

# El Seguro Agrícola y de Animales en México



Laura Ramírez Aldana\*

Diciembre 2017

Documento de trabajo No. 165



\* Las opiniones que aparecen en este artículo son del autor y no necesariamente coinciden con las de la CNSF.



# CONTENIDO



<b>Introducción</b> .....	5
<b>Esquema del aseguramiento agropecuario</b> .....	7
<b>Estructura del mercado mexicano</b> .....	13
<b>Regulación</b> .....	17
<b>Conclusiones</b> .....	20
<b>Anexo 1</b> .....	22
<b>Bibliografía</b> .....	29



# Introducción




El propósito de este documento es presentar un panorama general sobre el seguro agrícola y de animales en México. Para ello se desarrolló un breve análisis sobre la estructura del mercado, el esquema de aseguramiento y el régimen regulatorio.

Los seguros agrícolas forman parte de la gestión de riesgos para la producción agropecuaria. En particular, contribuyen a gestionar los peligros inherentes a la cadena de valor alimentario agropecuaria, a estabilizar los ingresos agropecuarios y fomentan la inversión [1]. Así mismo, su uso deriva en un impacto positivo sobre la resiliencia y por ende, en el desarrollo económico.

Lo anterior se basa en que los seguros agropecuarios ayudan a proteger a los productores contra los efectos de fenómenos climatológicos adversos que afectan la producción y ofrecen cobertura contra las desviaciones financieras asociadas a la actividad agrícola a las que, en última instancia, están expuestos los gobiernos estatales y federal. Tal como otros seguros, los seguros agropecuarios permiten la transferencia del riesgo hacia los mercados internacionales de reaseguro.

Es importante señalar que los efectos climatológicos adversos pueden ser de naturaleza catastrófica y dicha característica hace necesaria la existencia de esquemas de aseguramiento que articulen la colaboración entre los sectores público y privado para proteger a la mayor parte de los productores.

Por su ubicación geográfica y tipos de clima, México desarrolla una agricultura de elevado riesgo climático ya que con frecuencia la producción se ve afectada por bajos rendimientos en los cultivos y hasta la pérdida total de las cosechas debido a intensas sequías, inundaciones, heladas tempranas y tardías, vientos extremos y huracanes destructivos, entre otros fenómenos dañinos. Para lo cual se cuenta con dos fondos de emergencia que ofrecen financiamiento después de desastres: el Componente de Atención a Desastres Naturales (CADENA) [2] y el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) [3].



El mercado de seguros agropecuarios en México tiene una amplia gama de productos: los seguros comerciales de cosechas y ganado que se ofrecen por parte de las Instituciones de Seguros, las Sociedades Mutualistas de Seguros y por los Fondos de Aseguramiento (sociedades constituidas para ofrecer protección mutualista y solidaria a sus socios sin fines de lucro) [4]. Además, se tienen los seguros catastróficos que incluyen productos paramétricos o basados en índices, los cuales se dirigen a los pequeños agricultores y operan bajo las regulaciones del Programa CADENA para la cobertura de siniestros agropecuarios. [5]

La regulación para el seguro Agropecuario conforme la naturaleza catastrófica de la cobertura, considera un mecanismo de compensación basado en la Reserva Catastrófica y el Requerimiento de Capital de Solvencia, éste último se fundamenta en la Pérdida Máxima Probable (PML).

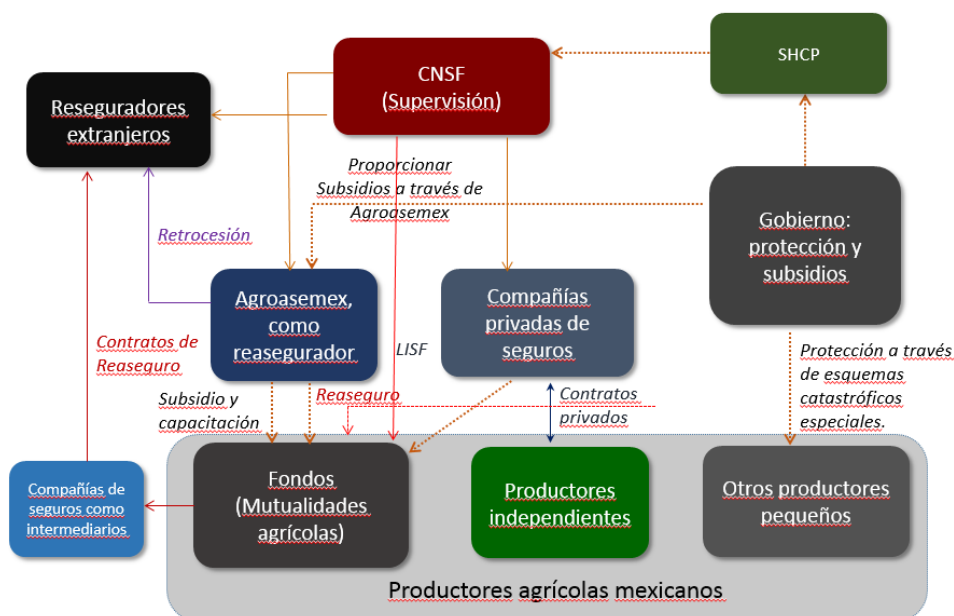
# Esquema del aseguramiento agropecuario

Los actores que participan en el esquema de aseguramiento agrícola son los siguientes:


- Instituciones Seguros: Doce Instituciones de Seguros privadas tuvieron participación activa de seguros Agrícolas y de Animales al cierre de septiembre de 2017 [6].
- Agroasemex: institución nacional de seguros que inicia sus operaciones en 1990; y actualmente proporciona servicios de reaseguro a instituciones mexicanas de seguros, sociedades mutualistas y fondos de aseguramiento. Además es un organismo proveedor de apoyo técnico, diseña nuevos esquemas de seguros para ampliar la cobertura del mercado [7] y se encarga del Programa del Subsidio a la Primas del Seguro Agropecuario [8].
- Fondos de Aseguramiento: asociaciones de productores agrícolas y/o ganaderos de nacionalidad mexicana que operan bajo el principio de mutualidad y brindan protección a sus socios a través de operaciones activas de seguros y coaseguro sin fines de lucro. Estos fondos reciben de Agroasemex subvenciones para las primas, formación, capacitación, protección contra catástrofes y cobertura de reaseguro de exceso de pérdida. Al segundo trimestre de 2017, Agroasemex tenía registrados 274 fondos de aseguramiento[9].

Gráfico no. 1

Esquema de la estructura del mercado del seguro agropecuario en México



Fuente: CNSF



Al cierre de junio de 2017 el marco regulatorio para las aseguradoras privadas que ofrecen seguros agrícolas es la Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas (LISF) [10], La Ley sobre el Contrato de Seguros [11] y la Circular Única de Seguros y Fianzas [12].

Los Fondos de Aseguramiento Agropecuario y Rural están regulados, en términos de organización, funcionamiento y actividades, por la Ley de Fondos de Aseguramiento Agropecuario y Rural [4] y por los Artículos 30 y 31 de la Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas; y son supervisados por la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas conforme lo establecido en el Título 40 de la Circular Única de Seguros y Fianzas.

Respecto a las coberturas catastróficas, como se mencionó anteriormente, existen dos fondos de emergencia que ofrecen financiamiento en caso de desastres: el Componente de Atención a Desastres Naturales (CADENA) y el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN).

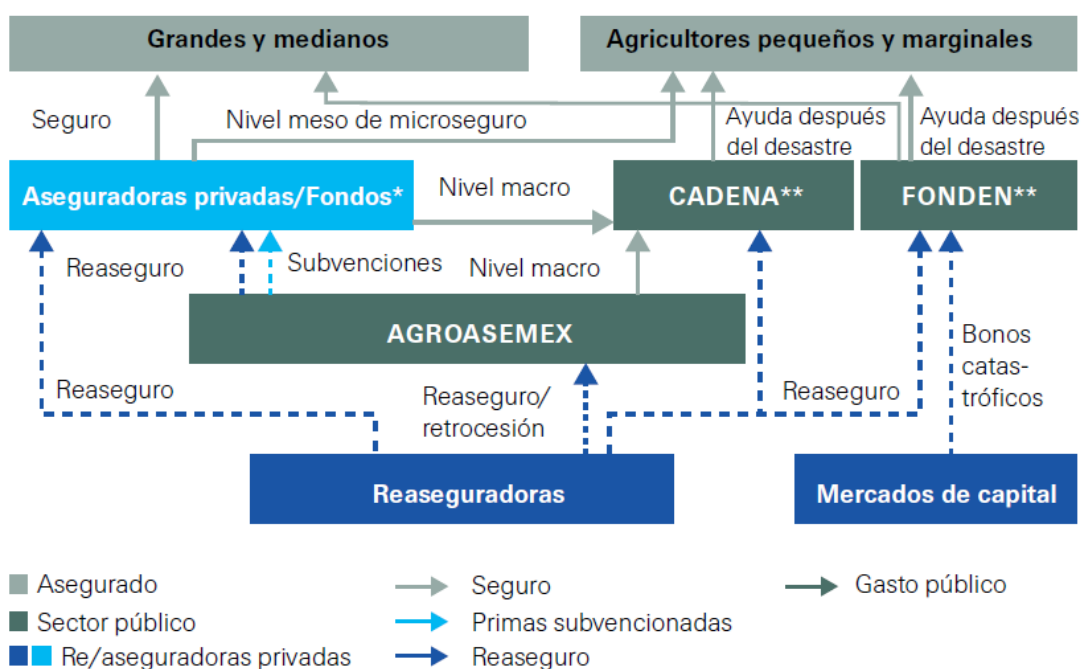
CADENA es un Programa gubernamental operado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) para la gestión del riesgo catastrófico agropecuario que se enfoca en apoyar a los productores agropecuarios, pesqueros y acuícolas de bajos ingresos susceptibles de ser afectados por catástrofes climáticas, para facilitar su reincorporación productiva. Los instrumentos que utiliza se dirigen a favorecer la adquisición de seguros catastróficos de contratación masiva por parte de las Entidades Federativas y del Gobierno Federal, para que estos puedan hacer frente a las desviaciones financieras que pudieran registrarse en el sector agropecuario, en caso de contingencias climáticas. Contempla seguros paramétricos y seguros basados en índices, tanto para las cosechas como para el ganado en caso de catástrofe y también apoyo directo a los agricultores vulnerables por pérdidas debidas a desastres climáticos [13].

FONDEN se fundó en 1996 como un mecanismo presupuestario para apoyar de manera eficaz y oportuna la rehabilitación de la infraestructura federal y estatal afectada por desastres naturales. Su instrumento más importante es el Programa FONDEN para la Reconstrucción.



Sin embargo, en reconocimiento de la necesidad de promover ex-ante el manejo proactivo del riesgo, el gobierno de México comenzó, a inicios de los años 2000, a asignar recursos específicamente destinados a actividades preventivas a través del Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN). Los recursos de FONDEN son respaldados a través de instrumentos de gestión del riesgo, tales como, seguros y bonos catastróficos [1] y [3].


Gráfico no. 2  
Esquema de la estructura del mercado del seguro agropecuario incluyendo cobertura catastrófica



\* Fondos de aseguramiento \*\* Fondo agrícola para desastres naturales: el Componente de Atención a Desastres Naturales (CADENA) y el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN).

Fuente: Swiss Re (2016).

En el gráfico número 2 se muestra el diagrama del funcionamiento del esquema de aseguramiento utilizado en nuestro país, señalando el papel que juega cada participante dentro del seguro agropecuario.




En el mercado mexicano existe una amplia gama de productos de seguro agropecuarios, los cuales se clasifican en dos principales categorías: Seguros tradicionales y Seguros catastróficos.

Seguros tradicionales, sobre cultivos y ganado que son ofrecidos por Instituciones de Seguros, Sociedades Mutualistas de Seguros; y Fondos de Aseguramiento. Son productos convencionales de seguros basados en indemnizaciones que pueden contratarse individualmente o de forma colectiva.

Para cultivos, una amplia gama de tipos de productos está disponible a través de compañías privadas y fondos de aseguramiento con las siguientes coberturas:

- Seguro de riesgo único y de riesgo nombrado.
- Seguro sobre pérdidas de inversión (seguro a la inversión), pólizas de seguro de pérdida de rendimiento basadas en el rescate de múltiples riesgos, que indemnizan a los productores contra la pérdida de sus costos de producción invertidos en el cultivo hasta el momento de la pérdida.
- Seguros sobre pérdidas de rendimiento, donde los agricultores obtienen una garantía de rendimiento (que normalmente oscila entre 50 y 70% del rendimiento máximo esperado) contra una amplia gama de riesgos climáticos, biológicos (plagas y enfermedades) y de preemergencia (incluida la falla de germinación y la superficie del suelo).
- Seguro forestal, proporciona un seguro tradicional de indemnización contra incendios y otros peligros relacionados que afectan la producción de madera en pie. Los productos de seguros forestales están destinados a las plantaciones forestales comerciales.
- Seguro de acuicultura, cobertura para la cría y explotación de animales acuáticos. Cubre la mortalidad de peces y camarones debido a eventos meteorológicos, enfermedades, contaminación, proliferación de algas, etc.
- Accidentes y mortalidad de ganado, disponible para una amplia gama de ganado, incluidos el ganado lechero y vacuno, cerdos, ovejas y cabras, caballos, ciervos y aves de corral.
- Enfermedades epidémicas del ganado, seguro ganadero para eventos de alta mortalidad.[1]




Los seguros catastróficos, incluyen seguros paramétricos o basados en índices con protección sobre eventos climáticos catastróficos, dirigidos a productores de pequeña escala que no pueden acceder a los seguros comerciales de cultivo o de ganado.

Los planes de seguro catastrófico operan bajo las regulaciones del Programa: “Componente de Atención a Desastres Naturales” (CADENA), donde se tienen dos conceptos de apoyo para la atención a Productores(as) de bajos ingresos:

- A. Seguro Agrícola, Pecuario, Acuícola o Pesquero Catastrófico, mediante el cual se apoya en coparticipación con los Gobiernos Estatales, la adquisición de esquemas de aseguramiento para las actividades agrícola, pecuaria, acuícola o pesquera de productores de bajos ingresos en caso de ocurrir desastres naturales.
- B. Apoyos Directos, los cuales complementan la atención a productores de bajos ingresos en caso de ocurrir desastres naturales en regiones o sectores no asegurados, o bien cuando los daños rebasan lo asegurado. Los Aseguradores Directos (Fondos de Aseguramiento Agropecuario y Rural, e Instituciones aseguradoras) que deseen proporcionar cualquiera de las coberturas de protección que ofrece deberán registrarse ante SAGARPA.

Son objeto de atención de CADENA fenómenos hidrometeorológicos tales como: sequía, helada, granizada, nevada, lluvia torrencial, inundación significativa, tornado, ciclón y fenómenos geológicos (terremoto, erupción volcánica, maremoto y movimiento de ladera). Asimismo, se podrá considerar cualquier otra condición climatológica atípica e impredecible que provoque afectaciones en la actividad agrícola, pecuaria, pesquera o acuícola [2].

Agroasemex en 1990 reemplazó a Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera S. A. (ANAGSA), fundada en 1961, como compañía nacional de seguros de cosechas y ganadería del sector público, operando bajo estrictos principios de seguros comerciales y con mejores sistemas y procedimientos de gestión. Desde el año 2001, la paraestatal enfoca su función como reasegurador agrícola nacional, proveedor de apoyo técnico a los fondos agropecuarios, investigador en temas agrícolas y gerente del esquema de subsidio de primas de seguro agrícola federal [7].



En la actualidad, Agroasemex es operadora, administradora y ejecutora del Programa del Subsidio a la Prima del Seguro Agropecuario y del Programa de Apoyo a los Fondos de Aseguramiento Agropecuario [7] y [8].

Agroasemex ofrece un seguro agrícola catastrófico paramétrico basado en los requerimientos mínimos o máximos de agua de un cultivo que le permitan alcanzar su potencial de rendimiento, a través de la determinación de valores críticos de lluvia para cada una de las etapas de su ciclo vegetativo. Considera también niveles críticos de temperatura que causen la pérdida total en el mismo. La operación se sustenta en la utilización de estaciones meteorológicas que registran la precipitación pluvial y temperaturas diarias durante la vigencia del seguro. El siniestro ocurre cuando la precipitación acumulada durante cada una de las etapas resulta inferior a la protegida, o cuando se presentan temperaturas inferiores a las toleradas por el cultivo y la indemnización corresponde a la suma asegurada total.

El FONDEN se centra en los seguros de daños con el fin de proteger la infraestructura y los activos públicos de los cuales depende la economía rural. De manera preventiva identifica peligros, exposiciones y vulnerabilidades, formula estrategias previas para la reducción de riesgos de desastres y genera capacidades locales para mejorar la capacidad de adaptación [1] y [2].

# Estructura del mercado mexicano

Al cierre de junio de 2017, la prima directa del sector asegurador tuvo un crecimiento real anual de 5.0%, en comparación con lo registrado al cierre de junio de 2016. A nivel de las operaciones de seguros se observan distintos ritmos de crecimiento, siendo la operación de Daños (sin autos) la más dinámica con un crecimiento real anual de 28.9%. En particular, el ramo de Agrícola y de Animales registró un crecimiento real anual del 34.6%.

Dicho crecimiento se explica por el sub-ramo Agrícola y, en específico, se debe al resultado de la compañía Protección Agropecuaria, que al cierre de junio de 2017 presentó una prima directa de seguro agrícola de \$1,230.6 millones de pesos respecto a \$582.1 millones de pesos al cierre de junio de 2016, lo que implicó un crecimiento real anual de 98.9% de la prima directa de ésta compañía, la cual tuvo una participación del 62.0% de la prima directa del mercado de seguros agrícola.

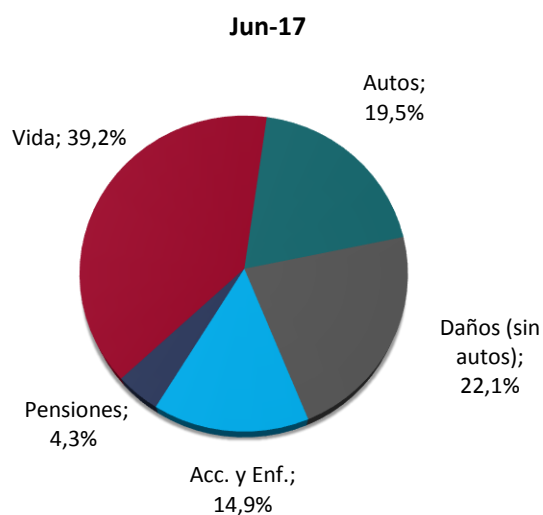
La composición de la cartera de seguros al cierre de junio de 2017 muestra que 39.2% de la prima directa corresponde a seguros de vida; 22.1% a seguros de daños (sin autos) y 19.5% a seguros de automóviles.

**Cuadro no. 1**  
Prima Directa  
(MILLONES DE PESOS mx)

	Jun-2016	Jun-2017	Crecimiento Real
Vida	98,445.3	98,930.6	-5.5%
Pensiones	9,592.6	10,844.6	6.3%
Accidentes y Enfermedades	34,100.8	37,752.8	4.1%
Daños	83,923.8	104,906.7	17.6%
Daños sin Autos	40,686.3	55,774.0	28.9%
<b>Agrícola y de Animales</b>	<b>1,708.1</b>	<b>2,443.5</b>	<b>34.6%</b>
Autos	43,237.5	49,132.7	6.9%
<b>Total</b>	<b>226,062.5</b>	<b>252,434.7</b>	<b>5.0%</b>

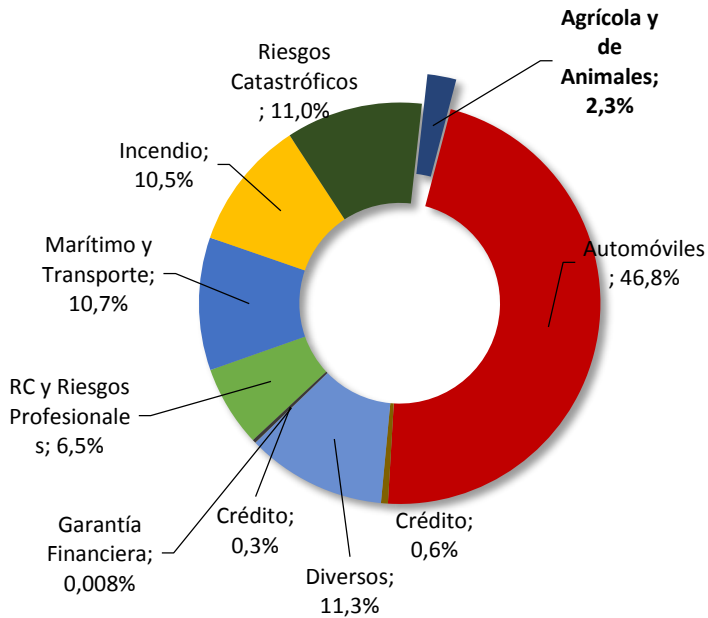
Fuente: CNSF y BANXICO

**Gráfico no. 3**  
Cartera del Mercado de Seguros  
Prima Directa



Fuente: CNSF

Gráfico no. 4  
Prima Directa, junio 2017

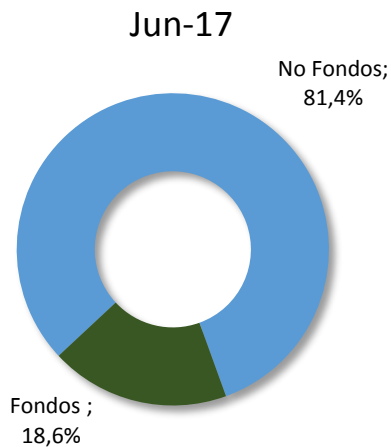


Fuente: CNSF

Al cierre de junio de 2017, la participación del ramo Agrícola y de Animales dentro de los seguros de Daños fue de 2.3%.

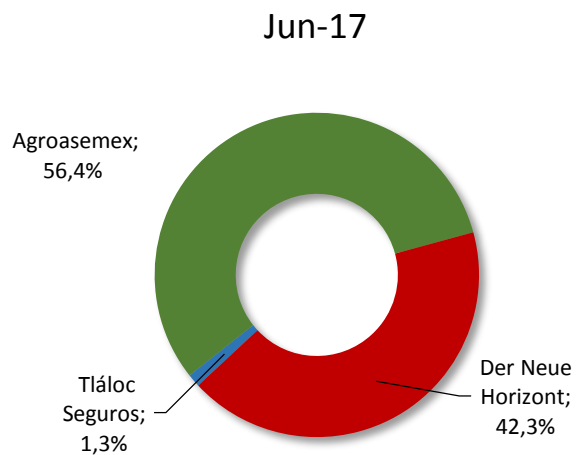
En México existen los fondos de aseguramiento agrícolas o sociedades de agricultores sin fines de lucro. Los fondos de aseguramiento se reaseguran principalmente con Agroasemex, empresa paraestatal que desarrolla actividades de apoyo al sector agropecuario, a través de su función aseguradora que contribuye a la conformación de un sistema nacional de administración de riesgos para la protección integral del sector rural.

Gráfico no. 5  
Prima Emitida (millones de pesos)



Fuente: CNSF

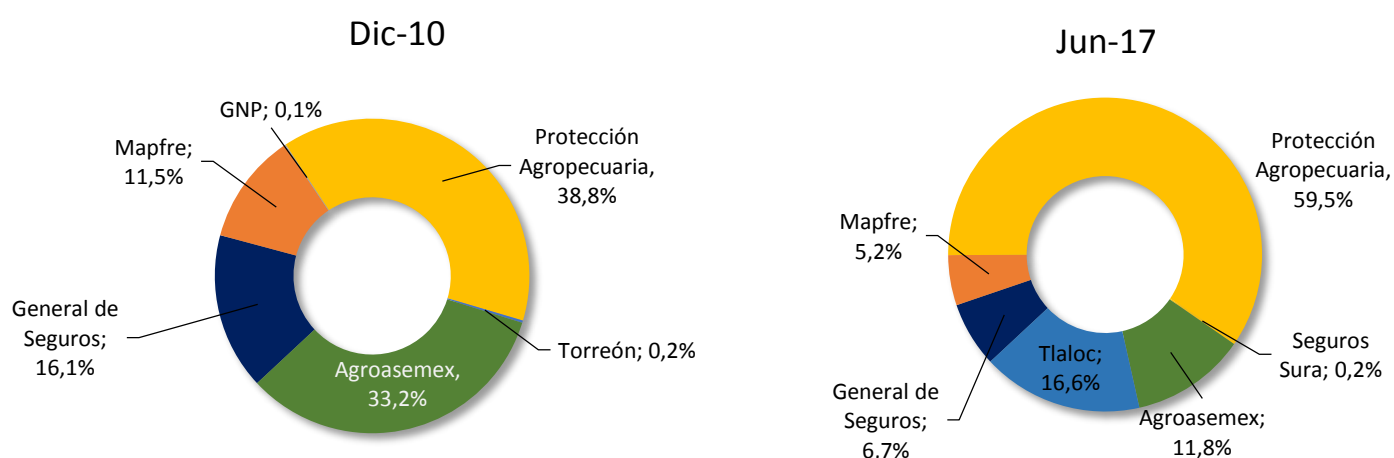
Gráfico no. 6  
Prima Tomada en Reaseguro (Fondos)



Fuente: CNSF

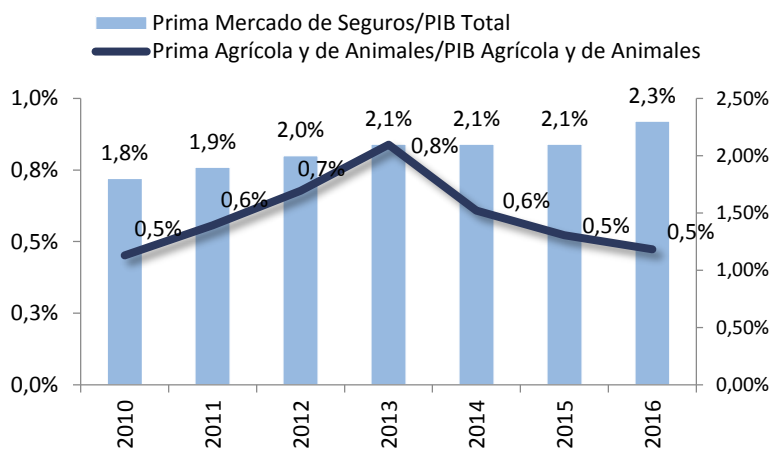
Respecto al seguro directo, la participación de Protección Agropecuaria al cierre de diciembre de 2010 representó 38.8% de la prima directa, mientras que al cierre de junio de 2017 alcanzó el 59.5%. Lo anterior puede atribuirse, en parte, a su participación en el programa gubernamental: Componente de Atención a Desastres Naturales (CADENA) [2], el cual se explicará más adelante con mayor detalle.

Gráfico no. 7  
Prima Directa (No Fondos)



Fuente: CNSF

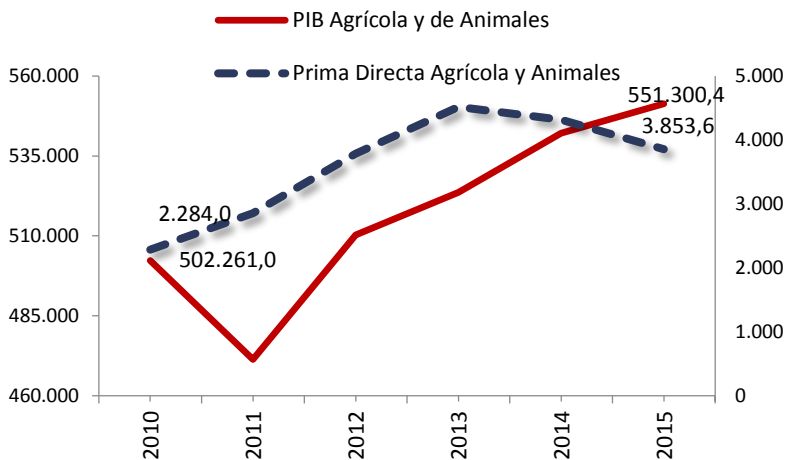
Gráfico no. 8  
Penetración Seguro Agrícola y de Animales  
(Prima Directa / PIB Agricultura)



Fuente: CNSF e INEGI

Al cierre de diciembre de 2016 la penetración del seguro agrícola fue del 0.5% del PIB Agrícola, en comparación con la penetración de todos los seguros que alcanzó el 2.3% del PIB total. Tal proporción se ha mantenido relativamente constante durante el periodo 2010-2016 con su mayor nivel en el año 2013, donde alcanzó 0.8% del PIB agrícola.

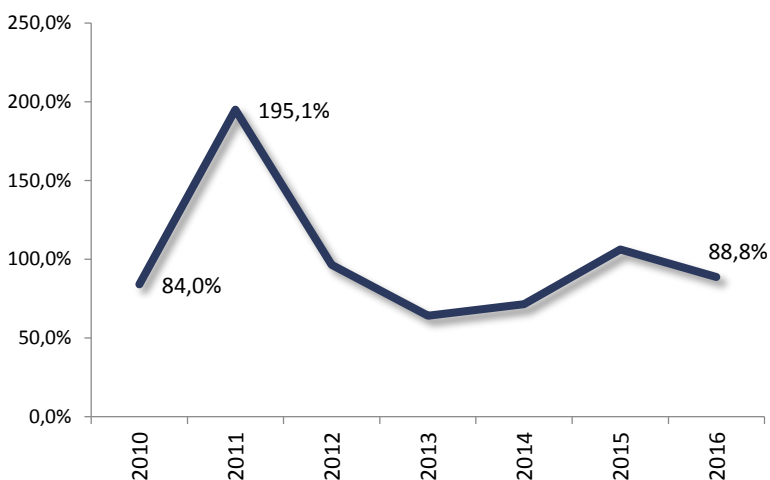
Gráfico no. 9  
Prima Directa Agrícola y de Animales  
PIB Agrícola y de Animales  
(millones de pesos reales de dic. de 2015)



Fuente: CNSF e INEGI

A manera de aportar mayores elementos para analizar el comportamiento de la penetración del seguro agrícola, se muestra el comportamiento del PIB agrícola el cual ha presentado una tendencia creciente con excepción de una caída en el año 2011, mientras que la prima directa del seguro agrícola y de animales presentó una tendencia de crecimiento hasta el año 2013.

Gráfico no. 10  
Monto de Siniestro Pagado / Prima Retenida  
Devengada



Fuente: CNSF

En el periodo 2010-2016 la relación del monto de siniestro pagado respecto a la prima retenida devengada presenta en general un patrón estable con un sólo dato atípico en el año 2011 que se explica por las heladas que se vivieron en el estado de Sinaloa que en particular derivó en una siniestralidad importante en el caso de Agroasemex.



# Regulación

México desarrolla una agricultura de elevado riesgo climático donde los principales fenómenos climáticos adversos que enfrentan los cultivos son: sequía, exceso de lluvia, bajas temperaturas, onda cálida, helada, viento extremo, inundación y granizo.

Cuando estos eventos climatológicos se presentan los impactos son extensos y los daños están correlacionados espacialmente, por lo que afectan a un gran número de productores dentro de una región que puede abarcar varios estados.

El seguro agropecuario está diseñado para la protección ante riesgos correlacionados o sistémicos que tienen que ver con fenómenos climatológicos extremos que pueden causar desviaciones importantes en la siniestralidad.

En México, como en la mayoría de los países expuestos a pérdidas catastróficas, la regulación considera (desde 1993) un fondo acumulativo: la reserva catastrófica. El incremento mensual de la reserva de riesgos catastróficos de los seguros agrícolas y de animales se hace con el 35% de la parte devengada de la prima retenida mensual. Las aseguradoras pueden considerar para el programa de reaseguro de exceso de pérdida hasta 50% de la reserva de riesgos catastróficos. La reserva catastrófica de los seguros agrícolas y de animales tiene un límite de acumulación que se define por el promedio de los últimos cinco años del monto de la pérdida máxima probable de retención.

El requerimiento de capital de solvencia para el seguro Agrícola y de Animales se fundamenta en la pérdida máxima probable (PML) con el propósito de garantizar la solvencia de las instituciones aún bajo escenarios extremos de naturaleza catastrófica.

Para ello, la pérdida máxima probable a retención al cierre de cada año, deberá ser calculada conforme a las bases técnicas que se indican en el Anexo 5.6.1-a de la Circular Única de Seguros y Fianzas mediante un sistema de cómputo para la estimación de la pérdida máxima probable de los seguros agrícolas y de animales que es proporcionado a las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas por la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas [14].

Para tal propósito, el método considera la simulación de escenarios de pérdidas probables para obtener la distribución estadística de dichas pérdidas con la cual se realiza la estimación de PML a un nivel de confianza del 99.5%.

El modelo de simulación considera tres tipos de riesgo: riesgo agrícola con esquema de aseguramiento a rendimiento, riesgo agrícola con otros esquemas y por último el riesgo pecuario. El método de simulación consiste en simular la siniestralidad de cada riesgo que depende de tres componentes:

- La severidad marginal del riesgo que es una variable aleatoria.
- El factor de severidad regional, por el cual los riesgos de ciertas regiones tienden a tener pérdidas correlacionadas. Se simuló a nivel estado y se modeló la correlación entre los factores de severidad correspondientes a estados de la misma región.


El factor de susceptibilidad del riesgo, el cual explica por qué ciertos riesgos son afectados en mayor o menor medida por el factor de severidad regional. Determina en qué medida el rendimiento de los cultivos depende del factor regional y en qué medida depende de factores independientes.

Para la creación de grupos de riesgos homogéneos, tanto para riesgos agrícolas como para riesgos pecuarios, uno de los criterios utilizados ha sido su ubicación geográfica debido a que los riesgos con cercanía geográfica comparten muchas características en común. De manera que se consideran factores regionales para riesgos agrícolas y pecuarios con base en las condiciones agro-climáticas, en sentido de que un riesgo puede tener una alta incidencia en una región, pero baja incidencia en otra.

Gráfico no. 11  
Regiones agroclimáticas



Fuente: Anexo 5.6.1-a de la Circular Única de Seguros y Fianzas.



En el modelo para estimar la PML se requirió definir los cultivos más importantes para las aseguradoras. Con base en la información histórica de las aseguradoras, se definieron aquellas combinaciones de cultivo, modalidad, ciclo y estado que representan la mayor parte de la suma asegurada suscrita para el periodo de observación histórico.

Para estos cultivos se calibró el modelo de simulación de crecimiento vegetal “Erosion Productivity Impact Calculator” (EPIC) con el objetivo de contar con un modelo causal para la variabilidad del rendimiento agrícola, en el caso de los siguientes cultivos: maíz, trigo, frijol, sorgo, caña de azúcar, chile, tomate y brócoli. Algunos de los insumos de EPIC necesarios para modelar el rendimiento de un riesgo dependen de su ubicación geográfica (suelo, clima y prácticas agronómicas). Para construir la distribución de rendimiento se diseñó un algoritmo y, posteriormente, se elaboró un sistema de cómputo para la determinación de la pérdida máxima probable de los seguros agrícolas y de animales (Ver detalle en Anexo 1) [14].

Para los seguros agrícolas se calcula el Requerimiento de Capital con base en el modelo PML de la siguiente forma:

- Se determina el PML a retención con base en la metodología establecida.
- A dicho valor se le resta la reserva de riesgos catastróficos de los seguros agrícolas que tenga constituida la institución de seguros.
- El monto obtenido puede ser cubierto con reaseguro de exceso de pérdida sin que exista subsidio entre las coberturas de reaseguro y las pérdidas máximas probables que cubren.
- En caso de que los contratos de reaseguro de exceso de pérdida y la reserva catastrófica no fueran suficientes para cubrir el PML, el faltante debe cubrirse con recursos de capital.

# Conclusiones


Dada la importancia de la actividad agropecuaria, es relevante extender la cobertura de sus riesgos a la mayor parte de los productores en el territorio mexicano, ya que las pérdidas por catástrofes naturales, sobre todo, pueden incidir en el porvenir del sector agropecuario y de manera particular, pueden afectar el presupuesto gubernamental e incluso la solidez y la resiliencia económica de localidades o regiones.

Acorde a su importancia, el seguro agropecuario ha atravesado un proceso de evolución e innovación del cual han emergido alternativas más sofisticadas respecto al aseguramiento tradicional, tales como, los seguros paramétricos o seguros basados en índices, los cuales son particularmente útiles en mercados en los que las aseguradoras no disponen de un expediente de datos sobre siniestros que les permita realizar la evaluación actuarial, por lo que este tipo de productos permiten ampliar la cobertura hacia sectores anteriormente excluidos y contribuyen de manera significativa en la reducción de los costos de suscripción y de los costos de reclamaciones.

El mercado de seguros agropecuarios en México revela un importante dinamismo con cifras al cierre de junio de 2017, el ramo de Agrícola y de Animales, registró un crecimiento real anual del 34.6% respecto a lo registrado al cierre de junio de 2016, en comparación con el crecimiento real anual del sector asegurador que fue del 5.0%.

La penetración de seguros en la economía mexicana se ha mantenido, en los últimos años, cercana al 2.0% respecto a la producción nacional, lo cual revela un amplio margen de crecimiento del mercado, sobre todo, desde la perspectiva de comparación internacional. En 2016, por ejemplo, la penetración de seguros en las economías de Chile y Brasil fue del 4.8% y del 4.0%, respectivamente; mientras que la penetración de seguros en mercados más desarrollados, tales como, Estados Unidos, Canadá y Japón, alcanzó 7.3%, 7.5% y 9.5%, respectivamente [15].

En términos de la penetración del seguro agropecuario sobre la producción agrícola, aún existe un gran potencial de crecimiento en México. Desde una perspectiva comparativa, en el ámbito internacional, nos encontramos en el mismo nivel de penetración del seguro agrícola que alcanzó la región latinoamericana con el 0.6% sobre la producción agrícola con datos disponibles para el año 2014 [1].



Respecto a la regulación del seguro agropecuario en México, el requerimiento de capital de solvencia se fundamenta en la pérdida máxima probable (PML) cuyo propósito es garantizar la solvencia de las instituciones aún bajo escenarios de naturaleza catastrófica. Para ello, se ha desarrollado un enfoque con base en datos modelizados que incluye la simulación del crecimiento vegetal a través del modelo “Erosion Productivity Impact Calculator” (EPIC), en función de parámetros climáticos y de cultivo, bajo una lógica regional del riesgo asegurado [14].

En general, para alcanzar un mayor desarrollo de los seguros agropecuarios es importante aumentar su simplicidad, transparencia, objetividad y rapidez en el pago de las reclamaciones, de forma que sea posible incrementar su atractivo, sobre todo, en el mercado de bajos ingresos, cuya falta de experiencia y confianza han influido en que antes no hubieran adquirido una cobertura similar.

Extender la cobertura del seguro agropecuario desde una perspectiva inclusiva requiere articular de la manera más eficiente los esquemas de aseguramiento colaborativo entre los sectores público y privado además de impulsar la innovación constante, por ejemplo, en el desarrollo de modelos y tecnología satelital para mejorar el análisis territorial y contar con la infraestructura y servicios confiables de información meteorológica.

# Anexo 1

El presente anexo sintetiza las bases Técnicas para el Cálculo de la Pérdida Máxima Probable para los Seguros Agrícolas y de Animales conforme el Anexo 5.6.1-a de la Circular Única de Seguros y Fianzas<sup>1</sup> en los siguientes términos:

## 1. Justificación del modelo Erosion Productivity Impact Calculator (EPIC) para la determinación de la PML en el seguro agrícola y de animales

Considerando que las estadísticas oficiales de los cultivos a nivel municipio comenzaron a generarse a partir de los años 2001 y 2002 por parte de la SAGARPA, los datos oficiales no contienen los rendimientos obtenidos por los productores en años de clima difícil (sequías, lluvias excesivas, heladas, etc.), por lo que se optó por reconstruir la serie de rendimientos históricos mediante la aplicación de un modelo de crecimiento.

Para los riesgos con esquema de aseguramiento a rendimiento, se buscó simular el rendimiento obtenido utilizando la siniestralidad histórica y un modelo de crecimiento vegetal denominado Erosion Productivity Impact Calculator (EPIC) que se usó para reconstruir la serie de rendimientos históricos. Esta metodología permitió tener un acercamiento sobre la variabilidad temporal y espacial de los rendimientos a nivel parcelario en la generación de las distribuciones estadísticas de rendimientos municipales y estatales.


## 2. Descripción del Modelo

El modelo EPIC fue desarrollado por el Dr. Williams (1984) de la Universidad de Texas AM (TAMU), en colaboración con investigadores del Servicio de Investigación Agrícola (ARS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

Es un modelo de simulación de crecimiento vegetal basado en procesos biofísicos lo que permite su aplicación sobre cualquier sitio agrícola que contenga información básica de suelos y clima para simular la producción de más de 60 especies cultivadas.

---

<sup>1</sup> De acuerdo con la fracción VII de la disposición 5.6.1 de la Circular Única de Seguros y Fianzas, cuando una Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, por cualquier circunstancia, se vea impedida para aplicar las bases técnicas definidas en el Anexo 5.6.1-a; y el sistema de cómputo derivado, deberá calcular transitoriamente, en tanto regulariza su situación, la pérdida máxima probable de retención conforme al procedimiento que se indica en el Anexo 5.6.1-c. de la CUSF, el cual es el método de factores sobre primas retenidas y siniestros retenidos que precede a la actual normativa.



El modelo EPIC está fundamentado en los principios del ciclo hidrológico (precipitación, infiltración del agua en el suelo, escurrimiento, erosión, etc.), la fijación de la energía solar por la especie cultivada, la regulación de la producción biomasa y fruto en función de la temperatura y la disponibilidad del agua y los nutrientes en el suelo (evapotranspiración), y las mermas en la producción debido al ataque de plagas y por efecto de elementos tóxicos en el suelo (por ejemplo el aluminio).

El modelo EPIC permite incluir las prácticas agronómicas que requieren los cultivos a través del año, tales como, preparación del suelo, siembra, densidad de plantación, fertilización y tipo de fertilizante aplicado, ambiente (riego o temporal) y tipo de maquinaria agrícola. Para este estudio, se incorporaron al modelo EPIC las prácticas agronómicas que definen los paquetes tecnológicos que aplican los productores de los cultivos mencionados y para los cuales se hicieron simulaciones.

La información de los sitios de suelos agrícolas del país permitió construir los archivos de EPIC que contienen las características de los suelos, como son profundidad, pendiente, textura, materia orgánica y concentración de nutrientes. Cabe mencionar que los suelos de condición extrema (arenosos, calcáreos, alta pendiente, etc.) fueron considerados en las simulaciones, de tal manera que el modelo incluyó la calidad de los suelos agrícolas del país.

Este modelo depende de una gran cantidad de parámetros que se definen dependiendo del cultivo, modalidad de riego, ciclo agrícola y región de la que se trate. Con base en la información histórica de las aseguradoras, se definieron aquellas combinaciones de cultivo, modalidad, ciclo y estado que representan la mayor parte de la suma asegurada suscrita para el periodo de observación histórico. Para estos cultivos se calibró el modelo de crecimiento vegetal EPIC con el objetivo de contar con un modelo causal para la variabilidad del rendimiento agrícola.

### **3. Relación de los submodelos**

El modelo EPIC está basado en una colección de ecuaciones que describen los procesos biofísicos a nivel parcelario, continuos y en escala de tiempo diaria que utilizan información básica de suelo, clima y manejo agrícola para fines de estimación de la producción de biomasa, erosión hídrica, erosión eólica, escurrimiento superficial, pérdida y asimilación de nutrientes, efectos del cambio climático en el rendimiento, etc.



#### 4. Input y Output de cada submodelo

Para la ejecución de EPIC fue necesario construir los siguientes archivos de entrada: clima, manejo, suelos, sitio, parámetros de cultivo, parámetros hidrológicos y control de la simulación. La salida de interés para este modelo fue el rendimiento de grano en el caso del maíz, frijol, sorgo, trigo y cebada. Para la caña de azúcar, brócoli, chile y tomate el rendimiento de interés fue biomasa.

EPIC es un modelo de simulación continua -base diaria- que permite determinar el efecto de las prácticas agronómicas (paquete tecnológico, laboreo del suelo, uso del agua, etc.) en rendimiento de los cultivos de campos agrícolas. La unidad de simulación considerada por EPIC es un campo de cultivo agrícola, que puede ir desde una hasta 100 hectáreas, siempre y cuando el clima, suelo y sistemas de manejo de cultivo sean homogéneos. Los principales componentes de EPIC son clima, hidrología, erosión-sedimentación, ciclo de nutrientes, residuos de pesticidas, crecimiento vegetal, temperatura del suelo, laboreo del suelo, economía y manejo ambiental.

Para la PML de la agricultura mexicana, la modelación del rendimiento con EPIC estuvo centrada en la utilización de los componentes de crecimiento vegetal, hidrología, utilización de los nutrientes (fertilización) y laboreo del suelo (preparación del terreno). El componente climático se limitó a ingresar al modelo los datos observados de temperatura y precipitación de estaciones meteorológicas.

Se desarrolló la combinación separada del modelo EPIC para cada uno de los segmentos que a continuación se enuncian, considerando los 8 cultivos de mayor importancia para las aseguradoras, la modalidad (riego o temporal), el ciclo (Primavera Verano y Otoño Invierno) y las entidades federativas:

##### 1. Maíz

- Primavera Verano (PV) Temporal: Chiapas, Jalisco, Oaxaca, Puebla, Guerrero, Estado de México, Veracruz, Michoacán, Guanajuato, Zacatecas, San Luis Potosí, Hidalgo, Campeche, Yucatán, Durango, Tlaxcala, Querétaro, Quintana Roo, Chihuahua y Tamaulipas.
- Otoño Invierno (OI) Riego: Sinaloa, Tamaulipas, Guerrero, Oaxaca, Sonora y Chiapas.

##### 2. Trigo

- OI Riego: Sonora, Guanajuato, Baja California, Chihuahua, Michoacán, Jalisco, Sinaloa y Nuevo León.





### 3. Frijol

- PV Temporal: Zacatecas, Durango, Chihuahua, Guanajuato, Chiapas, San Luis Potosí, Puebla, Oaxaca, Hidalgo, Jalisco, Querétaro.

### 4. Sorgo

- PV Temporal: Tamaulipas, Sinaloa, Guanajuato, Michoacán, Morelos, San Luis Potosí, Jalisco, Puebla, Oaxaca, Sonora, Nuevo León y Guerrero.
- OI Temporal: Tamaulipas, Nayarit y Veracruz.

### 5. Caña

- Perenne Temporal: Veracruz, Jalisco, San Luis Potosí, Oaxaca, Tamaulipas, Nayarit, Tabasco, Chiapas, Quintana Roo y Michoacán.
- Perenne Riego: Sinaloa, Morelos y Puebla.

### 6. Chile

- PV Riego: Zacatecas, Chihuahua, San Luis Potosí, Durango, Guanajuato, Jalisco, Hidalgo y Michoacán.
- OI Riego: Sinaloa, Sonora y Tamaulipas.

### 7. Tomate

- PV Riego: Zacatecas, Michoacán, Jalisco, San Luis Potosí, Coahuila, Veracruz, Oaxaca, Guanajuato y Puebla.
- OI Riego: Sinaloa, Baja California, Baja California Sur, Tamaulipas, Sonora y Nayarit.

### 8. Brócoli

- PV Riego: Guanajuato, Jalisco, Puebla, Michoacán, Querétaro y Aguascalientes.
- OI Riego: Sonora.

Los componentes de exposición y severidad se definieron de forma distinta dependiendo del tipo de riesgo de que se trate y se pueden definir cuatro tipos de riesgos:

- **Tipo I:** Riesgo agrícola con esquema de aseguramiento a rendimiento y simulación EPIC (8 cultivos).
- **Tipo II:** Riesgo agrícola con esquema de aseguramiento a rendimiento sin simulación EPIC.
- **Tipo III:** Riesgo agrícola con otros esquemas de aseguramiento.
- **Tipo IV:** Riesgo pecuario.


Para los riesgos del tipo I y II la exposición se mide a través del rendimiento asegurado y la severidad representa la diferencia porcentual entre el rendimiento obtenido y el rendimiento asegurado. Para los riesgos del tipo III y IV la exposición se mide a través de la suma asegurada y la severidad representa el porcentaje de la pérdida respecto a ésta.

Algunos de los insumos de EPIC necesarios para modelar el rendimiento de un riesgo dependen de su ubicación geográfica, sin embargo el detalle de la información disponible no es homogéneo:

Tipo de Variable	Información Disponible	Nivel de detalle geográfico
Clima	Se cuenta con mediciones de variables meteorológicas	puntual (coordinada geográficas)
Suelos	Se cuenta con mediciones de variables edafológicas	puntual (coordinada geográficas)
Paquete Tecnológico	Se cuenta con información de las prácticas de manejo agrícola y tecnológico predominantes por estado, cultivo y ciclo	a nivel estado

Para construir la distribución de rendimiento de cada riesgo, se diseñó un algoritmo que considera:


- Las condiciones reales meteorológicas y edafológicas de cada riesgo no necesariamente corresponden a las de las estaciones climatológicas y sitios de muestreo de suelo más cercanos. Así, la incertidumbre que se tiene se modela asumiendo que estas condiciones en realidad pudieran ser las de cualquier estación o sitio de muestreo del estado. Esta, en realidad, es una medida para no subestimar la varianza de la distribución de rendimiento.

- 
- Aunque potencialmente se usa la información de todas las estaciones meteorológicas y sitios de muestreo para construir la distribución de rendimiento de un riesgo, se le dará más peso a las estaciones y sitios de aquellas regiones en las que la aseguradora cuenta con la mayor parte de los riesgos del estado.

## 5. Algoritmo

Para generar la distribución de rendimiento de los riesgos de cierto estado se siguen los siguientes pasos:

- a) Simular una distribución de rendimiento para cada sitio de muestreo agrícola del estado utilizando el modelo EPIC y la siguiente información:
  - Clima: Información de la estación meteorológica más cercana al sitio de muestreo.
  - Suelo: Información edafológica propia del sitio de muestreo.
  - Paquete tecnológico: Información del manejo tecnológico de acuerdo a las prácticas predominantes del estado.
  - Parámetros biofísicos: Información del cultivo asociado al riesgo.
- b) Generar una distribución de rendimientos para cada riesgo a partir de aquellas simuladas para los sitios del municipio, o distrito de desarrollo rural (DDR) en el que se encuentra el riesgo, es decir que se muestrean todas las distribuciones generadas para el municipio o DDR del riesgo. Dado que es inviable obtener las coordenadas geográficas de los riesgos no fue posible discernir qué sitio de muestreo estaba más cercano a cada riesgo. Entonces, para obtener la distribución de un riesgo se muestrearon las distribuciones de todos los sitios del municipio.
- c) Para generar una distribución de rendimientos a nivel estado se muestrean todas las distribuciones generadas para los riesgos del estado. La distribución estatal corresponde a rendimientos simulados bajo una gama de condiciones climáticas y de suelo lo que genera una distribución de rendimiento con mayor varianza.

- 
- d) Para obtener la distribución de cada riesgo se muestrea la distribución generada en el paso anterior. La distribución final de cada riesgo refleja las condiciones climáticas y edafológicas presentes en el estado.


**6. Calibración de parámetros (revisión de la información por parte de la institución experta: SAGARPA)**

El modelo EPIC requirió un ajuste o calibración con el propósito de generar rendimientos simulados lo más cercanos a la realidad en cada estado. Para esto se tomaron como referencia los rendimientos históricos de los cultivos en los estados del país publicados por el Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP) de la SAGARPA. La calibración de EPIC consistió en aproximar la media de rendimiento simulado proveniente de la distribución de probabilidad de rendimiento, en función de clima histórico a la media de rendimiento estatal del cultivo reportada por el SIAP-SAGARPA.

El proceso de calibración consistió en variar los parámetros fisiológicos del cultivo y fijar sus valores cuando el rendimiento medio simulado de los sitios agrícolas en el estado tuvo la máxima aproximación a la media estatal de rendimiento histórico. Los parámetros que se variaron fueron el Índice de Área Foliar Máximo, la Relación Energía-Biomasa, el Potencial de Unidades Calor y Densidad de la Población, principalmente.

# Bibliografía

- [1] Swiss Re (2016), “Agricultural insurance in Latin America: taking root”. Disponible en: [http://www.swissre.com/library/Agricultural\\_insurance\\_in\\_Latin\\_America\\_taking\\_root.html](http://www.swissre.com/library/Agricultural_insurance_in_Latin_America_taking_root.html)
- [2] Sitio Web SAGARPA, “Componente Atención a Desastres Naturales en el Sector Agropecuario y Pesquero CADENA”. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/cadena/Paginas/default.aspx>
- [3] Banco Mundial y Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (2012), “FONDEN. El Fondo de Desastres Naturales de México – Una reseña”. Disponible en: [http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Almacen/fonden\\_resum\\_en\\_ejecutivo.pdf](http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Almacen/fonden_resum_en_ejecutivo.pdf)
- [4] Ley de Fondos de Aseguramiento Agropecuario y Rural (Publicada en el DOF 13 de mayo de 2005). Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFAAR.pdf>
- [5] Sitio Web SAGARPA, “Componente de atención a siniestros agropecuarios”. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/acciones-y-programas/componente-de-atencion-a-siniestros-agropecuarios>
- [6] Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (2017), Revista “Actualidad en Seguros y Fianzas”. Número 105, Septiembre 2017. Disponible en: [http://www.cnsf.gob.mx/Difusion/Revista%20Actualidad%20en%20Seguros%20y%20Fianzas/Actua\\_Sep17\\_105%2007%2012%202017.pdf](http://www.cnsf.gob.mx/Difusion/Revista%20Actualidad%20en%20Seguros%20y%20Fianzas/Actua_Sep17_105%2007%2012%202017.pdf)
- [7] Sitio Web Agroasemex en: <https://www.gob.mx/agroasemex>
- [8] Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2017), “Reglas de Operación del Programa de Aseguramiento Agropecuario”. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/285014/Reglas\\_de\\_Operacion\\_2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/285014/Reglas_de_Operacion_2018.pdf)
- [9] Sitio Web Agroasemex, “Datos generales de Fondos de Aseguramiento Agrícola con Agrosemex”. Disponible en: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/datos-generales-del-fondo>
- [10] Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas (Publicada en el DOF el 4 de abril de 2013). Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/70174/Ley\\_de\\_Instituciones\\_de\\_Seguros\\_y\\_de\\_Fianzas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/70174/Ley_de_Instituciones_de_Seguros_y_de_Fianzas.pdf)



[11] Ley sobre el Contrato de Seguro (Publicada en el DOF el 31 de agosto de 1935). Disponible en:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/70173/Ley\\_Sobre\\_el\\_Contrato\\_de\\_Seguro.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/70173/Ley_Sobre_el_Contrato_de_Seguro.pdf)

[12] Circular Única de Seguros y Fianzas. Disponible en:

[http://www.cnsf.gob.mx/Normativa/CUSF/Circular%20Única%20de%20Seguros%20y%20Fianzas%20compulsada%20sin%20Anexos%20\(1-sep-16\).pdf](http://www.cnsf.gob.mx/Normativa/CUSF/Circular%20Única%20de%20Seguros%20y%20Fianzas%20compulsada%20sin%20Anexos%20(1-sep-16).pdf)

[13] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; FAO (2014), “La gestión de riesgos climáticos catastróficos para el sector agropecuario en México: caso del componente para la atención a desastres naturales para el sector agropecuario”. Disponible en:

<https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/20/13954329605800/cadena.pdf>

[14] Anexo 5.6.1-a de la Circular Única de Seguros y Fianzas “Bases técnicas para el cálculo de la pérdida máxima probable para los seguros agrícola y de animales”. Disponible en:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/176215/ANEXO\\_5.1.6-a.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/176215/ANEXO_5.1.6-a.pdf)

[15] Swiss Re (2017), “El seguro mundial en 2016: la locomotora China avanza a toda máquina”. Disponible en:

[http://www.swissre.com/library/archive/sigma\\_3\\_2017\\_sp.html](http://www.swissre.com/library/archive/sigma_3_2017_sp.html)