT cuente con una báscula para el pesado de las pacas de EVA.
12. Con base en los resultados del inventario de generación de EVA Estatal, determinar la necesidad de instalar más CAT especificando la ubicación, inversión inicial y presupuesto de operación anual.
13. Diseñar e impartir capacitación al personal de los CESAVE respecto al marco jurídico ambiental en materia de EVP y EVA. Entre otros aspectos y de manera urgente sobre: el marco jurídico ambiental, de comunicaciones y transportes, así como en materia de riesgo laboral y seguridad e higiene laboral en materia de residuos peligrosos y la importancia del uso del equipo de protección personal.
14. Desarrollar un tríptico informativo y se envíe a todos los CESAVE, en el cual se señalen las principales actividades que los CESAVE y los operadores tienen que realizar para el adecuado manejo de EVA, entre ellas:
 - a. Que el operador responsable del CAT es quien debe llenar sus manifiestos (no debe permitir que nadie ajeno al CAT les llene los manifiestos).
 - b. Que el responsable del CAT tiene la obligación de verificar en la página de la SEMARNAT que las empresas que realizarán el transporte y destino final estén autorizadas por la SEMARNAT y éstas se encuentren vigentes.
 - c. Que si en el plazo de 60 días naturales, AMOCALI (o quien realice el envío a destino final) no entrega el manifiesto con el sello de las empresas de disposición final, se notifique por escrito a la SEMARNAT, como lo establece el marco jurídico.
 - d. .
15. Difundir en el ámbito nacional, que el marco jurídico ambiental mexicano establece a los EVP y a los EVA que resulten peligrosos por sus características CRIT) con triple lavado como residuos peligrosos y su manejo integral, debe ser con base en el marco jurídico aplicable.
16. Homologar los procedimientos y prácticas operativas de los CESAVE (en concordancia con la recomendación de modificar y corregir los PM).

Cumplimiento de normatividad en los CAT:

17. Realizar un diagnóstico en cada CAT para revisar en qué grado se cumple la normatividad en materia de seguridad e higiene en el trabajo y manejo de residuos peligrosos, con el objeto de emitir las acciones inmediatas para subsanar los incumplimientos encontrados (análisis de riesgos – concentración de sustancias en medio ambiente laboral, dispositivos de seguridad en maquinaria y equipos, EPP, instalaciones, etc.).

18. Realizar un requerimiento inmediato de información sobre los destinos a los que se han enviado los EVA y los EVP desde 2009 a la fecha y las empresas que los han transportado para determinar medidas de corrección y sanción, si es el caso.
19. SENASICA establezca una estrategia para la realización de los estudios de salud establecidos en el marco jurídico y la identificación de recursos económicos para dicho fin.
20. Diseñar una campaña de comunicación para que el personal de los CAT conozca que, la realización de los estudios de salud es una medida preventiva para el cuidado de su salud y no para despedirlos (ya que han manifestado que tienen miedo de ello).
21. Invitar al sector salud federal, estatal y municipal a participar en el PNREVA, a que cumplan con su responsabilidad en cuanto al manejo de los EVA en sus actividades de control de plagas y vectores en zonas urbanas y rurales, y solicitarle, en su caso, la elaboración o adhesión a un PM.
22. Verificar (por parte de la autoridad competente) el cumplimiento del Plan de Manejo en todas las etapas de gestión del residuo, desde el transporte hasta el destino final, por empresas autorizadas por SEMARNAT.
23. Establecer la estructura administrativa que permita dotar a los operadores de los CAT con seguridad social.

Política pública y regulación:

24. Incorporar una definición homologada de agroquímico en la LGEEPA y la LGPGIR que permita dar cumplimiento a los objetivos de forma transversal.
25. Estudiar jurídicamente si los términos envases vacíos (de plaguicidas, fertilizantes y materiales peligrosos) de la LGEEPA y envases que contienen remanentes (de plaguicidas) de la LGPGIR, requieren ser homologados o definidos en ambas leyes de manera independiente ya que puede entenderse del segundo, que estos no están vacíos.
26. Incluir la definición de agrolásticos en la LGPGIR descartando los EVA ya que la NOM-161-SEMARNAT-2011 los lista como residuos de manejo especial y no están definidos en ninguna ley, reglamento ni en la propia norma por lo que los EVA que no son de plaguicidas (LGPGIR) ni fertilizantes (LGEEPA) podrían caer dentro de la categoría de agrolásticos
27. Llevar acabo los estudios técnicos que confirmen la peligrosidad de los EVA aún con triple lavado y si dichos estudios no la confirman, estudiar la posibilidad de desclasificarlos (de RP a RME) para contar con corrientes separadas de residuos y facilitar su manejo. Los residuos que no están clasificados en la LGPGIR, su Reglamento, Normas Oficiales Mexicanas o por sus características, el generador deberá clasificarlo de acuerdo con la evidencia empírica si al residuo no le aplica ninguno de los supuestos anteriores.
28. Modificar la fracción IX del artículo 31 de la LGPGIR que sujeta a PM a los plaguicidas y los envases que contienen remanentes de estos, ampliando esta sujeción a los plaguicidas y agroquímicos peligrosos y sus envases.
29. Elaborar el Programa Nacional para la Gestión de EVA (cambiar a este nombre), ya sea enfocado a corrientes separadas de residuos (peligrosos y no peligrosos), según se decida manejar. El programa deberá elaborarse de acuerdo a lo que marca la Ley de Planeación: partir de un diagnóstico claro, establecer objetivos (se oriente a la gestión o manejo integral de los envases), líneas de acción, estrategias, indicadores, metas, responsables de la ejecución de las líneas de acción, presupuestos, mecanismos de coordinación e indicadores

de seguimiento y evaluación, además de ser publicado en el Diario Oficial de la Federación. El programa deberá considerar, entre otros aspectos:

- a. Desarrollar una estrategia de capacitación para cada actor y/o etapa de Programa la cual se sugiere que incluya a sectores académico, privado, social, público federal, estatal y municipal, entre otros, para maximizar el alcance e impacto.
En el caso del triple lavado y manejo de los EVA por parte de los generadores, esta estrategia deberá ser acorde con la decisión de manejar o no corrientes separadas de residuos en el Programa.
 - b. Establecer un sistema de indicadores para el diseño, reporte, monitoreo y evaluación de la operación del PNREVA.
 - c. Mejorar los mecanismos de reporte de los CESAVE al SENASICA.
 - d. Mejorar los procedimientos y capacidades de las instituciones (SENASICA y SEMARNAT) para procesar los datos que genera la operación del Programa, a través del reporte directo de los CESAVE o de los instrumentos de gestión de residuos peligrosos de las empresas autorizada para su manejo (manifiestos, COA, etc.).
 - e. Evaluar trimestralmente la operación del Programa.
 - f. Que SENASICA elabore y publique informes sobre la operación del Programa.
 - g. Que el Programa diseñe un mecanismo de sostenibilidad a largo plazo que considere la participación de los diferentes actores en un esquema de responsabilidad compartida absorbiendo cada actor los gastos que le corresponden, y la etapa de transporte y destino final no dependa de un solo actor, ya que esto hace muy vulnerable la operación del Programa.
 - h. Asignar un presupuesto al Programa y a los CESAVE, etiquetado para el tema de EVA que cubra las necesidades presupuestales que se analizaron con base en la recomendación 7 y que considere las temporadas pico de generación de EVA.
 - i. Diseñar una estrategia de comunicación y difusión del Programa.
5. Que la SEMARNAT invite a los agentes involucrados en la cadena de producción, venta y distribución de agroquímicos que aún no realizan acciones para cumplir con su parte de responsabilidad en el tema que la LGPGIR marca, a diseñar una estrategia para que contribuyan al manejo integral del tema.
 6. Que se solicite a la COFEPRIS que la autorización de funcionamiento esté condicionada a la participación de los comercializadores en el tema de manejo de EVA, por ejemplo mediante la adhesión a un Plan de Manejo (igual a los importadores en los permisos de importación y evaluar cómo hacer obligatoria la participación de otros actores como los fabricantes, formuladores).
 7. Que la SEMARNAT publique la NOM que establece los elementos y procedimientos para formular los Planes de Manejo de residuos peligrosos (existe un Proyecto de NOM PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011, el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de agosto de 2011).
 8. Reformar la LGPGIR o su Reglamento para incluir la obligación de la entrega de reportes de seguimiento de los PM por parte de los sujetos obligados a su elaboración.
 9. Modificar la LGPGIR para que la SEMARNAT solicite a quienes tienen PM autorizados, el envío de sus informes anuales
 10. Revisar y solicitar, por parte de la SEMARNAT, la actualización de los planes de manejo de los CESAVE, de acuerdo con la información real sobre el manejo de los EVA: presupuestos, actores involucrados, autorizaciones, etc.
 11. Identificar otras iniciativas y establecer sinergias para incluir en ellas el manejo adecuado de EVA. Por ejemplo, dialogar con el Consejo de Administración Forestal para determinar si la

certificación de manejo sustentable de bosque incluye el adecuado manejo de EVA y si no, incluirlo y establecer cómo se determinaría dicho manejo adecuado. Analizar si los subsidios de la Comisión Nacional Forestal incluyen, para su otorgamiento o la certificación bajo la NMX, un criterio de manejo adecuado de bosque. Checar con sector salud público el tema del manejo de EVA en sus campañas de control de vectores. Revisar con Secretaría de Turismo el tema de certificación de hoteles y parques recreativos en los que se generen EVA y se incluya su manejo adecuado, distinto al resto de los residuos peligrosos y con apego al nuevo Programa o a los programas paralelos.

12. Que en las autorizaciones actuales y cuando se elabore la NOM para formular los Planes de Manejo (NOM-160), se solicite que se brinde información técnica documental de soporte sobre las tecnologías de destino final a las cuales se enviarán los EVA y el número de autorización de las empresas mediante las cuales, los particulares transportarán y darán destino final a los EVA.
13. Que la SEMARNAT establezca un mecanismo para que la información sobre EVA que genera el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes sea transmitida a las áreas relacionadas con el tema y que dichas áreas hagan uso de dicha información para el diseño, seguimiento y toma de decisiones en materia de EVA.
14. Que la SEMARNAT diseñe y publique el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en concordancia con el PNREVA actualizado y con medidas y recursos asignados en materia de EVA.
15. Que la SEMARNAT homologue sus procedimientos de registro y autorización si se implementan las recomendaciones relativas a la modificación al marco jurídico para autorizar PM de EVA (algunos son de EVP y algunos de EVA).
16. Incorporar al Art. 28 de la LGPGIR la opción de que las organizaciones que agrupan y representan a, productores, importadores, exportadores y distribuidores de agroquímicos pueden presentar/registrar un PM. Actualmente solo se habla de los sujetos y no quienes los agrupan.

Problemática generada por los EVA:

17. Establecer sinergias con el sector de investigación (y la industria a través del reporte al SINTOX) para generar información en materia de efectos a la salud por el manejo inadecuado de EVA, e
18. Identificar los sitios en los que se ha detectado la presencia de EVA (en tiraderos a cielo abierto, en lugares donde se ha practicado la quema agrícola, en sitios contaminados, etc.) para evaluar la problemática ambiental del mal manejo de los EVA en el país.

Con la finalidad de poder contar con información que facilite la identificación de fuentes de financiamiento que puedan apoyar la implementación y/o ejecución de las acciones contenidas en la cartera de recomendaciones enlistadas previamente, se identificó y analizó las principales instituciones financieras que otorgan financiamientos para proyectos generales de residuos en México, con fondos propios o de terceros nacionales e internacionales, públicos y privados. Por ello, se incluyen tanto fuentes de financiamiento para proyectos específicos de residuos peligrosos, como financiamientos programáticos generales y promocionales en las áreas de medio ambiente e infraestructura y de residuos en general.

Los pasos seguidos para la identificación e integración de dichas fuentes consistieron en las siguientes actividades:

1. Búsqueda de las fuentes de financiamiento tradicionales para residuos peligrosos y residuos en general.
2. Búsqueda de otras fuentes de financiamiento general relacionadas con áreas en de medio ambiente, cambio climático, emisiones de COP e infraestructura.

3. Búsqueda, revisión, análisis y selección de nuevas alternativas de financiamiento para proyectos de residuos peligrosos que podrían ser aplicables en México, incluyendo aquellas que se originan por el fortalecimiento de políticas y programas gubernamentales mexicanos, así como programas e iniciativas externas que podrían ser fuente de recursos para dichos proyectos.
4. Construcción de una matriz con base en los siguientes criterios: tipo y forma de financiamiento; sujeto y materia aplicable; y por áreas de atención asociadas a los COP.
5. Análisis de las diversas opciones de financiamiento ofrecidas por cada una de las fuentes de financiamiento identificadas.
6. Sistematización en la matriz de la información analizada y realización de una breve descripción para cada mecanismo u opción de financiamiento, de sus normas generales y operativas, límites y condiciones, considerando la naturaleza o tipo y tamaño de proyectos en México. Asimismo, se describe en dicha matriz, los sujetos elegibles del financiamiento como los tres niveles de gobierno, sector privado, nacional o extranjero, y las Asociaciones Público-Privadas y quienes otorgan los financiamientos, como instituciones internacionales, bilaterales y el sector gubernamental.
7. Identificación y descripción de orden general de las principales características para el otorgamiento u obtención de recursos bajo cada fuente u opción de financiamiento.
8. Identificación y descripción del tipo de recursos que se otorgan, la forma del financiamiento, el sujeto y la materia específica aplicable, así como la materia asociada a la fuente de financiamiento. Esto, con el fin de contar con los elementos básicos y necesarios para el desarrollo de la conceptualización de una idea de proyecto a financiar.

Finalmente, a partir de las recomendaciones derivadas del diagnóstico del PNREVA, se realizó un Análisis Costo-Efectividad (ACE) a dos problemáticas identificadas a resolver para fortalecer la operación del PNREVA: la optimización del número de viajes de transporte de EVA de los CAT a destinos finales y el aumento de la recolección de EVA. El primer ACE se realiza con tres opciones de solución distintas, mientras que el segundo con dos.

Para lo anterior, primero se desarrolló un marco conceptual teórico acerca de las herramientas de evaluación de impacto, donde se describen los tipos de efectos e impactos generados identificados y cuantificados, cuando es posible al aplicar algún método de análisis y medición de impactos, así mismo se describió algunas de las metodologías más utilizadas de evaluación de impacto y sus principales bondades y limitaciones de cada una. A continuación, se enlistan estas:

- i. Análisis Costo Beneficio
- ii. Análisis Costo Efectividad
- iii. Análisis Multicriterio
- iv. Método de valuación contingente
- v. Método de precios hedónicos
- vi. Método de costos de viaje
- vii. Método de gastos de defensa
- viii. Método de capital humano o de salarios perdido

Posterior a la descripción de las herramientas señaladas previamente, se procedió a la aplicación de la metodología del ACE de las recomendaciones seleccionadas para dicho fin. A continuación se describen los pasos que se llevaron a cabo para la realización del ACE:

1. Identificación de las diferentes alternativas de solución de la problemática, con sus diferentes aspectos técnicos, económicos y ambientales.
2. Identificación de los costos de cada opción o alternativa.

3. Cuantificación y valoración de los costos de cada opción o alternativa.
 - a. Los costos considerados son los directos y tangibles, con base en los precios de mercado y en los datos e información recolectada en campo, a través de las entrevistas.
Cabe señalar que únicamente se consideraron los costos directos, es decir aquellos que se basan en los precios de mercado y que son identificados por la implementación de la alternativa desde la etapa de diseño, ejecución y operación durante todo el periodo de implementación.
 - b. Obtención del Valor Presente de los Costos (VPC), con una tasa de descuento de 10% en términos reales. El análisis se basa en precios de 2018, por lo que no se considera inflación para los años futuros.
4. Identificación de los beneficios de cada opción o alternativa.
 - a. Se definió y eligió un parámetro o indicador que se considera como la medida de beneficio a través de la cual se evalúa la recomendación.
5. Definición del horizonte de evaluación.
6. Cuantificación de la efectividad para cada una de las opciones o alternativas.
 - a. Aplicación de la fórmula del ACE, dividiendo el VPC entre la medida de los beneficios definida previamente, en términos cuantitativos.
 - b. Obtención de la Razón Costo-Efectividad (RCE).

$$RCE = \frac{\text{Valor Presente de los Costos}}{\text{medidas no monetizables de beneficios}}$$

La razón RCE es un estimado del costo en pesos incurrido por unidad de beneficio alcanzado por la implementación de la recomendación. El análisis no evalúa los beneficios en términos monetario.

7. Elección de la mejor alternativa, de acuerdo a la RCE, y
8. Análisis e interpretación de los resultados.
 - a. Clasificación de las alternativas considerando su efectividad.

Para la aplicación del ACE se establecieron los siguientes supuestos, con los valores de los parámetros y la justificación de los mismos.

Tabla 8. Supuestos para aplicación del ACE

Variable	Valor utilizado	Supuesto	Justificación
Tasa de descuento	10%	Se toma la tasa de la SHCP, considerando que la tasa social es el costo de oportunidad de los recursos de la economía completa, es decir refleja el costo de oportunidad de implementar o posponer cualquier beneficio obtenido por una inversión (William, 2001).	La tasa social de descuento que se deberá utilizar en la evaluación socioeconómica será la que determine la Unidad de Inversiones en términos reales, es decir, a precios del año en el que se realiza dicha evaluación (SHCP, 2013). Para mayores detalles sobre la determinación de la tasa de interés que pueda emplearse como tasa social de descuento intertemporal, véase (Azqueta, 1997).
Tasa de inflación	0%	Se considera que los precios de las alternativas están a 2018, por lo tanto el análisis se realiza en términos reales para no generar distorsiones.	Dada la política macroeconómica del país sobre el control de la inflación, se decide trabajar con precios en términos reales; por lo que se asume que los precios de los bienes y servicios de las alternativas se incrementan de forma generalizada en los mismos porcentajes, es decir todos se incrementan proporcionalmente.

			“Los beneficios y costos se expresarán en términos reales, esto es, descontando el efecto causado por la inflación. Para ello, en el caso de las evaluaciones socioeconómicas de los programas o proyectos de inversión por iniciar, los beneficios y costos se expresarán a precios del año en el que se solicita el registro en la Cartera...” (SHCP, 2013).
Horizonte de evaluación	5 años	Se considera ese horizonte porque las recomendaciones no están asociadas con aspectos de innovación tecnológica.	De acuerdo a la vida útil promedio de los equipos es de 5 años, ya que es el tiempo que se considera que se deprecian los equipos y por lo tanto a partir del año 5, se requiere una renovación. Como las alternativas son replicativas, el análisis se realiza en términos de Costo Anual Equivalente (CAE) adicional a la razón (RCE).

Fuente: elaboración propia, 2018.

A continuación se presentan los resultados de los ACE realizados. Para el primer caso, la problemática a resolver fue la optimización del número de viajes de transporte de EVA a los CAT a destinos finales, con las siguientes alternativas:

- i. Alternativa A. Separación manual de los EVA en: peligrosos y no peligrosos
- ii. Alternativa B. Separación automatizada de los EVA en: peligrosos y no peligrosos
- iii. Alternativa C. Trituración de los EVA sin separación en peligrosos y no peligrosos

La alternativa B. Separación automatizada de los EVA en peligrosos y no peligrosos resultó ser la más efectiva, ya que tiene la razón más baja (306,918) y es la que menor costo presenta por unidad de beneficio (por viaje de residuo peligroso). Esta alternativa permite mejorar la gestión integral de los EVA, ya que la razón significa que cada viaje de transporte de residuos cuesta \$306,918 y, de acuerdo al indicador CAE el costo promedio anual es de \$21,285,941 millones de pesos para esta alternativa de solución del problema en conjunto, es decir considerada para los 72 CAT (ver la tabla 9).

Tabla 9. Efectividad de las alternativas de solución

Alternativa	Valor Presente de los Costos totales (pesos)	Beneficio en número de viajes	RCE
A. Separación manual de los EVA en: peligrosos y no peligrosos	\$159,823,101	337	$\frac{\$159,823,101}{337} = 474,811$
B. Separación automatizada de los EVA en: peligrosos y no peligrosos	\$103,309,849	337	$\frac{\$103,309,849}{337} = 306,918$
C. Trituración de los EVA sin separación en peligrosos y no peligrosos	\$111,481,208	279	$\frac{\$111,481,208}{279} = 399,933$

Fuente: elaboración propia, 2018.

En el segundo caso analizado, donde la problemática a resolver es el aumento de recolección de EVA con las dos alternativas de solución siguientes:

- i. Alternativa A. Instalación de un nuevo CAT
- ii. Alternativa B. Ampliación de los CAT existentes con contratación de personal y transporte

La RCE arrojó que la instalación de un nuevo CAT en los Estados es la opción más efectiva (sobre la opción de ampliar los CAT existentes contratando más personal y transporte), ya que obtuvo la razón más baja (77,191) y es la que menor costo presenta por unidad de beneficio. Esta alternativa permite mejorar la recolección de los EVA, ya que la razón significa que cada tonelada recolectada cuesta \$77,191 y, con un costo promedio anual de \$814,995 de pesos. Ver tabla siguiente.

Tabla 10. Efectividad de las alternativas de solución

Alternativa	Valor Presente de los Costos totales (pesos)	Beneficio en número de toneladas	RCE
A. Instalación de un nuevo CAT	\$7,719,067	100	$\frac{\$7,719,067}{100} = 77,191$
B. Ampliación de los CAT existentes con contratación de personal y transporte	\$8,553,385	100	$\frac{\$8,553,385}{100} = 85,534$

Fuente elaboración propia, 2018.

Cabe resaltar que al observar el segundo planteamiento a resolver utilizando el ACE guarda relación con los resultados y las conclusiones obtenidas del modelo econométrico, aún y cuando las dos herramientas (MCO y ACE) se aplicaron de manera aislada y con planteamientos teóricos iniciales distintos; razón por la cual los resultados de ambos son relevantes. Es decir, en la solución del segundo problema planteado al cual se le aplicó el ACE la mejor alternativa costo-efectiva fue la A: Instalación de un nuevo CAT en el Estado, debido a que obtuvo la razón más baja (77,191) y es la que menor costo presenta por unidad de beneficio. Esta alternativa permite mejorar la recolección de los EVA, al igual que la variable en el modelo de cat, explicada en párrafos anteriores.

Finalmente, podemos concluir que el PNREVA no cuenta con mecanismos que aseguren su sostenibilidad, ya que este presenta grandes áreas de oportunidad en su diseño, sus mecanismos de seguimiento, reporte y control.



SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



SADER
SECRETARÍA DE AGRICULTURA
Y DESARROLLO RURAL



SENASICA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,
INOCUIDAD Y CALIDAD
AGROALIMENTARIA



Al servicio
de las personas
y las naciones

www.ResiduosCOP.org
info@ResiduosCOP.org

    **ResiduosCOPmx**

La publicación de este documento es parte del Proyecto **PNUD** 92723 “**Manejo Ambientalmente Adecuado de Residuos COP**” financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (**GEF**), implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (**PNUD**) y ejecutado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (**SADER**), a través del Servicio Nacional de Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (**SENASICA**).



residuoscop
manejo ambientalmente adecuado

Av. Ejército Nacional 223, Col. Anáhuac, Del. Miguel Hidalgo,
C.P. 11320, Ciudad de México
Tel. 01 (55) 5624-3481