UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO – ADMINISTRATIVAS

COORDINACIÓN DE POSGRADO

SEGURO AGRÍCOLA PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES DE MAÍZ DEL ESTADO DE PUEBLA

TESIS
Que como requisito parcial
para obtener el grado de:
Doctor en Ciencias en Economía Agrícola

Presenta:

MA. DEL ROCÍO AYVAR VARGAS

Bajo la supervisión de: **DR. ABEL PÉREZ ZAMORANO**

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO MEXICO
DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Chapingo, Estado de México, octubre de 2018

SEGURO AGRÍCOLA
PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES DE MAÍZ
DEL ESTADO DE PUEBLA

Tesis realizada por **MA. DEL ROCIO AYVAR VARGAS** bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

DIRECTOR:

DR. ABEL PEREZ ZAMORANO

CODIRECTOR:

DR. SERGIO ERNESTO MEDINA CUÉLLAR

ASESOR:

DR. FACUNDO DE LA CRUZ GARCÍA

ASESOR:

DR. EUSEBIO D. TORRES QUINTANA

LECTOR EXTERNO:

DR. JORGE ANTONIO TORRES PÉREZ

Contenido

Contenido ..... **iii**
Índice de gráficas iv
Índice de figuras v
Índice de tablas v
índice de anexos v
INTRODUCCIÓN **2**
CAPÍTULO I. TEORÍAS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO, EL SEGURO Y EL AHORRO **11**
1.1 Riesgos agrícolas y siniestralidad 11
1.2 Tipos de seguro y su funcionamiento 20
1.3 Teoría de la utilidad esperada y los ciclos económicos 26
1.4 Métodos estadísticos para estimación de ingresos 34
1.5 Teoría financiera para el manejo de fondos 41
CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN DEL PEQUEÑO PRODUCTOR FRENTE A EXPERIENCIAS DEL SEGURO AGRÍCOLA EN EL MUNDO 48
2.1 Antecedentes del seguro agrícola en otros países 48
2.2 El Seguro Agrícola en México 56
2.3 El seguro y el Sistema Financiero Mexicano 62
2.4 Pequeños productores, inestabilidad de sus ingresos, carencia de pensión y desinterés por el seguro. 65
CAPÍTULO III. ARTÍCULOS PUBLICADOS 76
3.1 Seguro para pequeños productores de maíz en el estado de Puebla 76
3.2 Modelo de aseguramiento comercial privado 91
CAPÍTULO IV. REFERENTES CONTEXTUALES, DISEÑO DEL MODELO DE SEGURO AGRÍCOLA Y APLICACIÓN EN DATOS DE PUEBLA 105
4.1 Caracterización de los DDR y los municipios del estado de Puebla 106
4.2 Contexto referencial a los rendimientos, la siniestralidad, el seguro, el subsidio y el ahorro en el estado de Puebla 109
4.3 Bases de datos de producción, rendimientos y siniestralidad en los DDR de Puebla 121
4.4 Diseño de las variables para el costo de la prima y la suma asegurada 130
4.5 Procesamiento de la información y obtención del costo de la prima y el monto de cobertura 136
CAPÍTULO V INTEGRACIÓN DEL MODELO, AL ESQUEMA DEL SEGURO AGRÍCOLA PARA EL PEQUEÑO PRODUCTOR 144
5.1 Consideraciones para la perspectiva del esquema de seguro agrícola 144
5.2 Flujos de efectivo estimados para el productor 147
5.3 Consideraciones del esquema legal del seguro 149
5.4 Elementos a incluir en el clausulado del contrato 153
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **160**
BIBLIOGRAFÍA **169**
ANEXOS **176**

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica:1. Superficies en hectáreas del estado de Puebla…… 107
Gráfica:2. Unidades Productivas con actividad agropecuaria en el estado de Puebla 107
Gráfica:3. Posición Nacional de Puebla en superficie de cultivo de maíz siniestrada 112
Gráfica:4. Tendencia de la posición de Puebla en superficie siniestrada de cultivo de maíz 113
Gráfica:5. Principales Estados con superficie siniestrada cultivo maíz riego..... 114
Gráfica:6. Principales Estados con superficie siniestrada cultivo maíz de temporal..... 115
Gráfica:7. Porcentaje de unidades de producción por DDR que contaron con seguro..... 116
Gráfica:8. Origen de los ingresos de las unidades de producción agropecuarias en Puebla 118
Gráfica:9. Unidades productivas por concepto de ingresos en los DDR de Puebla 118
Gráfica:10. Proporción de los ingresos por DDR en Puebla..... 119
Gráfica:11. Residencia del ahorro en Puebla por tipo de institución..... 120
Gráfica:12. Unidades de Producción agropecuaria que ahorran a nivel nacional..... 120
Gráfica:13. Residencia del ahorro de las unidades de producción a nivel nacional 121
Gráfica:14. Producción de maíz en Puebla ciclo primavera-verano régimen de riego..... 123
Gráfica:15. Rendimiento de producción de maíz en Puebla ciclo primavera-verano de riego... 123
Gráfica:16. Producción de maíz en Puebla ciclo otoño-invierno de riego..... 124
Gráfica:17. Rendimiento de la producción de maíz en Puebla otoño-invierno de riego..... 125
Gráfica:18. Producción de maíz en Puebla primavera-verano de temporal..... 125
Gráfica:19. Rendimiento de producción de maíz en Puebla primavera-verano de temporal 126
Gráfica:20. Producción de maíz en Puebla otoño-invierno de temporal..... 126
Gráfica:21. Rendimiento de producción de maíz en Puebla otoño-invierno de temporal 127
Gráfica:22. DDR de Puebla con siniestralidad en cultivo de maíz primavera-verano de riego .. 128
Gráfica:23. Siniestralidad en cultivo de maíz de Tecamachalco otoño-invierno de riego 128
Gráfica:24. DDR con siniestralidad en cultivo de maíz primavera-verano de temporal 129
Gráfica:25. DDR de Puebla con siniestralidad en cultivo de maíz otoño-invierno de temporal.. 129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura:1. Estratificación de los riesgos. 15
Figura:2. Sistema de seguro público-privado.. 22
Figura:3. Función de utilidad de D. Bernoulli 28
Figura:4. Estratificación de productores del estado de Puebla por DDR 69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen del costo de la prima por DDR, ciclo y régimen hídrico 138
Tabla 2. Resumen del cálculo del monto a cubrir al contratar el seguro 140
Tabla 3. Diferencia de costo de prima con modelo de Neumann y Morgenstern..... 142
Tabla 4. Porcentaje del costo de la prima con respecto a la cobertura 143
Tabla 5. Porcentaje del gasto del productor destinado al pago de prima 148

ÌNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Instrucciones informáticas para el procesamiento de las variables…… 176
Anexo 2 Procesamiento de la información para la obtención de las variables y las funciones…….. 179
Anexo 3 Resumen Costo de la Prima, Suma asegurada y Comparativo Neumann & Morguenstern…….. 191

DEDICATORIA

A mi madre que con su infinito amor forrado de carácter, disciplina y perfección, constituyó el legado de principios y valores que moldearon mi existir, mi pensar y mi ser; y que cual vigía situado en el faro que ilumina incandescente el litoral de mi pequeña familia, sigue mis pasos para levantarme si caigo, o para reconocer modestamente mis logros. Junto con ella, a mis hermanos, que están ahí en forma de dos columnas tan sólidas para sostener moralmente lo pesado que resulten mis ideales.

A Arturo que pausó su vertiginoso transitar, con cuatro años de paciencia, cuya espera implicó más esfuerzo que las mismas noches mías interminables de estudio, donde se perdieron los límites de la alborada y el crepúsculo.

Al Dr. Marcos Portillo por su impulso y acompañamiento, que al verlo inalcanzable torre de sabiduría y experiencia, me compartió siempre generosamente sus saberes y su ejemplo de bondad.

Al Dr. Abel Pérez Zamorano que con su ilustre personalidad; entre orientaciones, observaciones y recomendaciones, forjó y mantuvo en mí, el entusiasmo que un investigador requiere para llevar a buen fin su trabajo.

A mis amigos y amigas que son la guardia de mi entereza.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco ampliamente a la Universidad Autónoma Chapingo, el haber acogido una de mis más grandes aspiraciones en esta trayectoria del aprendizaje, y el haberme brindado las facilidades y el apoyo que me han permitido constituir el mejor referente hasta el momento, para conducir mi desempeño en el quehacer científico y profesional que enfocaré hacia la contribución social y al bien común.

Un especial y muy profundo agradecimiento a mis profesores-investigadores y distinguidos directivos del Posgrado de la División de Ciencias Económico – Administrativas, por haber concretado con sus esfuerzos e impulsos a mi persona, el logro de un Doctorado, cuyo éxito ha sido estrictamente conjunto.

De igual forma agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología el valioso apoyo de la Beca que ha subsidiado mis estudios de Doctorado, y que en correspondencia, llevaré siempre el compromiso con la sociedad, por ser ella la fuente de esos recursos.

El agradecimiento formal que merecen sus connotados nombres, acompañado del intenso agradecimiento que proviene de mi alma, es el que dirijo al Dr. Marcos Portillo Vázquez, al Dr. Abel Pérez Zamorano, al Dr. Facundo de la Cruz García, al Dr. Eusebio Torres Quintana y al Dr. Sergio Ernesto Medina Cuéllar, que con su sabia asesoría condujeron mi incursión científica, pero con su ejemplo, impregnaron de asertivo conocimiento mi andar presente y futuro.

Agradezco la fraternidad de mis compañeros de generación, y la amorosa paciencia de mi familia, con la que comprendieron que mi atención durante estos cuatro años, fue casi absoluta al logro de esta meta de estudios de posgrado.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales:

Nombre:	**Ma. Del Rocío Ayvar Vargas**
Lugar de nacimiento:	**México, Distrito Federal (Ahora Ciudad de México)**
CURP:	**AAVR681022MDFYRC00**
Profesión:	**Licenciada en Contaduría Pública**
Cédula Profesional:	**2129391**
Posgrado:	**Maestra en Impuestos**
Cédula de Maestría:	**9988877**

RESUMEN GENERAL

Seguro agrícola para el pequeño productor de maíz del estado de Puebla

Los sistemas de aseguramiento privado, y en algunos casos, los del seguro catastrófico gubernamental, no están al alcance del pequeño productor agrícola del estado de Puebla con hasta cinco hectáreas de superficie para cultivo, problema agravado por la carencia de una cultura de administración del riesgo y la falta de acercamiento a los servicios financieros formales.

Este estudio presenta la propuesta de un esquema de aseguramiento agrícola, que bajo criterios de sencillez, ofrezca al pequeño agricultor una alternativa asequible, cuyo costo de prima y suma asegurada, se obtengan de una regresión lineal calculada con los rendimientos históricos de producción de maíz en la región, por un periodo técnicamente viable, capaz de mostrar la tendencia y rendimiento esperado en toneladas por hectárea, y que al valuarse en unidades monetarias, mantenga tal analogía con los métodos actuariales, que salvaguarde las prescripciones legales nacionales en materia de seguros.

El modelo de seguro aplicado sobre los datos del periodo 2000 – 2015 por cada Distrito de Desarrollo Rural de la entidad, permitió la inclusión de los factores de riesgo implícitos en el periodo aplicado y la reducción de los costos administrativos que representan el riesgo moral y la verificación del siniestro, mostrando la posibilidad del reintegro periódico por baja siniestralidad, o bien, la acumulación en fondos de ahorro para indemnizar al agricultor en su etapa improductiva por edad avanzada.

La integración del modelo y aspectos de seguridad social, en el esquema de seguro agrícola que se propone, presenta la necesidad de la participación del Estado a través de subsidio inicial por ser tema de interés público, y una independización gradual, que incentive al productor a reinsertarse a la agricultura y a incrementar su productividad.

Palabras clave:
Riesgos, Seguro, Prima, Regresión lineal.

GENERAL *ABSTRACT*

Agricultural insurance for the small maize producer of the state of Puebla

Private insurance systems, and in some cases, catastrophic government insurance, are not available to small agricultural producer of the state of Puebla with up to five hectares of surface area for cultivation, a problem aggravated by the lack of a culture of risk management and the lack of approach to formal financial services.

This study presents the proposal of an agricultural insurance scheme, that under criteria of simplicity, offers the small farmer an affordable alternative, whose cost of premium and insured amount, is obtained from a linear regression calculated with the historical yields of corn production in the region, for a technically viable period, able to show the expected trend and yield in tons per hectare, and that when valued in monetary units, maintains such an analogy with actuarial methods, that safeguards the national legal prescriptions in terms of insurance.

The insurance model applied to data for the period 2000 - 2015 by each Rural Development District of the entity allowed the inclusion of the risk factors implicit in the applied period and the reduction of administrative costs that represent the moral hazard and the verification of the loss, showing the possibility of periodic reimbursement due to low accident rates, or accumulation in savings funds to compensate the farmer in his unproductive stage due to advanced age.

The integration of the model and aspects of social security, in the agricultural insurance scheme that is proposed, presents the need of the participation of the government through initial subsidy as a matter of public interest, and a gradual independence, which encourages the producer to reinsert himself into agriculture and increase his productivity.

Key words:
Risks, Insurance, Premium, Linear Regression.

Doctoral dissertation in Agricultural Economics from the Universidad Autónoma Chapingo

Author: Ma. Del Rocío Ayvar Vargas
Advisor: Dr. Abel Pérez Zamorano

INTRODUCCIÓN

En diversos foros de los últimos años se ha observado una latente preocupación por la agricultura, cuya inquietud se centra en la insuficiencia de producción de alimentos y se enfoca en el cambio climático como una de las causas, circunstancia que en mayor impacto perjudica al vulnerable sector de los pequeños productores.

Manzi, Zwart, Castillo y King (2013), debatieron acerca del cambio climático y las posibles alternativas para abatir ese riesgo; destacaron la problemática que representa este fenómeno para los agricultores de todo el mundo, en especial para los pequeños agricultores de los países en desarrollo que además se enfrentan a contextos adversos, tanto naturales, como humanos.

Chakrabarti (2014) señala que los pequeños productores y unidades de producción familiar, tienen a su cargo la producción de las cuatro quintas partes de los alimentos del mundo, y son los que viven y trabajan en las zonas primeramente afectadas por el cambio climático según. La incertidumbre que representan los efectos del cambio climático, es un riesgo que a la fecha no ha tenido una cobertura proactiva hacia la actividad y a los ingresos de ese sector.

Las acciones nacionales e internacionales han promovido los seguros catastróficos cuyo esquema ha permitido la indemnización general basada en índices, después de ocurrido el siniestro, empero no ha resuelto del todo la problemática de la reinserción del pequeño productor, la recuperación de su patrimonio en activos biológicos y sobre todo no ha resuelto la continuidad de sus ingresos.

Mansi et al. (2013) hablaron de las propuestas y acciones para transferir el riesgo a las aseguradoras del sector privado, sin embargo, se sigue observando la ausencia de estos esquemas en los productores de menor escala, pese a innovadores planes de seguros, consistentes en pagos fijos basados en pólizas únicas que compensan el promedio de las pérdidas efectivas, adaptados al nivel

de aversión al riesgo de los agricultores, sin considerar el riesgo moral, la selección adversa ni los costos administrativos.

Los esquemas de aseguramiento actual en diferentes países han derivado de una selección a través del tiempo, en cuyo transcurso se han extinguido sistemas que por su inviabilidad financiera no han funcionado para el sector privado, dados los elevados costos del riesgo moral, la selección adversa y los costos administrativos.

Mientras que los impulsos de proteger a la agricultura condujeron a los países del mundo alrededor de los 40´s a crear varios esquemas de aseguramiento, la depuración o transformación de los modelos iniciales se ha registrado en las décadas de los 70´s y 80´s, en las que se han definido esquemas de aseguramiento que, además de obedecer a recomendaciones de organismos internacionales en el ramo de la economía y en el de la ecología, han subsistido por la mejor aceptación que han mostrado, por una parte los productores de mayor escala que se incorporan al sector privado de las aseguradoras quienes los reciben bajo condiciones de subsidio a la prima, y por otra, los productores de menor escala bajo los sistemas de aseguramiento catastrófico subsidiado al 100%, que no están exentos de ser excluidos por su mínimo nivel de producción.

Se enfoca la atención hacia los pequeños productores, y la importancia de la indiferencia social al manejo del riesgo de su actividad agrícola, ya que contribuyen en forma considerable a la economía mexicana, tanto en la producción de alimentos como en la generación de ingresos para la agroindustria.

El 67% de los productores agropecuarios o forestales poseen 5 hectáreas o menos, y pese a sus formas precarias de producción y la falta de apoyos económicos gubernamentales, generan el 40% de la producción agropecuaria nacional y son responsables del 57% del empleo agropecuario; producen alimentos sanos y nutritivos y mantienen la diversidad biológica. Esto realizado en el 16.9% de la superficie cultivable y mayormente bajo el modo de temporal. (Ladrón de Guevara, 2015).

La exposición de los pequeños productores al riesgo climático, con efectos en detrimento de la producción de alimentos y de la obtención de sus ingresos, bajo la imposibilidad de reinsertarse en la actividad productiva o con la posibilidad de agudizar su pobreza ante la falta de ingresos, se considera en este estudio un problema que sugiere como alternativa el tema principal de la presente investigación, y para ponderarlo contextualmente, se refiere que las pérdidas de las cosechas por diferentes causas naturales ascienden a 78.2%, las cuales afectan en mayor medida a la producción de maíz blanco y frijol y la pérdida de fertilidad del suelo con el 21.8%. (Agroasemex, 2015).

El maíz es emblemático de la producción agrícola de México. La Encuesta Nacional Agropecuaria realizada en 2014, reporta una superficie sembrada de maíz blanco de 6,715,157 hectáreas, que representa un 24.42% de la superficie total de cultivo en el país, y genera una producción de 21.1 millones de toneladas, que representa un 19.52% del total de producción dividida en 14 productos principales con menos de 7.1 millones de toneladas, es decir, menos del 6.5%, INEGI (2014); en este sentido, estudiosos del producto predicen una reducción total del 10% en la producción del maíz en el año 2055 en África y América Latina, equivalente a pérdidas de dos mil millones de dólares por año. (Nicholls y Altieri, 2008).

La elección del estado de Puebla para el presente estudio, además de la selección de los estados con mayor presencia de pequeños agricultores, derivó de un comparativo realizado a los rendimientos y la siniestralidad que presentó cada estado de la República en los últimos cinco años, en el que se observó que la siembra de temporal cuenta con elevados índices de rendimiento y de hectáreas sembradas, mayormente en los estados de Jalisco, Oaxaca, Veracruz, Chiapas y Puebla.

Puebla posee amplias extensiones de siembra de temporal, y no reporta elevados niveles de siniestro; se practica la producción en pequeña escala y el incipiente reporte de siniestro se debe a la falta de atracción y accesibilidad del pequeño productor al seguro de parcelas; aunado a esto, se trata de un estado

de considerable heterogeneidad geográfica, de clima, de tecnología, y de cultura, cuya cercanía a territorios urbanos, facilita el uso de los servicios financieros.

De ahí que el problema surge ante la relevancia que representa la alta vulnerabilidad del productor agrícola de menor escala, dada su exposición al riesgo ocasionado por el cambio climático, donde cada vez es más preocupante su distanciamiento y abandono del campo, fenómeno que se hace notorio en el crecimiento de las zonas urbanas, la emigración campesina, la pérdida de tradición, la apatía por parte de la juventud en edad productiva, la importación de productos agrícolas, entre otros, que inciden en la baja rentabilidad de la producción agrícola, y la inestabilidad de los ingresos de ese sector.

El manejo y transferencia de ese riesgo requiere una dinámica financiera encaminada a la independización económica gradual, con expectativas hacia la autonomía de su patrimonio, su capital y el ingreso durante su retiro, respaldados estos por la estructura bipartita de una institución bancaria con una institución de seguros, circunstancias que conducen hacia las interrogantes:

¿Puede diseñarse un modelo de seguro para pequeños productores, al margen de un complejo esquema actuarial, sin que el riesgo moral, la selección adversa y los gastos administrativos representen altos costos que encarezcan la prima?

¿Cómo puede un modelo de seguro para pequeños productores, funcionar como sistema de ahorro que dé cobertura en épocas de nulo ingreso e inclusive les asegure un ingreso ante la llegada de su etapa improductiva?

¿Es posible bajo el marco legal del país en cuanto a los sistemas de aseguramiento, los de ahorro y los de pensiones, que el pequeño productor haga uso de los servicios financieros para protegerse ante las épocas o etapas de nulo ingreso?

Es necesario plantear una ruta en la que el pequeño productor se oriente hacia el uso de los servicios financieros, transfiriendo su riesgo al sector especializado bajo la acepción de que el impacto a los cultivos a causa del cambio climático

debiera ser asunto de interés público y de prioridad social, conceptos por los que se debe considerar que el recurso público que pudiera destinarse, debe canalizarse bajo una dinámica estratégica que lejos de provocar dependencia y desincentivar la producción, promueva el trabajo y el ahorro. Se precisa, además, identificar una forma clara, sencilla y económica, que desplace la apatía que el sector de los pequeños productores presenta hacia los servicios financieros, por un atractivo puente que lo acerque a la cultura del ahorro y del seguro en instituciones formales.

Para desarrollar la presente investigación se consideró de forma hipotética, que un esquema de seguro agrícola para pequeños productores, que sea realizado a partir de una regresión sobre rendimientos históricos regionales, hará de la determinación del costo de la prima y el monto asegurable, un mecanismo sencillo que pueda prescindir de los costos por riesgo moral y riesgo de selección adversa, disminuyendo así sus costos administrativos. La sencillez del modelo y su requerimiento únicamente del cálculo de las variaciones sobre la tendencia central, y la estimación del rendimiento subsecuente del ciclo de producción de que se trate, emite el costo de la prima y el monto a asegurar con tan solo aplicar el precio vigente en el mercado local del producto a asegurar, cuya acumulación de fondos en instituciones de seguros o bancarias permitirá su disponibilidad para reembolsar la baja siniestralidad, la desocupación o la pensión por cesantía en edad avanzada.

Este esquema de aseguramiento propone transferir el riesgo al sector especializado, utilizando un mecanismo sencillo y de bajo costo para que resulte accesible al productor y atractivo a la aseguradora comercial, con las expectativas de que su adopción sea del interés del sector de pequeños agricultores para coadyuvar a la estabilidad de sus ingresos, y sea el precedente de una aproximación a la autogestión del riesgo y la aproximación al uso de los modernos servicios financieros.

Se planteó como objetivo general, diseñar un esquema sencillo de seguridad para los pequeños productores, a partir de la variación de los rendimientos

históricos y su tendencia, cuya acumulación del pago de primas, se constituya en fondos de ahorro.

Para ello hubo que analizar el funcionamiento del seguro agrícola, e identificar las teorías y conceptos que contextualizan el diseño de su esquema.

Se revisó la trayectoria del seguro agrícola en el mundo y su dinámica dentro del sistema financiero y legal en México.

Se diseñaron las variables y se integración en un modelo de seguro cuyo procesamiento y operación ofreciera sencillez y factibilidad.

Se llegó al bosquejo de un esquema de seguridad para el pequeño productor, con las variables estudiadas y en el contexto de los procedimientos del aseguramiento y el ahorro de pensión.

Dieterich (2011) fue un referente trascendental en la metodología aplicada en la primera etapa de este trabajo, ya que se mantuvo una investigación cualitativa, que a través de la recopilación de antecedentes y conceptos, se trató de lograr una acepción de la realidad que vive el pequeño productor, en relación a la incertidumbre e inestabilidad de sus ingresos, a partir de invocar los conceptos que podrían formar parte de un diagnóstico social, en circunstancias de riesgo en su actividad económica, a efecto de ponderar después de este fáctico ejercicio, la alternativa que le representa el aseguramiento agrícola, referenciado en las experiencias vividas en otros países.

En la segunda etapa, se avocó a la investigación y análisis cuantitativos, en los que a través de la recopilación de datos publicados por algunas instituciones, su procesamiento bajo técnicas de estadística descriptiva primero e inferencial después, permitan la observación y consideración de variables provenientes de datos históricos como la producción, el rendimiento y la incidencia de siniestro de parcelas, y la proyección de variables que predeterminen los rendimientos esperados, los importes de aseguramiento y los costos de prima, que son valuados en términos monetarios, a efecto de identificar sus beneficios con

respecto al tradicional manejo de riesgos y cálculos actuariales de las empresas especializadas.

El proceso de recopilación de antecedentes, experiencias en otros países y conceptos utilizados en el contexto de la temática de esta investigación, se organiza de forma que predisponga la caracterización de los instrumentos a utilizar en un esquema de microseguro, y se haga presente en el momento de analizar los datos económicos de los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Puebla, relativos a la producción agrícola, siniestralidad, características geoclimáticas, ingresos, servicios financieros, potencial de ahorro y aseguramiento, entre otros, a efecto de identificar la factibilidad del modelo de determinación del costo del seguro y su cobertura, y colocarlo en el esquema de aseguramiento y ahorro del pequeño productor.

El modelo se desarrolló bajo los considerandos de las bases teóricas con sustento académico como las teorías del riesgo, la teoría de la utilidad esperada y la de los ciclos económicos. Como herramienta principal, se utilizó un método estadístico de regresión lineal para la determinación de variaciones con respecto a la tendencia central de los rendimientos agrícolas, y con ello la estimación de rendimientos futuros.

En el momento de insertar el modelo en un esquema de seguro, se utilizan métodos aritméticos y financieros de anualidades para calcular los fondos acumulables estimados, y proyectar ahorros y rendimientos con base en las ecuaciones más apropiadas, en función de los datos disponibles.

Las teorías de Guitton (1958) y Schumpeter (2002) en cuanto a los ciclos económicos, fueron la base para el periodo a considerar en los cálculos del costo de la prima y el monto asegurable, sobre los que se utilizó el programa informático estadístico Statistical Analysis System (SAS), y se tomaron los datos que publica el Sistema de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), con

respecto al rendimiento del cultivo de maíz, considerando para ello un periodo de dieciséis años.

La dispersión de datos en una gráfica, es necesaria para identificar la ecuación pertinente que traza la tendencia central de la regresión, y ya sea cuadrática o cúbica, permita estimar los rendimientos del periodo subsecuente.

Bajo la dualidad económica superavitaria y deficitaria que arroja la variación de los rendimientos históricos con respecto a su línea de tendencia central, se obtiene el promedio de las variaciones por encima o por debajo de la línea, que, al ser equivalentes, es la base de cálculo del costo de la prima después de aplicar a dicho promedio, el precio del producto de que se trata, en este caso el maíz, vigente en mercado local. Asimismo, para el cálculo del monto asegurable, se valúa el rendimiento estimado para el periodo inmediato posterior con el mismo precio.

De tal forma que, si durante el ciclo agrícola asegurado, la cosecha muestra rendimientos por encima de la línea de tendencia, no aplica el pago de indemnización, pero si, al contrario, reporta pérdida, el resarcimiento al productor es cubierta con los flujos líquidos acumulados del cobro de las primas, debidamente incrementados con la actividad bursátil y de inversión que maneje la compañía de seguros.

Los datos se trabajan por Distritos de Desarrollo Rural, bajo la concepción de que las condiciones dentro de cada distrito son homogéneas ambiental, geográfica y socialmente, y, por tanto, enfrentan un mismo nivel de riesgo; una segunda subdivisión es el régimen hídrico, que separa el de riego y el de temporal, y por último, los ciclos de cosecha, primavera-verano y otoño-invierno.

Finalmente se considera el contexto legal y actuarial que rige a las aseguradoras, a los sistemas de ahorro y a los sistemas de pensiones, a efecto de delimitar el posible clausulado de los contratos de seguro. Paralelo a ello, mediante la

argumentativa exploratoria (Montemayor, García y Garza, 2009), se identifican y se excluyen las ausencias y las incongruencias legales..

La distribución del capitulado se supeditó al logro de los objetivos, en una secuencia que condujera a la comprensión de los elementos teóricos del seguro agrícola, y las experiencias en algunos países del mundo, para identificar las variables que integrarían el modelo de seguro y ubicarlo en un esquema viable dentro del marco legal nacional. De esta forma se presentan en el capítulo I; la conceptualización de los riesgos agrícolas, la ocurrencia de siniestros y los tipos de seguros, para identificar los ejes temáticos sobre los que se aplicarían las teorías de la utilidad esperada, de los ciclos económicos, estadísticas de regresión y estimación, así como las técnicas financieras que harían de las primas pagadas, los fondos de ahorro administrables y pagaderos de forma diferida.

En el Capítulo II se presentan las experiencias del seguro agrícola en el mundo y en México, para confrontar el contexto real y su beneficio, con respecto al escaso beneficio individualizado a los pequeños productores.

El diseño y procesamiento de las variables del modelo de seguro, se muestran en el Capítulo III, en un contexto referencial de datos base y de entorno, del estado de Puebla seccionado por distritos de desarrollo rural, para obtener el costo de la prima y el monto a asegurar. Finalmente, el modelo aplicado se traslada a un esquema propuesto, que conjuga las características de un seguro agrícola con un sistema de ahorro para pensión del pequeño productor.

CAPÍTULO I. TEORÍAS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO, EL SEGURO Y EL AHORRO

Es ya conocida la prioridad que para los diferentes países, representa la problemática del impacto del cambio climático en la actividad agrícola, sobre todo, por la consecuente disminución relativa de la producción de alimentos ante el crecimiento poblacional, circunstancia para la que se han tomado diversas medidas tanto en el sector público, como en el privado; además de las aportaciones que hace la sociedad civil organizada al respecto, es inminente reconocer la probabilidad del riesgo de esos fenómenos y la vulnerabilidad para el sector más desprotegido, constituido por los pequeños productores.

Los elementos teóricos sobre la gestión del riesgo y su aversión, el funcionamiento del seguro agrícola, los ingresos y el ahorro, son necesarios y deben analizarse escrupulosamente para que den sustento al esquema que se propone, mismo que debe dar certeza a la parte receptora del riesgo y, a la vez, constituir una herramienta cuya sencillez promueva la cultura de la administración del riesgo y el acercamiento a los servicios financieros.

1.1 Riesgos agrícolas y siniestralidad

La caracterización del riesgo agrícola y la siniestralidad, coadyuva con la identificación del tipo de seguro que requiere el productor, como una de las formas de gestionar tal riesgo; a su vez ofrece el contexto en el que se valoran los criterios para decidir asumir las consecuencias del probable siniestro, o transferirlas al sector especializado mediante la asunción de un costo representativo; inclusive, son la base para la determinación por parte del Estado, de asumir el costo de la indemnización que transferirá a los productores afectados por un evento siniestral.

En todos sus aspectos y relaciones, la agricultura está sujeta a un considerable factor de incertidumbre. De manera general, el riesgo es un concepto subjetivo que se define como un cambio adverso en las condiciones esperadas, con la

probabilidad de causar una pérdida o un daño mayor. Se caracteriza por la presencia de dos factores: la incertidumbre y la exposición (FIRA, 2011).

La incertidumbre existe independientemente de que el riesgo pueda o no tener efecto en una persona o en sus bienes; este efecto dependerá de la exposición o no que se tenga a este riesgo. Por ejemplo, el riesgo de helada existe de igual manera para los citricultores de Puebla que para los comerciantes o industriales de la misma región, pero en caso de que se presente este fenómeno, quienes están expuestos a sus efectos de manera directa son los citricultores. En general, cuando se toman decisiones de inversión en la actividad agrícola, éstas se toman bajo tres posibles situaciones: de certidumbre, de riesgo y de incertidumbre (FIRA, 2011).

Una situación de riesgo es cuando, si bien no se conoce el resultado exacto que ocurrirá, se conocen todos los resultados posibles y, además, las probabilidades de ocurrencia de cada uno de ellos. Una situación de incertidumbre se da cuando existen muchos resultados posibles, se desconocen sus valores y sus probabilidades de ocurrencia (FIRA, 2011).

Riesgos agrícolas

La agricultura está expuesta al riesgo físico, ya que requiere de un contacto directo, continuo y extenso con las fuerzas de la naturaleza, condiciones estas que llevan a definir a la agricultura como un negocio muy riesgoso.

Los riesgos agrícolas han sido clasificados por diversos autores, destacándose los ya tradicionales esquemas presentados por Hardacker, Lien, Anderson y Huirne (2015) como los definen a continuación:

Riesgos humanos o de personal: Son los relacionados con la muerte, enfermedad o lesión de las personas que intervienen en las diferentes tareas agrícolas.

Riesgos de los activos de explotación: Se asocian con el robo, incendio y pérdida o daño de equipos, maquinaria, edificaciones y otros activos agrícolas utilizados en la producción.

Riesgos de producción: Son aquellos que amenazan los rendimientos de la producción y que se encuentran generalmente relacionados con fenómenos hidroclimáticos y geológicos, así como con problemas biológicos como plagas y enfermedades.

Riesgos del mercado: Hacen referencia a la disminución de utilidades, debido a la volatilidad de los precios, una vez que las decisiones de producción han sido tomadas.

Riesgos institucionales: asociados con los cambios de políticas públicas que influyen en las decisiones de producción o comercialización y que pueden afectar negativamente el resultado financiero.

Riesgos comerciales y financieros: están igualmente relacionados con el resultado financiero y se asocian con el incumplimiento de contratos, variaciones en la tasa de cambio, falta de liquidez y, en algunos casos, volatilidad del precio de las acciones en las bolsas de valores.

La gama de riesgos puede ser clasificada de manera general en dos grupos: los riesgos a las propiedades y los riesgos personales, de acuerdo al objeto sobre el que incide la incertidumbre. A su vez, el riesgo a la propiedad agrícola puede ser dividido en tres grandes grupos: naturales, sociales y económicos (Hardacker, et al. 2015)

Es posible que a través del uso de la información disponible se pueda pronosticar el futuro, para pasar de condiciones de incertidumbre a una situación de riesgo, a la par de ayudar al diseño de las estrategias para enfrentarlo.

De los varios factores que determinan la productividad en la agricultura, los más decisivos y menos susceptibles de corregirse a través del cambio tecnológico,

son las condiciones climáticas con impacto en los cultivos cuyo rendimiento puede presentar variaciones negativas FIRA (2011).

La natural aversión al riesgo ante los factores que están en juego en el proceso de producción, entre otros, la utilidad esperada, la salud y vida del productor, categoriza de acuerdo a las posibilidades, la disposición a sacrificar una parte de los resultados esperados para mantener la seguridad de los ingresos o atenuar su variabilidad, actitud que mantienen los productores de economías desarrolladas, o bien, asumir el impacto de un siniestro, actitud propia de economías subdesarrolladas. No solo resulta decisivo el estado de desarrollo, sino también la suficiencia de la producción, ya que las economías domésticas productivas emplean considerables recursos en protegerse contra los riesgos, lo que impide la acumulación de excedentes para la formación de capital productivo en la explotación agropecuaria, y supone un freno para el aumento de la productividad y el bienestar de los hogares.

Tal proceso presenta el surgimiento de otro riesgo inherente al acto de aseguramiento; se trata del riesgo que deriva de la búsqueda permanente de la reducción del riesgo, en donde se puede caer en eventos de selección adversa. Esto, dado que existe el incentivo económico de los individuos que tienen la probabilidad de pérdida mayor que el promedio de la población, de asegurarse a las tasas promedio. En este caso, se presenta el efecto conocido como “moral hazard” donde existe cierta indiferencia a la pérdida como consecuencia de la existencia de un seguro, lo que conduce, incluso, a la toma de posiciones más riesgosas. Así, el seguro, en vez de reducir el riesgo, se convierte en un incentivo perverso a aumentarlo sobre una tendencia malintencionada de aparentar un artificial incremento en las pérdidas, cuya consecuencia es el alto costo en el ajuste de las pérdidas y la indemnización (Serra, 2006).

Cualquiera que sea la tipificación de los riesgos, es importante analizar su probabilidad de ocurrencia, su frecuencia y la gravedad de sus consecuencias, y para efectos de la presente investigación, un eje central es la consecuencia del riesgo incurrido, es decir, las hectáreas sembradas y posteriormente siniestradas

con la consecuente disminución de la producción, que deviene de uno, o la conjugación de varios factores climáticos, mismos que al provenir de fenómenos naturales, deben ser de interés público y, por tanto, meritorios de indemnización con recursos públicos a cargo del Estado. Deben distinguirse, entonces, los alcances del riesgo a nivel macro, micro y de pequeña agricultura, para identificar la participación institucional, social, comercial o de modelos locales que mitiguen la exposición al riesgo.

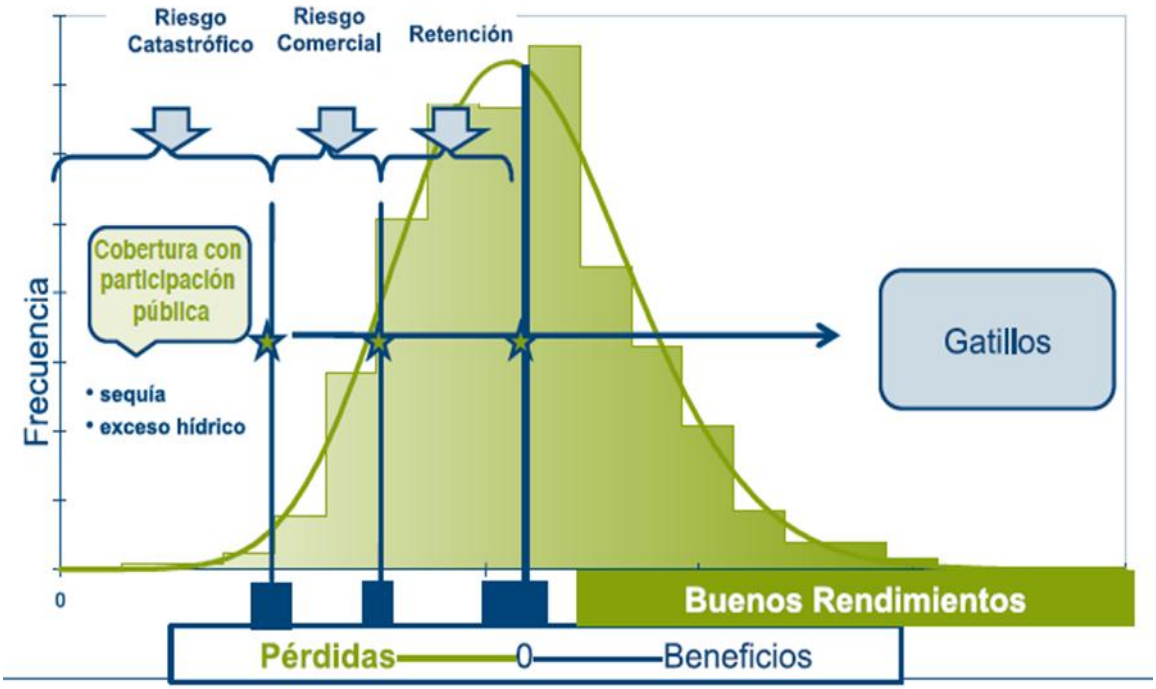


Figura: 1. Estratificación de los riesgos.

***Fuente**: (Hatch, Núñez, Vila & Stephenson 2012)*

El gráfico explica los efectos en los rendimientos a partir de la frecuencia y exposición al riesgo, es presentado por Hatch, Núñez, Vila y Stephenson (2012), que fue trabajado para dar muestra del funcionamiento de los seguros multirriesgos basados en rendimientos por unidad de producción, en el que presentan la necesidad de establecer un rendimiento crítico que delimite la activación del seguro, cuando los rendimientos estén por debajo; puede

incorporar la especificidad de los riesgos y su magnitud, de tal forma que, ocurridos con alta frecuencia pero con bajo impacto en los rendimientos, sugiere su análisis, que sean retenidos por modelos se aseguramiento común, en los que se cubran riesgos específicos, los intermedios tanto en frecuencia como en pérdidas, sean convenidos con aseguradoras comerciales, y los de extremas pérdidas, pero de escasa frecuencia, sean asumidos con participación pública, y por cuanto a la indemnización, esta ocurra a partir de gatillos delimitados por un umbral de rendimiento o de pérdida.

Un modelo que cuantifique el riesgo y su efecto en los rendimientos deberá considerar las probabilidades de su disminución, la tasa y la distribución; más aún, si se pretende incorporar a un modelo de aseguramiento, lo convierte en lo que se conoce como modelos estadísticos actuariales. Dado que la presente investigación pretende eliminar la complejidad de la determinación sin menoscabo de su eficiencia, apropiado para el sector de los pequeños productores, se invocan algunas teorías que involucren la proyección de rendimientos en series de datos históricas.

La gestión del riesgo en la actividad agrícola tan sujeta a condiciones azarosas como el clima, suprimen la alternativa de control del riesgo, y aun la existencia de avances tecnológicos sobre el mejoramiento de las prácticas agrícolas con infraestructura de riego, agricultura protegida, mejoramiento de semilla y combate de plagas entre otros, no están dentro del alcance de los pequeños productores, cuyos escasos recursos, los sitúan lejos de controlar el riesgo, y sólo los podrían acercar a gestionar la disminución del impacto en sus ingresos.

Aunque no es objeto de este estudio, no se debe pasar por alto que una de las opciones de éxito ante tal circunstancia, resultó ser la solidaridad que conduce al agrupamiento; el compartir riesgos y solidarizarse en apoyo a los más perjudicados, condujo a que, en economías agrarias poco capitalizadas se hayan desarrollado métodos informales de reparto del riesgo, en el que muchas de ellas tienen relación con formas tradicionales de uso comunal de los recursos, reparto

de las cosechas, y diferentes modalidades de reciprocidad entre los miembros de la comunidad (Armendáriz y Morduch, 2005).

Esa visión se observa, de facto, en el diseño de los modelos de aseguramiento en los que se percibe que considerar el agrupamiento disminuye el costo; esto se explica en lo que representa el riesgo de covarianza inherente a la agricultura, uno de los motivos por el que muchas aseguradoras deciden no ofrecer este producto.

Dicho riesgo implica que las zonas cultivadas cubiertas por la aseguradora suelen estar ubicadas en áreas sujetas a la misma probabilidad de sufrir eventos adversos múltiples. Por tanto, las compañías se encuentran con que tienen que agrupar el riesgo para varios cultivos y zonas geográficas para poder cubrir adecuadamente su propia exposición al riesgo, antecedente que aporta el voto favorable para que los modelos para seguros de productores de escasos recursos, sea por factores grupales por ejemplo de tipo de producto, régimen de producción y zona geográfica, apuntando hacia modelos de aseguramiento por índices como los utilizados en el aseguramiento catastrófico (Serra, 2006).

Teorías para valorar el riesgo:

Teoría del Portafolio de Markowitz (Bruce, Kenneth, y Markowitz, 2006).

En esta línea de pensamiento con un primer antecedente en 1952, indica que es preciso contar con un indicador cuantitativo del riesgo que se asocie a la distribución de probabilidad de los rendimientos. La cuantificación inicialmente utilizada en finanzas para medir el riesgo total de una inversión es la varianza o la desviación típica de sus rendimientos. Los dos elementos que aportan tanto para teorías descriptivas como normativas:

a) Los rendimientos esperados determinados por la suma de los productos de los distintos rendimientos por sus probabilidades, o sea:

$$E(r) = \sum_{i-1} P_i r_i$$

Donde r_i denota el rendimiento de i de la distribución de probabilidad, y p_i la probabilidad que el rendimiento i ocurra y, hay n posibles tasas de rendimiento, y

b) La varianza (o la desviación típica) de los rendimientos, siendo la primera, con las notaciones aludidas; igual a:

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^{n} P_i \left[r_i - E(r)\right]^2$$

Los que tienen la mayor tasa de rendimiento esperada para su clase de riesgo o, consecuentemente, el menor riesgo para cada nivel de rendimiento esperado, son activos dominantes. En el riesgo total de las inversiones o de un activo se pueden distinguir dos tipos de riesgo:

riesgo total = riesgo no sistemático + sistemático.

El riesgo no sistemático, también conocido como diversificable, es el que afecta a un único activo o a un pequeño grupo de los mismos, esto es, la parte de la variabilidad de los rendimientos que son únicos o, si se quiere, propios de un activo, o que puede ser eliminado a través de cierto tipo de diversificaciones. Por otra parte, aparece el riesgo sistemático, también a veces referenciado como el del mercado o no diversificable. En este caso, la variabilidad de las tasas de rendimiento tiene causas que se encuentran en aspectos económicos, políticos y sociales. Es la parte del riesgo que afecta e influye, en alguna forma, en todos los activos del mercado. El riesgo sistemático sería, entonces, aquella parte del riego total de una inversión que se mueve en relación con el portafolio del mercado y, por consiguiente, no puede ser eliminado por vía de la diversificación (Bruce, Kenneth, y Markowitz, 2006).

Teoría del Portafolio, Safety-First.

Andrew D. Roy (1952) citado por Romero (2011), dice que minimizar la probabilidad de ruina de un inversor, esto es: **Pr {W < s}**, siendo **s** su nivel de subsistencia, deja al inversor arruinado si su riqueza terminal **W**, desciende a

niveles inferiores a s y no se considera la existencia de otros activos libres de riesgo. Se busca que las distribuciones de los rendimientos del portafolio normal minimicen la probabilidad de ruina, esto es; minimizar el número de desviaciones típicas del portafolio, al tiempo que se minimiza la riqueza esperada, en las cuales **s** estaría por debajo del rendimiento medio, ello requiere establecer el máximo nivel de pérdidas posibles, bajo un nivel de confianza y un horizonte temporal concordante con la aceptación máxima del inversionista, en el contexto de su pulso financiero y su perfil de aversión al riesgo, de forma tal que el rendimiento esperado: $\boldsymbol{\mu_\rho}$ para un portafolio **ρ,** en el modelo de "Safety First" de Roy**,** bajo rendimientos distribuidos normalmente, conlleva a la función objetivo de minimización:

$$[(\boldsymbol{S - \mu\rho}) - \ \boldsymbol{\sigma\ \rho}]$$

Ello supone maximizar la relación de la distancia del rendimiento esperado y el nivel de rendimiento catastrófico con respecto a la desviación estándar del rendimiento esperado.

Siniestralidad

El modelo para la determinación del riesgo aportará uno de los elementos esenciales en la determinación del costo de la prima de seguro, en la espera de que los criterios y su cálculo ofrezcan las cifras más cercanas a la actividad real del siniestro y dé como resultado un buen negocio para las partes en el contrato; en las proyecciones de las cifras ante la ocurrencia del siniestro es útil el índice de siniestralidad y será el indicador de la conveniencia del negocio.

Hatch et al. (2012) dice que el índice de siniestralidad permite determinar si la tarifa o precio de los seguros vendidos por un periodo determinado solventa tanto los gastos administrativos como los siniestros pagados de ese periodo; la fórmula para su determinación es:

$$\boldsymbol{Índice\ de\ siniestralidad = \frac{siniestros\ ocurridos}{primas\ devengadas}}$$

Donde, para que exista equilibrio para la aseguradora, el resultado deber estar por debajo de la unidad, lo suficiente para cubrir, además, otros gastos, impuestos y las reservas técnicas establecidas en la norma del país de que se trate.

1.2 Tipos de seguro y su funcionamiento

BANXICO (2016) interpreta al seguro como una protección financiera contra la posibilidad de ocurrencia de un evento económicamente desfavorable, acepción que ligada a su objeto de garantizar protección contra un siniestro, extrapolada hacia el patrimonio o la actividad de los agricultores, configura un mecanismo para prever la incertidumbre y disminuir el riesgo, mediante la transferencia de este a un organismo que lo retiene, bajo un esquema en el que asume la cobertura con recursos públicos por causas catastróficas, o a una empresa del sector privado especializado que lo acepta mediante una serie de pagos fijos.

El aseguramiento en el sistema público representa un alto costo fiscal para el Estado que está sujeto a fuertes presiones sectoriales y demandas sociales, sobre todo en países de escasos recursos, y en su propósito de indemnizar al agricultor para reinsertarlo en su actividad productiva, es susceptible de estimular su espera al siniestro para recibir la indemnización como fin principal.

En el sistema privado se deja al mercado la especificidad y magnitud de los riesgos de la actividad agropecuaria, lo que implica que el capital expuesto por ambas partes encarece el precio y puede disminuir la atracción del mecanismo.

Se debe considerar que la combinación de ambos regularmente se dará para resolver la insuficiencia, a través del reaseguro o el coaseguro, en el que ambos sectores intercambian o comparten recursos, sistemas de acción y de información.

Antes de entrar a identificar una clasificación de los seguros, y para no perder de vista el objeto de la presente investigación, es necesario mencionar que en el

país aún no se cuenta con un sistema de microseguros para los pequeños agricultores de bajos ingresos, por lo que, para diseñar un esquema exclusivo tendrá que ser a partir del recuento de los esquemas generales de aseguramiento.

JICA (2016) presenta una clasificación de seguros en la que distingue tres grupos generales:

A. Seguros de cosecha.

¬ Seguro de cosecha contra riesgos específicos

Cubre los riesgos que se precisan en la póliza (granizo, incendio, tormenta, escarcha, etc.), indemniza la parte perjudicada sobre las pérdidas reales bajo la demostración de la causal siniestro/pérdidas y se requiere de la comprobación e investigación, para la evaluación y el pago de los daños.

¬ Seguro de cosecha contra múltiples riesgos

Cubre un ámbito extenso fuera del alcance normal del seguro de cosecha contra riesgos específicos, por ejemplo, la sequía y la inundación; este indemniza la disminución de la cosecha.

B. Seguro para ingresos de cosecha y seguro de garantía de ingresos.

Este seguro indemniza la disminución de ingresos debido a la reducción de la cosecha y caída de precios; la indemnización es más extensa que el seguro de cosecha contra múltiples riesgos.

C. Seguro agrícola de índice.

Utiliza valores de medición relacionados estrechamente con la cosecha (precipitaciones, temperatura, promedio de cosecha local, etc.), paga la cantidad asegurada conforme al índice.

¬ Seguro de índice climático

Utiliza índices de datos meteorológicos (precipitaciones y temperatura),y otros datos que mantienen alta relación con las cosechas; se estipula la

cantidad que debe pagarse, siempre y cuando el índice muestre un valor determinado, se hayan producido los daños o no, prevalece la verificación por modelo matemático, ante lo que la falta de la verificación puede provocar amplias brechas entre la pérdida real y lo pagado, creando un déficit o un exceso de pago; dado que el índice es la pauta para iniciar el trámite, la realización del pago es relativamente rápida.

¬ Seguro de índice de rendimiento por área.

Paga la cantidad asegurada cuando el rendimiento, dentro de los límites establecidos, es inferior al rendimiento promedio histórico; se aplican las mismas características que las del índice climático.

Hatch et al. (2012) señala que de la magnitud del riesgo que se identifique, puede derivar la actuación del Estado por medio de programas de gobierno o la transferencia al sector comercial de aseguradoras y que se puede definir con el Sistema PPP, es decir; el sistema ex – post público-privado para los seguros agropecuarios en América, como se observa en la siguiente figura:

Figura:4. Sistema de seguro público-privado..
Fuente: *Montevideo (2009)***.**

Dados los riesgos a los que está expuesta la actividad agropecuaria y por las repercusiones sociales y económicas que tiene un evento climático adverso, es frecuente observar la participación conjunta de actores públicos y privados como la figura 2, que muestra la inclinación hacia la participación de las empresas aseguradoras y reaseguradoras cuando los niveles de riesgo y ocurrencia de riesgo son menores, y en la medida que aumentan, se comparten con el Estado, que en grados extremos tiene una participación absoluta.

Es indispensable considerar que tal clasificación puede verse conceptualizada desde la perspectiva de los oferentes del seguro, pero también es necesario citar la perspectiva del demandante, quien de acuerdo con Sandmark, Debary, y Tatin-Jaleran (2014), los agricultores enfocarán su atención en el valor del seguro, mismo que estaría conformado por: el alcance de la cobertura, la asequibilidad y los beneficios adicionales, asumiendo estas características como implícitas en el nivel con el que se cubre el riesgo real del agricultor, y cuyos efectos se aprecian en la medida en que los seguros resultan económicamente accesibles o inaccesibles; al respecto, se consideran dichas perspectivas como las señala la Impact-Insurance (2016), que al clasificar los productos relativos a los seguros agrícolas, distingue el valor de estos en función de las ventajas y los inconvenientes de cada tipo, estos son:

- Los seguros basados en la indemnización sobre la pérdida de la cosecha tienen elevados costos de evaluación en la inspección de las pérdidas, la liquidación de siniestros es lenta, no se tienen datos históricos disponibles, se prestan a un alto riesgo moral.
- Los seguros basados en los ingresos, aunque cubren todos los riesgos que implican pérdidas económicas, incluido el riesgo de precios, presentan dificultad para diseñar el contrato y fijar el precio; son de difícil comprensión por su vinculación con los mercados financieros.
- Los seguros basados en índices climáticos, definitivamente son incosteables, y debido a que basan su determinación en índices climáticos a partir de mecanismos regularmente de propiedad del Estado, en los que hay poca

probabilidad de existencia del riesgo moral, y en consecuencia, no hay costos de inspección ni de evaluación de pérdidas, traen consigo la excepción de estos costos a la tarifa de la prima, sin embargo, existe un riesgo latente sobre la base general de su cálculo que lo encarece; se requiere de una suficiente red de estaciones meteorológicas y su diseño requiere de estudios y conocimientos de alto perfil técnico y elevado costo.

¬ Los seguros agrícolas y de salud son los productos de seguros más difíciles de comercializar en el mercado. Los proveedores de seguros agrícolas deben ser capaces de absorber los considerables costos asociados a la cobertura de los riesgos agrícolas y poseer los conocimientos técnicos necesarios para implantar el producto.

Los niveles de las primas no subvencionadas por lo general no son accesibles para los agricultores, sobre todo en los países en desarrollo. Los métodos tradicionales de evaluación de pérdidas suelen implicar períodos de espera largos previos a la fijación de la indemnización y liquidación de la misma a los beneficiarios, ya que se realiza una evaluación de las pérdidas y se fija la indemnización.

De ahí que se identifican las principales modalidades de aseguramiento; seguro frente a un único riesgo, multirriesgo, de ingresos, de cuentas de estabilización, de fondos mutuos, de fondos para catástrofes y los basados en índices, entre otros, cuya diferencia consiste en el tipo de daño que cubren, así, por ejemplo, los seguros de único riesgo son los más comunes, y cubren los daños que se derivan de un riesgo explícitamente indicado en la póliza del seguro, cubre el costo de la producción y este es verificado por un perito. Los multirriesgo son similares a los de único riesgo, siendo los más comunes en Estados Unidos y Canadá, en donde representan el 74% de las primas de seguros agrícolas totales suscritas a nivel mundial (Iturrioz, 2009).

Los de ingresos se usan en la mayoría de países desarrollados para enfrentar las caídas de precios; son también importantes en Estados Unidos donde ocupan un 73% de las primas recaudadas (OECD, 2009).

Las cuentas de estabilización son una forma de autoseguros. Se trata de cuentas individuales en las que los agricultores depositan una cantidad de dinero cada año, que podrán retirar en un año de grandes pérdidas. Los fondos mutuos son financiados por grupos de agricultores para indemnizar a los miembros afectados por un evento climático, sanitario o por bajos precios.

Los fondos para catástrofes, son ayudas concedidas por los gobiernos cuando se declaran estas. Las ayudas ex post son presupuestadas una vez que se produce una catástrofe, y los fondos están regulados y son proporcionados anualmente; los seguros basados en índices para la ayuda en caso de desastres, protegerían a las personas –su vida, su salud y sus activos– frente a pérdidas catastróficas. Estos basan sus indemnizaciones en el valor de un índice, en los que prevalecen dos tipos de categorías: los basados en índices de rendimiento por área, y los indirectos con base en datos subyacentes como los índices de precipitación, temperatura o vegetación, computados a partir de los datos procedentes de imágenes satelitales o de estaciones meteorológicas.

La principal ventaja de los seguros basados en índices es que evitan los problemas de riesgo moral y selección adversa inherentes a los seguros clásicos La sostenibilidad de estos programas requiere, la suscripción de un número muy elevado de pólizas para poder mantener las primas a un costo reducido. Con la excepción de India y México, la mayoría de los programas de seguros de cultivos basados en índices continúan en fase piloto de implementación, con un número muy reducido de agricultores asegurados, y no resultan adecuados para riesgos complejos o múltiples, como ocurre con el riesgo de precios (Mahul, Verma, y Clarke 2012).

1.3 Teoría de la utilidad esperada y los ciclos económicos

Diseñar un modelo de seguro agrícola requiere mantener en perspectiva que se trata de un mecanismo que sanea económicamente la probable ocurrencia de un siniestro que impida la producción, y la obtención del ingreso respectivo, lo que coloca a un individuo frente a la posibilidad de mantener su expectativa de ingreso expuesta al riesgo del siniestro, o a la probabilidad de no ocurrencia y la consecuente obtención intacta del ingreso. Este mecanismo de seguridad tiene un costo que permita al ente que da la cobertura, acumular los fondos necesarios para hacer frente a la indemnización ofrecida; por lo tanto, se requiere determinar el monto que el comprador de un seguro está dispuesto a pagar en función del ingreso esperado por abatir la incertidumbre, y contar con la indemnización en caso necesario.

La utilidad que se espera para determinar cuánto se está dispuesto a pagar para abatir la incertidumbre, también requiere otro criterio en la expectativa, ¿en qué momento del estado económico de los entes?, así para el productor como para la compañía especializada que tomará el riesgo, considerando que los momentos pueden estar en función del ciclo económico y que esa dinámica en la visión de negocio puede conducir a toma de decisiones diferenciadas.

Utilidad esperada

El tema aparece a principios del siglo XVIII con Daniel Bernoulli[1], quien en 1738 modificó la propuesta de Nicolás Bernoulli de 1713[2], y cuya teoría ejemplifica con: "La lotería da un premio de 2 unidades con probabilidad ½; 4 unidades con probabilidad de ¼; 2n unidades con probabilidad (1/2)n, para n = 1,2,3,...,n. Por tanto, la suma (el valor esperado) es n si hay n vueltas". Si n tiende a infinito, el valor esperado también, cuya representación gráfica implica una cantidad

[1] *Daniel Bernoulli (1700 -1782) matemático.*

[2] *Nicolás Bernoulli (1695-1726) matemático. Su teoría fue explicada en términos del valor esperado en la participación de un juego cuya esperanza matemática es la suma de los productos resultantes de multiplicar los premios que se obtendrían por sus respectivas probabilidades.*

elevada de unidades que finalmente muestran una pendiente positiva creciente, en señal de lentas ganancias promedio que tienden hacia infinito, situación no racional, ya que no se estaría dispuesto a pagar valores infinitos (Plata, 2013).

Es con esa visión que resuelve la denominada “Paradoja de San Petersburgo”, distinguiendo precio de utilidad, siendo el primero igual para todas las personas, y la segunda depende de las circunstancias particulares, dejando claro que una ganancia cierta y determinada es más significativa para una persona pobre que para una persona rica, lo que conduce a entender que la utilidad no es una línea paralela a la riqueza con la que pueda contar, sino que se incrementa a valores decrecientes.

Por lo tanto, Bernoulli señala que a los individuos no les interesa el premio x, sino la utilidad del premio xU, si la distribución de probabilidad es discreta, así, mientras que el valor esperado está dado por:

$$E[x] = \sum px_i$$

la utilidad esperada está dada por:

$$E\,[(U(x)] = \sum p_i U(x_i)$$

Y para ir hacia una utilidad marginal decreciente del ingreso, propuso una utilidad logarítmica neperiana de la cantidad de dinero, que resulta cóncava:

$$U(x) = \ln x \Rightarrow E\,[\,U(x)\,] = E\,[\ln x\,] = \Sigma\, p_i \ln x_i$$

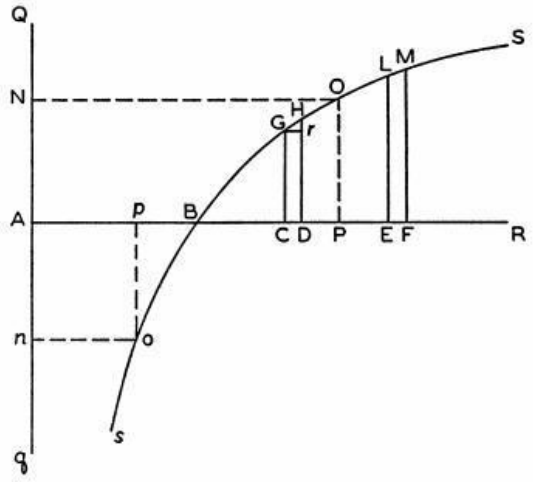


Figura:7. Función de utilidad de D. Bernoulli

***Fuente**:* Plata (2013).

En la Figura el eje de ordenadas representa la riqueza y el eje de abscisas la utilidad. Así pues, la utilidad esperada del juego sería la distancia *PO;* la distancia *Bp* representa la máxima pérdida que el individuo estaría dispuesto a asumir, y la distancia *po* representa la disminución de la utilidad. En un juego justo en términos de utilidad, la pérdida de utilidad por participar en él debe igualarse a la utilidad esperada de ganar en dicho juego, de tal manera que: ***An=AN* ó *po=PO*** (Plata 2013).

En 1947 John Von Neumann y Oskar Morgenstern validaron la utilidad esperada propuesta por Bernoulli agregando propiedades de una utilidad cardinal (medible), presentando diversos axiomas alrededor de su teoría, de los que para el presente estudio es útil uno de los básicos; el de una segunda derivada con un signo definido que puede ser nulo, negativo o positivo y que puede definir la posición hacia la preferencia, menos preferencia o no preferencia, que permita comparar las alternativas de un valor esperado mayor pero con riesgo de no obtenerlo, o una utilidad esperada menor dada la disposición a pagar por asegurar menor incertidumbre (Plata, 2013).

$$U(W) = W - \left[p\pi\left(\sqrt{W_0}\right) + \ p1 - \pi\left(\sqrt{W_1}\right)\right]^2$$

Es una de las teorías pioneras en la acepción del riesgo como la posibilidad de obtener un valor esperado, ante una decisión, u otra utilidad esperada ante otra decisión, en un entorno de incertidumbre, por las probabilidades de ocurrencia de ciertas eventualidades, por las que la dualidad requiere de adecuadas decisiones producto de la racionalidad individual.

Ferguson (2009) da la semblanza de la creación, el comportamiento y el desplazamiento del dinero, que se ve siempre expuesto a las contingencias y a la incertidumbre que impiden su permanencia segura, y aunque medien los sistemas de aseguramiento, estos mismos están expuestos a la vulnerabilidad de la laxitud moral de los actores.

El razonamiento lógico básico para la obtención y permanencia de los ingresos, demanda el estudio de las probabilidades y su comportamiento histórico, la ocurrencia y la concurrencia de las eventualidades, a partir de las cuales, acercarse a las predicciones y las previsiones; hacer en función de los ingresos el presente y prever con el ahorro el futuro.

Para lograr una remembranza que abone a los conceptos que se requieren al modelar un esquema de seguro, se recurre a Niall Ferguson, quien a su vez cita a ciertos teóricos representativos al caso, por ejemplo: en la acepción primera de la probabilidad, refiere a Blaise Pascal de quien refiere que el temor al daño debe ser proporcional no solo a la gravedad del daño, sino también a la probabilidad del hecho, a John Graunt que estudia las estadísticas de mortalidad en la determinación de la esperanza de vida; a la Ley de los grandes números de Jacob Bernoulli para definir la certidumbre como la ocurrencia o la no ocurrencia de un acontecimiento en el futuro, en función de la misma pauta observada en el pasado, si es que se da en condiciones similares; a Abraham de Moivre quien escribió acerca de la distribución normal consistente en que los resultados de cualquier clase de proceso iterativo podría distribuirse a lo largo de una curva en función de su varianza en torno a la media o la desviación estándar; a Daniel Bernoulli quien proponía como teoría de la utilidad que el valor de un artículo no debe basarse en su precio, sino más bien en la utilidad que reporta, y que la

utilidad resultante de cualquier pequeño incremento de la riqueza será inversamente proporcional a la cantidad de bienes previamente poseídos; a Thomas Bayes en su ensayo, “Hacia la resolución de un problema según la doctrina de las probabilidades” en el que señaló que la probabilidad de cualquier acontecimiento, es el ratio del valor al que debe computarse una expectativa dependiente de la ocurrencia del acontecimiento, y la posibilidad de la cosa esperada en el momento de su ocurrencia, agrega Ferguson, que en ello anticipó a la moderna formulación de que la utilidad esperada es la probabilidad de un acontecimiento, multiplicada por la retribución obtenida en caso de producirse dicho acontecimiento (Ferguson 2009).

Los ciclos económicos

Se precisa invocar aspectos de la teoría de los ciclos económicos, para enfocar la perspectiva del modelo de cálculo del costo de la prima y el monto de un seguro agrícola desde dos aristas; una que coadyuve con una analogía del comportamiento quizá cíclico y hacia cierta tendencia, de los rendimientos de cultivo a lo largo de un periodo, y otra para explicar la elección de la magnitud del periodo base.

El carácter aleatorio de las variables que pueden incidir en que los rendimientos sean crecientes o decrecientes conservando una tendencia, o bien, ambos comportamientos cíclica y secuencialmente observados, es el que se trata de incorporar como un elemento fáctico dentro del modelo de regresión e identificación de la tendencia central, para conservar la sencillez del cálculo, pero sin descuidar que lo estocástico de las variables, puedan estar presentando a largo plazo, una propensión natural implícita, que al permitir segmentar el periodo de cálculo, contenga intrínseco su efecto en la propia tendencia.

Alonso, Bagus y Rallo (2011) reúnen algunas significativas teorías para explicar los factores que impulsan las oscilaciones cíclicas de duración variable en los sectores de la economía, identifican dos bloques de teóricos; el que atribuyen a

factores exógenos y el que signa que las causas son endógenas. En el primero refiere los modelos estocásticos planteados por Frisch en 1933 y por Slutzky en 1937, de quienes resume que bajo ciertas restricciones monetarias, la dinámica del consumo y la inversión, se ven influidos por perturbaciones exógenas, lo trascendental de esta perspectiva en contribución a la presente investigación, es que esta teoría concluye que las oscilaciones provocadas, tienden a amortiguarse con el paso del tiempo y que ese amortiguamiento depende de sus parámetros estructurales, a diferencia de la intensidad de la oscilación que depende de impulsos externos. En este sentido, se puede confirmar que no obstante el impacto de fuerzas externas, la esencia del movimiento del ciclo obedece a factores intrínsecos.

El otro bloque constituido por teóricos que atribuyen el movimiento cíclico a factores endógenos sugieren que hay un fortalecimieto con los modelos matemáticos de ciclo económico de mediados de los treinta, al amparo de la tradición keynesiana, que asumen que el ciclo se debe a la dinámica interna de la inversión y del consumo, cuyas alteraciones son provocadas por los desajustes observados en la sobreinversión-sobreproducción y el subconsumo, lo que permite inferir que en el largo plazo el equilibrio retoma su temporal posición, perspectiva que se confirma por los economistas de la Escuela Austriaca que rechazan la adopción de políticas externas de demanda contracíclica, porque obstaculizan el retorno de la economía a su crecimiento sostenible (Alonso et al. 2011)

Se podría hacer una remembranza histórica de los diversos teóricos de los ciclos y las fluctuaciones económicas, comenzando con los clásicos que refieren las causas de las crisis, su periodicidad y otros factores macroeconómicos que intentan predecir el comportamiento de los ciclos económicos. Pero la necesidad de comprender los criterios para elegir un periodo de observación de rendimientos agrícolas y su tendencia para asociarla al pago de primas de seguro y ahorro, requiere de una perspectiva de negocio, para lo cual se retoman las

aportaciones de Schumpeter (2002), quien analiza la teoría del equilibrio o del flujo estacionario, proporcionando la estructura de la lógica económica en la que configura al equilibrio, como la respuesta final después de los *shoks* individuales provocados por factores externos o internos, que aunque momentáneamente distantes de la realidad, reencausarán las variaciones para hacerlas más estrechas hacia la secuencia temporal de los valores de equilibrio, menciona que alguna idea parecida debe estar en la mente de cualquier estadístico que calcule tendencias, que aunque desee eliminarlas para identificar con mayor claridad las fluctuaciones, estas deben estar alrededor de algo que se esperaría fuera el equilibrio.

Explica el teórico la existencia de momentos más distanciados del equilibrio, que fluctúan entre acercamientos, cuyos lapsos conformados entre uno y otro, serán los periodos, convirtiendo así al periodo en la *norma teórica*. Entre diversos factores de impulso a la fluctuación menciona la innovación de procesos como factor endógeno que influye en la etapa del ciclo de la vida económica y productiva, en el que distingue al empresario y su beneficio e inclusive al agricultor, y para los que se introducen decisiones racionales desprendidas de los análisis económicos y sociológicos de los diferentes perfiles.

Interesa no sólo la perspectiva predictiva del comportamiento de las fluctuaciones a partir del análisis de sucesos económicos históricos, sino el impacto psicológico como factor endógeno que impulsa una reacción hacia el cambio de dirección, para encontrar un acercamiento a la actitud del productor ante una u otra posición, con efectos en la producción, los rendimientos, el ahorro y la previsión.

El análisis que hace Padilla (1948) a las concepciones de Keynes (1936-1975) para describir desde ese plano al ciclo económico, señala que el economista atribuye el ciclo a las fluctuaciones de la eficiencia marginal del capital y de las previsiones futuras sobre su rendimiento, para lo que cita sus frases “Mientras el auge continúa, la mayor parte de las nuevas inversiones muestran un rendimiento

habitual que no deja de ser satisfactorio. La desilusión viene porque surgen dudas en relación con la confianza que puede tenerse en el rendimiento probable, quizá porque el actual muestra señales de baja a medida que las existencias de bienes durables de reciente producción aumentan en forma sostenida", en las que encuentra el efecto psicológico del pesimismo y la incertidumbre causantes de la caída de la eficiencia marginal del capital por un aumento en la preferencia de liquidez.

En relación a la teoría de Keynes con respecto a la inversión y el ahorro y sus efectos en las fluctuaciones económicas, Shapiro (1979) refiere la teoría de Nicholas Kaldor (1908-1986) de quien relata elaboró un modelo para explicar el ciclo económico, a partir de funciones de inversión y de ahorro no lineales, de las que obtiene que la propensión marginal al ahorro mayor que la propensión marginal a la inversión, determina una posición de equilibrio estable. Detalla que kaldor clasifica el ciclo en tres frases a partir de la relación con la renta; fase de renta relativamente alta, fase de renta normal y fase de renta relativamente baja y que por consiguiente las propensiones a invertir y a ahorrar varían a lo largo del ciclo en función de la fase, resultando la curva casi horizontal en los niveles de renta alta y en los de renta baja, en virtud de que en los de baja no hay capacidad y los aumentos de renta, al principio no inducirán a la inversión.

El estudio de Henri Guitton (1958), muestra cómo la alta variación de los datos con respecto a su media en un ciclo largo, toma una tendencia decreciente o negativa, mientras que una menor variación muestra una tendencia de crecimiento por apreciarse en un periodo extenso, cuya sucesión cíclica de datos no tienen autonomía perfecta, lo que resulta útil para las expectativas de estabilidad de los ingresos del pequeño productor, en función de la cobertura que ofrece un sistema de seguros para momentos de rendimientos negativos; él considera los lapsos de acuerdo al objeto de estudio y ejemplifica con lapsos de diez años.

El anterior repaso de la teoría, enfoca la metodología del presente estudio a elegir un periodo determinado, como una de las variables presente, dentro de la perspectiva de que la disminución de las variaciones de los ingresos del pequeño productor, provocada a partir de la indemnización que se le pueda ofrecer en los momentos de crisis, es decir; en el momento en que sus rendimientos estén por debajo de la tendencia, logre en forma acumulada un equilibrio endógeno con tendencia creciente.

Partiendo del esquema general descrito para llegar a la determinación concreta del periodo para el modelo de seguro, se puede retomar la magnitud de los ciclos que propone Schumpeter, empresarialmente segmentados en función de la innovación, configurando ciclos medios de con un lapso de cinco a diez años (Schumpeter 2002).

1. 4 Métodos estadísticos para estimación de ingresos

Sobre la base teórica del comportamiento de los ciclos económicos, que permita configurar la idea de lo cíclico que resultan las circunstancias, se precisa referenciar varios métodos para la estimación de lo que se espera en ingresos o producción, dada la relación con los montos a asegurar.

La herramienta que se utilice para estimar el ingreso sobre el que el productor va a mantener su esperanza, y con base el cual mantendrá el criterio de decisión de lo que estaría dispuesto a pagar por asegurar el ingreso, se pretende reúna características de sencillez, economía y practicidad, entre otras, que den al modelo virtudes que reduzcan el costo administrativo, y que resulte atractivo para el productor y para la tomadora del riesgo. Se presentan los siguientes métodos para contar con referentes sobre los que se puedan destacar las ventajas del modelo propuesto:

Rendimientos estimados con base en un año similar

Este contexto teórico referencia además de los métodos estadísticos de estimación, los métodos establecidos en la normatividad para la generación de estadística básica agropecuaria y pesquera de la SAGARPA, debido a la naturaleza del tema a tratar y su relación directa con el aseguramiento para el cultivo de maíz, que sugiere no ignorar las técnicas con las que dicha dependencia calcula los rendimientos esperados de los cultivos.

La técnica, aunque parte de elementos estadísticos y de estacionalidad, ha buscado la sencillez que ofrezca información rápida, certera y de bajo costo, por lo que ha descartado los métodos tradicionales y ha incorporado una forma de determinar los rendimientos estimados, en los *"Lineamientos para determinar los rendimientos estimados con base en un año similar*". Este método norma la estimación a partir de la identificación de un año entre el periodo 2000 y 2012, en el que todas las variables sean similares y por consiguiente se estiman los rendimientos sobre una tendencia definida.

Los valores y criterios considerados son entre otros, la precipitación pluvial y la temperatura, que junto con la tendencia se incorporan a una base de datos general y a partir del modelo de integración, se adhiere la base de datos de la Red Agropecuaria en Web, con lo que el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera aplica los cálculos ajustándolos a la superficie, considerando el índice de siniestros promedio de 2004 a 2013 (NTGEBAP, 2013).

Modelo Holt-Winters

Otra técnica es la utilizada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, a la que se alude por provenir de la dependencia a cargo de la función de la estimación de los ingresos que sostendrán el gasto público anual. Para ello se sujeta a la "Metodología de la estimación de los ingresos anuales y mensuales" a que le insta la fracción III, inciso a), del Artículo 41 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria. La metodología basa sus

herramientas en los modelos estadísticos de suavizamientos exponenciales que utiliza datos históricos y factores estacionales, considera que esos modelos tienen memoria de corto plazo, por lo que ponderan en mayor medida la información más reciente, en particular determina usar el modelo Holt-Winters multiplicativo representado en la siguiente relación:

$$R_{t-k} = (a + bk)C_{t+k}$$

Donde α representa el nivel de serie histórica de recaudación, b su tendencia y $\mathbf{C_t}$ el factor multiplicativo. Este tiene la ventaja de requerir pocos datos históricos, para actualizar el pronóstico de un periodo a otro solo es necesario α, requiere suavizamiento constante de rango 0 a 1, determina automáticamente el coeficiente de suavización en base en los errores de los periodos previos. Tiene como desventajas el detectar tardíamente las tendencias, no funciona adecuadamente con series erráticas de datos muy aleatorios con baja auto-correlación, y no es funcional para pronósticos rutinarios dada su elevada complejidad (PEF 2014).

Estos se pueden determinar a partir de datos regionales y mediante métodos de estimación de producción, en específico, el uso de la regresión lineal, para lo que es necesario advertir la existencia de otros métodos estadísticos de extrapolación como, sistema automático, promedios móviles y de suavización exponencial, de aumento, directos y econométricos en sus diferentes categorías, método de mínimos cuadrados, modelo de regresión lineal y modelo de correlación no lineal (Mateos y Morales, 1995).

Métodos de extrapolación

Estiman los montos con base en su evolución en el tiempo, bajo el supuesto de que la evolución de los ingresos observada en el pasado se obtendrá en el futuro, y que están determinados por su grado de incremento o decremento en el transcurso del tiempo. Los cálculos de estimación se proyectan con base en

información histórica de los montos observados en distintos periodos (trimestres, semestres, años, etc.), y se utilizan técnicas como el sistema automático, el método del promedio o el método de aumentos (Mateos y Morales, 1995)

Método directo

Método que funciona para los ingresos públicos a partir de la experiencia práctica y el sentido común, componentes artesanales que le dan simplicidad y que la CEPAL publica en un manual para la proyección de los ingresos tributarios. Su funcionamiento está basado en el conocimiento pormenorizado de cada variable de ingreso, de las que requiere mantener información constante directa para que conjugada con criterios de la experiencia práctica, se realicen proyecciones de corto o largo plazo, porque va construyendo los valores proyectados de cada período a partir de la suma de los efectos revelados en cada una de los cálculos usados, permite operar estacionalidades y modificaciones provenientes de indicaciones externas (Martín, 2009).

Métodos de promedios

Este método puede ser usado mediante dos formas, promedios móviles o suavización exponencial. Su aplicación requiere información cuantificable disponible en relación a la, o las variables a pronosticar, y versa sobre la hipótesis de que el futuro guardará el patrón de comportamiento del pasado similar al método de series de tiempo.

Para usar los promedios móviles se requiere que en la serie de tiempo elegida no existan variaciones importantes y aunque muestren crecimiento o decrecimiento, estos mantengan una tendencia constante. Consiste en pronosticar para el siguiente periodo, el promedio de los *n* valores de los datos más recientes y si se tiene una nueva observación en la serie de tiempo, se reemplaza la observación de mayor antigüedad y se calcula un promedio nuevo (Mateos y Morales, 1995).

$$Promedio\ móvil = \frac{\Sigma(\ n\ valores\ de\ datos\ más\ recientes)}{n}$$

Método de suavización exponencial

Pronostica otorgando una ponderación a los datos dependiendo del peso que tengan dentro del cálculo del pronóstico. Esta ponderación se lleva a cabo a través de otorgar un valor a la constante de suavización, α, que puede ser mayor que cero y menor que uno, también, supone que el proceso es constante, al igual que el método de promedios móviles; sin embargo, esta técnica considera que las observaciones recientes tienen más valor, por lo que le otorga mayor peso dentro del promedio, utilizando un promedio móvil ponderado de los datos históricos de la serie de tiempo como pronóstico (Martín 2009).

Método de aumento

En este método se aplica la tasa de variación observada en los últimos periodos sobre los ingresos respectivos. La estimación se puede realizar de las siguientes formas (Martín 2009):

a) El promedio de las diferencias resultantes entre los ingresos de un año y otro y se agrega al ingreso del último año.

b) Estimar el ingreso para un próximo periodo en función de la tasa de variación observada en los últimos periodos (media geométrica).

$$MG = \sqrt[n]{(x_1)(x_2)(x_3)}(x_i)$$

c) Estimar a través de la tasa media de variación, la cual se aplica cuando no se tenga la información sobre los montos de ingresos de algún periodo intermedio, dentro del número de periodos considerados.

$$r = \sqrt[n]{\frac{Pn}{Po}} - 1$$

Donde:

r = Tasa de cambio porcentual observada en el ingreso en un período de tiempo determinado.

n = número de años comprendidos en el periodo observado.

Po = Ingresos esperados al finalizar el periodo.

Pn = Ingresos obtenidos al inicio del periodo total a analizar.

Métodos econométricos

El uso de estos métodos permite medir el grado de confiabilidad de la relación existente entre distintas variables, que para el caso particular podrían considerarse las características agrícolas de las diferentes regiones objeto de estudio. De igual forma, es factible medir futuros niveles de ingresos a partir de cambios en las variables, siendo posible aquí incorporar las variaciones provocadas por los periodos de siniestro (Martín, 2009).

Algunas herramientas econométricas que se pueden aplicar son:

• Modelo de Regresión Lineal

• Método de Mínimos Cuadrados

• Modelos de Correlación no Lineal.

Análisis de Regresión

El análisis de regresión implica que se determine una relación entre una variable dependiente y una variable independiente. Este método implica la verificación de la relación de las variables asociadas con la teoría económica.

La fórmula general de regresión entre la variable dependiente “y” y la variable independiente “x” está dada como:

$$Y = b0 + b1x + b2x^2 + \cdots + bnx^n + \varepsilon$$

Donde: b0, b1... bn son parámetros desconocidos.

El error aleatorio ε tiene una media cero y una desviación estándar constante.

La forma más simple del modelo de regresión supone que la variable dependiente varía linealmente con el tiempo, es decir:

$$Y^* = a + bx$$

Las constantes a y b se determinan de los datos de la serie de tiempo con base en el criterio de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO), que busca minimizar la suma del cuadrado de las diferencias entre los valores observados y estimados. Esto quiere decir que, utilizando MCO, se obtiene la función lineal óptima que garantiza la mejor estimación de las variables que se desea pronosticar. Haciendo las manipulaciones algebraicas, se obtiene la siguiente solución:

$$a = \frac{\sum Y}{n} - \frac{\sum x}{n}$$

$$b = \frac{\sum_n xy - \sum Yx - \sum y}{\sum_n x^2 - (\sum x)^2}$$

Una vez que se tienen calculados los valores de a y b, hay que determinar si los valores encontrados son válidos mediante el factor de correlación, r.

$$r = b\sqrt{\frac{\sum_n x^2 - (\sum x)^2}{\sum_n y^2 - (\sum y)^2}}$$

Donde –1 ≤ r ≤. Si r = ± 1, entonces ocurre un ajuste lineal perfecto entre x y y. En general, entre más cercano sea el valor de r a 1, mejor será el ajuste lineal. Si r = 0, entonces “y” y “x” pueden ser independientes. Realmente, r = 0 es sólo una condición necesaria pero no suficiente para la independencia, ya que es posible que dos variables dependientes arrojen un resultado r = 0

La técnica usada por la SAGARPA para la determinación y estimación de la información a publicar en el SIAP, con relación a los rendimientos de los cultivos por distrito de desarrollo rural y que se encuentra regulada por los Lineamientos para determinar los rendimientos estimados con base en un año similar, se observó afín al modelo propuesto en la presente investigación, pero una vez analizada a profundidad, se encontró afinidad únicamente en la herramienta utilizada como lo es la tendencia, ya que el modelo propuesto versa enfáticamente sobre la teoría de los ciclos y su tendencia porque esto contempla en su resultado no sólo la tendencia que marca un año similar, sino la perspectiva de las tendencias de todo un periodo que a manera de comportamiento histórico segmentado por los ciclos, incluye la orografía de la región, la tecnificación usada, el clima, los siniestros y hasta el agotamiento de la tierra, significando esto una contribución que a más de reflejar la realidad, es de fácil obtención, lo que permite reducir sus costos administrativos o profesionales (NTGEBAP, 2013).

1.5 Teoría financiera para el manejo de fondos

Los modelos de aseguramiento se han apegado al perfil actuarial que los esquemas normativos han exigido tanto al sector público como al privado, a efecto de cuidar la solvencia y salvaguardar los recursos públicos y los privados, así como evitar el riesgo de la quiebra.

La propuesta de incorporar el seguro del pequeño productor al sistema financiero, requiere de generar un mecanismo que posea las virtudes que lo hagan útil para abatir la incertidumbre de sus rendimientos, elementos financieros que permitan que el pago de primas de aseguramiento, se conviertan en ahorros rentables, con opción a usarlos para reposición y reactivación de la actividad después de pérdidas por siniestro, o a disponerlo para su manutención en la etapa improductiva del campesino.

Por ello se incluyen en el presente marco teórico herramientas financieras con flexibilidad de transformación, para comenzar la inversión con apoyos y subsidios, pero que ante la acumulación del ahorro promuevan su autonomía y se vuelvan autosustentables, como una opción ante la latente disminución de la capacidad presupuestal del Estado para comprometer subsidios permanentes.

Estimación de la acumulación de fondos

El pago de la prima de seguro vinculado a un esquema de ahorro es factible de calcularse mediante la fórmula financiera para anualidades, en la expectativa de que el pago periódico de las primas sea análogo a un sistema de ahorro, donde la inversión se acumule en un fondo operado similarmente a los sistemas de ahorro para el retiro, y permita su disponibilidad para indemnizar nulos rendimientos, épocas de desocupación o pensión.

La estimación de la acumulación de fondos se obtiene según Weston y Brigham (2012) mediante:

$$m * \left(\frac{(1+i)^r - 1}{i} \right)$$

Donde:

i = tasa de interés del periodo

r = número de periodos

m = monto de las inversiones

Anualidades

Una anualidad como conjunto de pagos de importe constante realizados a intervalos iguales de tiempo, en función de su tiempo, se puede clasificar en cierta y contingente, o eventual; para este caso, se descarta la primera, por corresponder a plazos específicos en los que se conoce la fecha de inicio, el plazo y la fecha final; las contingentes son las que resultan útiles porque el manejo de pagos se pacta ante la incertidumbre del tiempo, donde el principio de la percepción, o fin de la serie de pagos, es impreciso y depende de un acontecimiento fortuito.

Otra forma de clasificarlas es por el vencimiento de sus pagos, y aunque varias de estas podrían requerirse en el manejo de un seguro, en esta ocasión sólo se cita la anticipada, ya que los pagos se realizan al principio de cada periodo y en cuanto a sus intereses pueden ser simples, cuando el periodo de capitalización y el de pago coinciden, y generales, cuando no son coincidentes.

Para el cálculo del monto de las anualidades se puede utilizar la fórmula que propone Weston et al. (2012)

$$m * \left(\frac{(1+i)^r - 1}{i} \right)$$

Donde: i = tasa de interés del periodo r = número de periodos m = monto de las inversiones

O Bien, si se requiere determinar el número de periodos para acumular una suma determinada con pagos y tasas de interés también previamente determinados, se aplica un logaritmo como sigue:

$$r = \frac{Log\left[\frac{M*i}{m} + 1\right]}{Log\,(1+r)}$$

Donde:

i = tasa de interés del periodo

r = número de periodos

m = monto de las inversiones

M = monto al final de los periodos

Pensiones

El riesgo físico o de salud en torno a la persona del pequeño productor, lo expone a la posibilidad de quedarse temporalmente improductivo y sin ingresos por razones ajenas a su voluntad, o bien a la llegada de etapas avanzadas del ciclo de vida, cuya incapacidad física le impida realizar su actividad productiva, extinguiendo así la fuente de su ingreso; ambas circunstancias impiden al productor el ingreso suficiente para el consumo de subsistencia que debe ejercer. La ENA (2014) refiere en sus resultados que, la vejez, la enfermedad o invalidez del productor, es un problema presente en el 24.6% de las unidades de producción.

Tales aspectos, han sido previstos para el resto de los sectores económicos del país a partir de esquemas de seguro de desempleo, y seguridad social para invalidez, vejez y cesantía en edad avanzada, bajo la figura de la pensión. Al respecto, la Ley del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y la Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, dan cobertura a esta circunstancia con el sistema de pensiones en las relaciones formales de trabajo, de lo que hay que citar que actualmente el 21% del total de la población de 14 años y más, cotizan en alguna de las instituciones de seguridad social, y un 5% son pensionados por retiro o vejez de acuerdo con la ENA (2014), esto, en una población de 53.8 millones de personas

económicamente activas, de las que 6.9 millones trabajan en el sector primario, ascendiendo a 6.2 millones los empleados informales (ENOE, 2016).

La Ley del Instituto Mexicano del Seguro Social, señala en el artículo 154, que la cesantía en edad avanzada ocurre cuando el asegurado quede privado de trabajos remunerados a partir de los 60 años de edad, dato que al contextualizarlo con el problema de la población envejecida con la que cuenta el campo, en esa edad se encuentran 1,545,286 productores, que representan el 40.50%, integrado por un 29.4% con edad entre 61 y 75 años, un 9% con edad entre 76 y 85 años, y un 2.10% con edad superior a los 85 años, datos que confirman el contraste de la edad promedio de la Población Económicamente Activa en México, que es de 38 años, pero en el sector rural es alrededor de los 55 años. (ENA-INEGI, 2014).

La Encuesta Nacional de Empleo y Seguridad Social 2013, reflejó que en ese año hubo 18 millones de cotizantes, de los que la mayor proporción de afiliados se localiza en los estados de Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Coahuila y Nuevo León, donde la agricultura se practica por productores de mayor escala, y empresas agroindustriales que cuentan con empleados agrícolas, lo que deja a los pequeños productores fuera de estos beneficios, sin considerar la exclusión que pudo ocurrir al encuestar a una muestra del 14% del sector rural (INEGI, 2014).

Seguro de desempleo

En cuanto al seguro de desempleo, a la fecha sólo es ofrecido por el sector privado de las aseguradoras; sin embargo, prevalece en ellas la confusión de su tipo de cobertura, ya que la mayoría vende al adquirente una cobertura que garantiza a su acreedor en el uso de un crédito, que en caso de que el deudor se quedase sin empleo, la aseguradora cubrirá las mensualidades del compromiso durante el desempleo.

Una evaluación que realizó la Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros a diversas aseguradoras que ofrecen seguros de desempleo, revela en sus resultados que, de 18 compañías, en 16 de ellas el seguro de desempleo solo es para garantizar operaciones de crédito, y en dos se contempla un seguro de desempleo que plantea la indemnización al desempleado mediante el pago de una cantidad mensual, en tanto se encuentra sin salario por un periodo máximo de seis meses; una de ellas, vende el seguro al empleador bajo una dinámica en que los trabajadores de la empresa, son los que reúnen los fondos para la cobertura, y otra de ellas, es exclusiva para el Colegio de Postgraduados en el que el seguro de desempleo es adicionado al seguro de vida (CONDUSEF, 2013).

Por parte del gobierno mexicano no existen antecedentes de haber implementado un sistema de seguro de desempleo; no obstante, en el presupuesto 2014 se anunció que los legisladores tendrían que incluir la iniciativa para incorporarlo en el presupuesto 2016, toda vez que se entregaría a quienes, en los últimos tres años de desempleo, hubiesen cotizado al IMSS durante los dos últimos de trabajo, con el año en curso en desempleo. El trabajador podría recibir entre 1 y 10 salarios mínimos generales, por un periodo de seis meses en forma decreciente, para estimular su reincorporación al empleo formal.

Hay que destacar que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos incorporó a partir de 1929 en su artículo 123, en la fracción XXIX, garantías sociales y prestaciones de derecho a la seguridad social a los trabajadores, como el seguro de invalidez, vejez, vida, cesación involuntaria de trabajo, enfermedades y accidentes, habiéndose dispuesto originalmente la obligación de crear Cajas de Seguros Populares para solventar los costos de estas prestaciones.

Así mismo, la Declaración Universal de los Derechos Humanos y el Convenio 102 de la Organización Internacional del Trabajo, establecen: "…Toda persona, como miembro de la sociedad, tiene derecho a la seguridad social y a obtener mediante el esfuerzo nacional y la cooperación internacional, […] la satisfacción

de los derechos económicos, sociales y culturales, indispensables a su dignidad y al libre desarrollo de su personalidad […]. Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios; tiene también derecho a los seguros en caso de desempleo, enfermedad, invalidez, viudez, vejez u otros casos de pérdida de sus medios de subsistencia por circunstancias independientes de su voluntad".

En tal sentido, la Ley del Seguro Social, vigente desde enero de 1943, excluyó de los derechos de la seguridad social, a los trabajadores del campo en México, negándoles protección en casos de riesgos de trabajo, enfermedades y maternidad, invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte, por considerar, según la exposición de motivos, que no había condiciones económicas ni sociales para otorgarles estos derechos a los trabajadores de la agricultura, ganadería, caza y pesca.

De acuerdo con información de la SAGARPA, más del 94.0% de los trabajadores eventuales del campo no son registrados por sus empleadores en el Seguro Social, además de que en el 70% de agricultores, no existen relaciones laborales, porque se realizan como productores familiares con menos de cinco hectáreas por cada unidad de producción.

CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN DEL PEQUEÑO PRODUCTOR FRENTE A EXPERIENCIAS DEL SEGURO AGRÍCOLA EN EL MUNDO

La investigación necesaria para el diseño y la integración de un modelo de seguro agrícola adecuado a los pequeños productores, y que éste posea las virtudes que lo hagan viable, funcional y no costoso, exige referir algunos antecedentes que den muestra que en la medida que ha existido el riesgo, ha surgido la necesidad de abatirlo, y han existido un sinnúmero de acciones que, han conducido al aseguramiento, ya sea a cargo del sector privado, mediante las aseguradoras comerciales, sea con participación gubernamental mediante subvenciones, subsidios y seguros catastróficos, o sobre acciones comunitarias a través de los fondos comunes. El problema se ha abordado longitudinalmente a lo largo de la historia, y transversalmente en la extensión de algunos países del planeta, por lo que, con el apoyo de citas, se hará una breve reseña de lo ocurrido en algunos países, que puedan dar cuenta del desarrollo y evolución del fenómeno.

2.1 Antecedentes del seguro agrícola en otros países

El manejo sistemático de los riesgos en la agricultura, se remonta a hace poco más de 200 años, época en la que precisamente la mortalidad del ganado y la pérdida de las cosechas por factores climáticos, como el granizo, apresuraron el surgimiento de los primeros mercados de seguros agrícolas, como una medida de protección frente a los riesgos. El primer antecedente de seguro agrícola se documentó en Alemania, desde finales de 1700, y el seguro ganadero a finales de 1830. Los primeros programas de seguros fueron implantados fundamentalmente por pequeñas estructuras cooperativas que proporcionaban cobertura frente a un único riesgo específico (Daley-Harris y Awimbo, 2012).

Experiencia en Estados Unidos de Norteamérica

En 1930 se desarrollaron los seguros multirriesgo en Estados Unidos; fue en este país donde se instauró el programa de seguros indemnizatorios “U.S. Federal Crop Insurance Program”, siendo su objetivo estabilizar la producción y los

ingresos agrícolas, y sigue siendo a la fecha, el programa más importante y subvencionado del mundo (Pozo, 2004).

Desde entonces, el programa padeció la carencia de información en detrimento del buen negocio y el abatimiento del riesgo; pocos productores tenían suficientes datos que permitieran fijar las primas adecuadamente, situación que condujo a que los mecanismos de cálculo fueran a partir de datos a nivel condado.

Entre 1939 y 1943, las primas no cubrieron las pérdidas; el costo promedio del siniestro para ese período de 5 años, fue del 65% superior a las primas pagadas. Los elevados importes de subsidio para cubrir las altas variaciones de siniestralidad, típicas del seguro agrícola, hicieron que en 1944, el programa fuera suspendido para ser reestablecido en 1945, solo para trigo, algodón y lino. Pese a las medidas tomadas para reducir la selección adversa y el daño moral, el déficit promedio a consecuencia del siniestro entre los años 1945 y 1946, fue del 95% superior a las primas pagadas (Pozo, 2004).

Los seguros de cosecha vigentes en Estados Unidos, pueden clasificarse en tres grandes grupos (ALID, 2016)

a) Seguros contra riesgos nominales: granizo, incendio, etc., que son comercializados por compañías privadas que no disponen de subsidio estatal.

b) Seguros multirriesgo: son comercializados por compañías privadas y cubren pérdidas provocadas por sequía, exceso de humedad, inundación, heladas, vientos, enfermedades y plagas, clasificadas por daños, plantaciones perennes y plantas de vivero, de los que el Estado subsidia aproximadamente el 30% de la prima y los gastos operativo - administrativos de las compañías privadas.

c) Seguros contra pérdidas catastróficas: Son comercializados por compañías privadas, pero el Estado subsidia el 100% de la prima y provee el 100% de los fondos para el pago de indemnizaciones.

Antecedentes en China

Un buen referente en la materia de seguros es China, por ser el mayor productor agrícola del mundo y poseer la cuarta mayor superficie arable del planeta, en la que emplea el 41% de su mano de obra, proveniente de pequeños propietarios cuyos ingresos los demarcan como el sector pobre. En 1982 se estableció la Compañía de Seguros Popular de China, que comenzó a ofrecer seguros tanto de ganado como de cultivos, mismo que al no reportar resultados de éxito, modificó su estructura y a partir de 2003, se establecieron programas de seguros subvencionados que tuvieron sus precedentes en 1998, cuando la Comisión Reguladora de los Seguros de China (CRSC) puso en marcha el Programa de Pólizas Multirriesgo para Cultivos, consistente en seguros subvencionados que daban cobertura frente a una amplia gama de riesgos como tormentas de lluvia, inundaciones, anegamiento, vendavales, granizo, heladas, enfermedades, plagas y ataques de roedores, y que al igual que el precedente, no funcionó del todo por la baja subvención (Drakeford & Benfield, 2013).

Sin embargo, ante el incremento en la subvención de las primas realizado en 2007, el mercado se expandió rápidamente, las primas aumentaron de 160 millones de USD en 2006 hasta US $2,080 millones en 2013[3], lo que ha colocado a China como el segundo mayor mercado tras Estados Unidos. Según los datos del Informe Estadístico Anual de la CRSC, en 2011 el índice de penetración de los seguros de cultivos y terrenos forestales fue del 33% y 31%, respectivamente, y del 59% en el caso de los seguros de ganado porcino y bovino (Drakeford & Benfield, 2013).

Los proyectos piloto de microseguros introducidos en 2008 cubren únicamente a 14 millones de personas, aproximadamente el 2% de la población rural (Morgan & Lord, 2011).

[3] *News Xinhua.- 03 de julio de 2014. http://spanish.xinhuanet.com/china/2014-07/03/c_133457391.htm*

En esos años el Gobierno Chino ha apoyado la agricultura mediante subsidios a las primas, en un promedio de 80%, compartido entre el gobierno central y las administraciones provinciales, apoyo financiero a las compañías aseguradoras, apoyo en la creación de nuevas compañías, otorgamiento de reaseguros y apoyo de asistencia a la investigación (Daley-Harris & Awimbo, 2012).

En 2009, el Gobierno Municipal de Pekín suscribió un convenio con aseguradoras multinacionales, bajo el esquema de alianza público-privada, que da fe del interés y la implicación de los gobiernos del país en los asuntos agrícolas, a efecto de compartir el riesgo de las aseguradoras para enfrentar y dar cobertura a las catástrofes agrícolas. El convenio asigna a las aseguradoras un primer nivel de riesgo, con pérdidas de hasta el 160% de la prima anual, y un segundo nivel a las reaseguradoras en casos de pérdidas de entre 160% y 300%; cuando las pérdidas superan este último porcentaje, el Gobierno Municipal de Beijing asume la responsabilidad (Daley-Harris & Awimbo, 2012).

Antecedentes en Japón

Por su parte, en Japón se estableció el seguro agrícola en 1939 y se reestructuró en 1947 en términos de la Ley de Compensación de Pérdidas Agrícolas. Es de considerarse su distinción, ya que posee propósitos no sólo de incremento de producción y de productividad, sino también sociales, virtudes que emergen de las necesidades evidentes por su poca disponibilidad de terrenos agrícolas, elevada demografía y exposición a frecuentes tifones, inundaciones y bajas temperaturas, aunado a la política de no incrementar las importaciones de alimentos y promover la autosuficiencia en la producción de arroz. Esto condujo a que el seguro fuera parcialmente obligatorio y cooperativo, y, en consecuencia, a ser altamente subsidiado por el gobierno nacional. La condicionante para subsidiar es una elevada organización agrícola colectiva a la que se pueden transferir los subsidios de las primas, las indemnizaciones y los costos administrativos en dos tercios de sus montos, y en un 100% lo que corresponde al reaseguro (Gudger, 1980).

La cobertura es contra “todo riesgo”, cubriendo sobre un referente del 70% de la producción normal (no siniestrada) y al 90% del precio fijado por el Estado. El espíritu de estas acciones deriva de la política económica seguida, sobre todo el apoyo a los pequeños productores de arroz, en su esfuerzo de autosuficiencia, la promoción de exportaciones de productos agrícolas de alto valor y la reinversión en el sector para la creación de trabajos para las nuevas generaciones (Gudger, 1980).

Antecedentes en la Unión Europea

La agricultura es uno de los sectores más protegidos por la Unión Europea; sin embargo, no ha podido llegar a una política común para el aseguramiento, dado el distinto nivel de exposición al riesgo en los diferentes países, por lo que se pueden referenciar formando dos grupos:

El modelo mixto “privado – público” de los países que disponen de seguros agrarios con un alto grado de desarrollo y la clara participación del Estado que puede alcanzar a los sistemas de reaseguro para determinados riesgos. En este se encuentran países como Austria, España, Francia, Grecia, Italia, Luxemburgo y Portugal.

El modelo privado presente en los restantes países septentrionales, donde los riesgos son menores, y en los que los seguros agrarios son ofrecidos por las entidades aseguradoras privadas sin ningún apoyo estatal, registrándose normalmente, un limitado nivel de implantación: Alemania, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Irlanda, Países Bajos, Reino Unido y Suecia (Burgaz, 2004).

En relación a los subsidios, el apoyo público a los seguros agrícolas por largos períodos, mismos que han resultado fundamentales para estabilizar los ingresos en la agricultura, han fomentado un papel activo en la gestión de riesgos (Wenner, 2006).

Los subsidios a los seguros en Europa van del 35% hasta el 75% del importe total de las primas; a continuación se transcriben los subsidios a las primas de seguros en diferentes países (Escalante y Caballero, 2011).

Portugal 68% de la prima total, Italia alrededor del 67% de la prima total y el 64% para los riesgos de múltiples productos y de rendimientos, Eslovaquia 50%, Letonia y Lituania 50%, Chipre 50% para todos los riesgos asegurables en el régimen obligatorio, Luxemburgo 50%, Rumanía 50% desde 2005 y 20% antes de 2005; España alrededor del 49%, Austria 46% de la prima total, 50% para el granizo y las heladas, Francia desde 2005 se ha subsidiado con 35% el rendimiento (40% a los jóvenes), en Eslovenia a partir de 2006, se operaron por primera vez las subvenciones de las primas de seguros en la producción de cultivos y su subsidio se ubica entre el 30% y el 50%; República Checa 15% para el seguro de ganado y 30% para el seguro agrícola, Croacia desde 2003, hasta el 75% con recursos nacionales y 25% aportados por el condado y el municipio. (Escalante y Caballero, 2011)

Antecedentes en España y Portugal

Es importante resaltar la experiencia de España en la década de los 70´s, sobre una política de desarrollo social, antes que económica, dio comienzo el aseguramiento dirigido a pequeños productores, mediante la Mutualidad Nacional del Seguro Agropecuario, pese al alto costo que representaba la subvención. Al respecto, con el surgimiento de la Ley 87/1978, se alternó el aseguramiento privado y el público, generando el combinado que daba cobertura a los riesgos de pedrisco e incendio en la agricultura, y de los accidentes de los animales en la ganadería. Este formó parte del Reglamento de Desarrollo publicado en el Real Decreto 2329/1979, que versó sobre tres pilares: sector asegurador combinados, sector público y sector privado a través de representantes de las Organizaciones Profesionales Agrarias (Ministerio de Agricultura, 2015).

Experiencia en Marruecos

Otro de los países que desarrolló alternativas en seguros para los productores de menor escala fue Marruecos; Mutuelle Agricole Marocaine d'Assurances, organización fundada después de la independencia de 1956, pero no fue sino a partir de 2008 que incrementó sus productos subvencionados en el marco de la nueva estrategia agrícola, conocida como el Plan Marruecos Verde. En 2009 lanzó un seguro indemnizatorio frente a daños por granizo, y en 2011 se estableció un nuevo programa de seguros climáticos multirriesgo para cultivos también basado en indemnizaciones, el cual se postuló como sustituto del seguro frente al granizo (Daley-Harris & Awimbo, 2012).

Antecedentes en Brasil

En 1954 el Gobierno Federal creó el Programa de Garantía de la Actividad Rural (PROAGRO), que consistía en un sistema de seguros de cultivos frente a riesgos múltiples, nacionales e individuales, agrupado con préstamos agrícolas masivamente subvencionados que resultaron inviables (Daley-Harris & Awimbo, 2012).

El resurgimiento del aseguramiento privado se reporta en 1997, cuando Porto Seguro, en colaboración con Swiss Re, puso en marcha un programa de seguros frente a daños por granizo para manzana y pera en varios estados del sur de Brasil, subsistiendo la subvención.

En 2004 se incorporó el esquema de seguros de agricultura familiar, creado por PROAGRO, que lo ramificó por la vía de la agricultura comercial, y por el que el Gobierno incursionó en el seguro catastrófico, a través del mecanismo conocido como Fondo de Estabilidad para Seguros Rurales, como precedente, y la consolidación de un Fondo Rural frente a Catástrofes.

El subsidio a la prima está disponible para cultivos, ganado, acuacultura y forestería; representa de 40 a 70% agrícola, 30% ganadero, acuacultura y

forestaría. El 99.3% del monto total del subsidio se destina a la agricultura, siendo soya, maíz y trigo los cultivos con mayor peso (Daley-Harris & Awimbo, 2012).

Antecedentes en Chile

El sistema Chileno para el aseguramiento agrícola es reciente, a partir del análisis generado en la negociación del Tratado de Libre Comercio con Canadá (año 2000), a solicitud del Ministerio de Agricultura, con la asistencia técnica canadiense y como ente administrador del aporte gubernamental.

A partir de 2004 se llevó a cabo un convenio con España para promover la cooperación en el área de gestión de riesgos (Chile, 2015).

La Región Andina presenta gran carencia de cultura de protección contra el riesgo entre los agricultores; la ausencia de sistemas de información adecuados para la gestión del riesgo, la falta de personal calificado, la escasa oferta de aseguradoras y los inadecuados marcos regulatorios, han impedido el establecimiento de un mercado de seguros sólidos en la región, sin embargo, estos cuentan con un apoyo estatal para el pago de las primas, sin distinción de tamaño de las parcelas productivas, lo cual facilita el acceso a los agricultores.

El subsidio a las primas que otorga el Estado es del 50%, más un monto fijo de 1.50 UF[4], por póliza. Todo ello con un tope de 80 Unidades de Fomento, reajustables al Índice de Precios al Consumidor en Chile, por agricultor, por cada temporada agrícola.

El requisito para que los agricultores accedan al subsidio, es que sean contribuyentes del Impuesto al Valor Agregado o que estén siendo atendidos como clientes de crédito.

[4] *Unidad de Fomento en Chile que equivale a $ 26.192,21 pesos Chilenos, es decir: US $39.92*

2.2 El Seguro Agrícola en México

México toma su turno durante la época colonial en la que surgió una forma de seguro agrícola denominado “Pósitos” ligada al crédito agrícola, que consistía en la aportación por parte de sus integrantes de determinada cantidad de dinero y en caso de contingencia, se aseguraba la disponibilidad de crédito para el siguiente ciclo agrícola. En esta misma época, las “Leyes de Recaudación de Indias” reconocían las cajas de comunidades, cuyos fondos se destinaban a cubrir las demandas de los indígenas por enfermedad o por pérdida de la cosecha. Los fondos de estas cajas se depositaban en el Banco de San Carlos, el cual desapareció en 1820 (SHCP, 2015).

A finales de los años 1920’s y durante los 1930’s fueron promulgadas las primeras Leyes de Crédito Agrícola en México, y se promovió la conformación de grupos organizados de productores que administraran fondos de reserva mediante un sistema de seguros mutuos, que les permitiera hacer frente a las pérdidas potenciales originadas por eventos fortuitos o problemas climáticos. Con ello, se establecieron las bases del mercado de seguros agropecuarios en México (Pozo, 2004).

En 1953, se estableció la Oficina de Estudios del Seguro Agrícola, como parte de la Secretaría de Agricultura y Ganadería; en 1954 se transformó en Comisión, emitiendo la SHCP la autorización para constituir sociedades mutualistas que ofrecieran seguro agropecuario, que recibían subsidio proveniente de recursos fiscales en caso de déficit en su operación (Pozo, 2004).

En 1961 se promulgó la Ley del Seguro Agrícola Integral y Ganadero, que estableció subsidios hasta de un 50% del costo de la prima, privilegiando los cultivos básicos en condiciones de temporal y riego (Pozo, 2004).

En 1963 se constituyó la Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera (ANAGSA). El marco legal que regía en esos momentos para operar el seguro y canalizar el subsidio ocasionó problemas de selección adversa, en la que productores de bajo

potencial productivo y alta siniestralidad aseguraban sus cultivos y eran indemnizados con frecuencia, quizá incluso sobre cálculos sin sustento técnico o actuarial, que condujo al déficit y a la disolución de ANAGSA en 1989.

En 1990 se constituyó AGROASEMEX, que tuvo entre sus funciones las de apoyo hacia la tecnificación de la operación del seguro, evitar la descapitalización del productor, crear condiciones de mayor solvencia frente al sistema crediticio, disminuir la presión que los siniestros y eventos catastróficos ejercen sobre las finanzas públicas y propiciar un libre mercado en los servicios de aseguramiento al sector agropecuario, que contó con esquema de subsidio al 20% del costo de la prima (SHCP, 1990).

En 1992 la tasa de subsidio aumentó al 30% del costo de la prima y se incluyó la participación de los fondos de aseguramiento, principalmente en los estados de Sonora, Sinaloa, Tamaulipas, Guanajuato, Baja California y Chihuahua.

A partir de 1996, y como resultado de la modernización del sector financiero en México, se promueve el fortalecimiento de un Sistema Nacional de Aseguramiento al Medio Rural (SNAMR), integrado por AGROASEMEX, los fondos de aseguramiento y las compañías privadas de seguros. La estrategia se soportó mediante el sistema de reaseguro, que la misma Institución puso a disposición. Los problemas financieros que enfrentó bajo ese esquema, le condujeron en 2001 a incorporarse como operación de segundo piso, lo que implicó: la suspensión de sus operaciones de seguro directo, iniciar un programa de apoyo para que las compañías privadas y los fondos de aseguramiento tomaran el mercado dejado por la aseguradora, implementar la operación de los esquemas de reaseguro y establecer un programa para la instrumentación de las actividades de inducción y fomento al uso del seguro agropecuario en México (AGROASEMEX, 2012)

En relación al subsidio, su esquema de operación se fundamentó legalmente en las Reglas de Operación del Subsidio a la Prima del Seguro Agropecuario, emitidas por la SHCP y publicadas en el DOF el 15 de marzo de 2002. Por esas

fechas, AGROASEMEX mantenía 40.4% del mercado de seguros en superficie, las aseguradoras privadas el 28.7% y los fondos de aseguramiento el 30.9%, quedando ante la salida de AGROASEMEX del mercado las cifras: 46.3% a cargo de aseguradoras privadas y un 53.7% a cargo de los fondos (AGROASEMEX, 2015).

Producto de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, en específico el artículo 129, se creó en el 2003 el Fondo de Apoyo para Atender a Productores Rurales Afectados por Contingencias Climatológicas, hoy Componente de Atención a Desastres Naturales en el Sector Agropecuario y Pesquero (CADENA) a cargo de AGROASEMEX, mediante el cual respalda a la SAGARPA, y a Gobiernos Estatales, mediante seguros catastróficos cubiertos con erario público.

Las áreas de alto rendimiento a cargo de productores de mayor escala en regiones catalogadas de producción mayor, de riego y de mayor tecnificación, lograda por la venta de la producción y la capitalización, adquieren seguros directos de los fondos de aseguramiento o de aseguradoras privadas, que reciben subsidio a la prima del 30 al 60% de su costo, en una gama de productos como seguros a la inversión, a la inversión por planta, a la cosecha esperada y a la producción garantizada, esquemas mixto o múltiple, de garantía de producción, de inversión con ajuste al rendimiento y de inversión con ajuste en daños directo (AGROASEMEX, 2015).

El seguro agrícola tradicional protege principalmente los riesgos relacionados a condiciones meteorológicas adversas, como son precipitación, inundación, granizo, falta de piso para cosechar, lluvia y sequía, viento; huracanes, ciclones, tornados, trombas, vientos fuertes, heladas y bajas temperaturas.

Bajo esta cobertura se observan como esquemas de aseguramiento los siguientes:

- Inversión con ajuste a daño directo: Protege el valor de las inversiones directas debido a pérdidas, daños o ambos del cultivo asegurado a partir de la emergencia o arraigo de la planta (cultivos anuales).
- Por planta: Protege a la planta en sus diferentes etapas de ciclo vegetativo; por lo regular tiene una vigencia anual (cultivos perennes), se determina a partir del rendimiento pactado de los cultivos, en el ciclo completo de desarrollo del cultivo.

Se evalúa el rendimiento en muestreos distribuidos dentro de la Unidad Asegurada (municipio/núcleo agrario/predio), y se indemniza la suma asegurada en el total de la superficie asegurada del núcleo agrario, cuando el rendimiento sea igual o inferior al protegido. Su contratación se sujeta a que el predio o el cultivo esté contemplado dentro del plan de negocios para el ciclo agrícola del año, y que no tengan siniestro de por medio; se calcula sobre el análisis de riesgo y el ajuste correspondiente y se apega a la normatividad básica que señala la Institución “Fideicomisos Instituidos en relación con la Agricultura” (FIRA), bajo las condiciones de sujeción a la prima a la que se tenga derecho (AGROASEMEX, 2012).

Cabestany, Hernández y Celaya (2014) señala que en los seguros catastróficos existen dos métodos para evaluar los daños:

- Métodos paramétricos, que se basan en instrumentos que reflejan el nivel de rendimiento o de afectación, como niveles de precipitación y de temperatura medidos a través de estaciones meteorológicas, ubicadas en el área de influencia de los cultivos asegurados, índices de vegetación determinados mediante imágenes satelitales obtenidas de uno o más sensores de los satélites disponibles en el medio y con métodos tradicionales, que posteriormente requieren una inspección física a los bienes asegurados.
- Métodos Catastróficos, basados en índices de necesidades hídricas, y en la tolerancia de los cultivos a las bajas temperaturas, de acuerdo con la

región geográfica en la que se desarrollen y con base en los datos de las estaciones climáticas de la Comisión Nacional del Agua.

El Programa de Aseguramiento Agropecuario 2017 ha sufrido una disminución presupuestal de 7.5% con respecto al ejercicio 2016, y presenta cifras en millones de pesos para presupuesto autorizado al cuarto trimestre como se indican: $1,388 para subsidio a la prima del seguro, $81.8 para apoyo a los fondos de aseguramiento, $74.1 en seguro para contingencias climatológicas. La canalización del subsidio tuvo destino en 67.7% a operaciones con fondos de aseguramiento y el 32.3% a aseguradoras privadas, observando en los primeros una disminución del 15.8% con respecto del mismo periodo en 2016, en tanto que las aseguradoras privadas incrementaron un 28.1% la operación subsidiada (AGROASEMEX, S.A., 2018)

El inicio formal de los Fondos de Aseguramiento data de 1988, como una excepción de la legislación vigente, que en 2005 la SHCP formalizó, emitiendo las reglas generales en la Ley de Fondos de Aseguramiento Agropecuario y Rural, que les otorgó personalidad jurídica propia y que actualmente regula su constitución, funcionamiento y operación, básicamente bajo el esquema de mutualidades (Lases, 2009)

En 2016 se implementa desde AGRAOASEMEX, un programa que integra la participación de los agentes privados con agentes sociales, a través de un Nuevo Programa de Aseguramiento Agropecuario que fusiona los programas de Subsidio a la Prima de Seguro Agropecuario, de Apoyo a los Fondos de Aseguramiento Agropecuario y del Seguro para Contingencias Climatológicas.

Actualmente se cuenta con 197[5] fondos, todos con contratos de reaseguros cuya regulación dicta que de sus remanentes financieros, el 25% se debe aplicar a una reserva técnica acumulativa destinada exclusivamente al pago de siniestros, un 70% al Fondo Social de la organización y un 5% a otros fines. Esto, frente a cinco

[5] *Padrón de Fondos de aseguramiento de Financiera Rural de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público*.

aseguradoras comerciales (General de Seguros, Mapfre Tepeyac, Grupo Nacional Provincial, Protección Agropecuaria, Torreón Sociedad Mutualista de Seguros) (SHCP, 2015).

JICA (2016) agrupa los seguros de cosecha, de ingresos garantía de ingresos y de índices, en que los primeros cubren diversos riesgos especificados en el contrato en torno a la disminución de las cosechas, los segundos contra la disminución de ingresos por cosecha o precios, y los últimos con base en índices de rendimiento y climáticos que requieren infraestructura en estaciones meteorológicas y pluviómetros, de los que Tailandia cuenta con 100 y 1000, respetivamente, y México con 30 y 188[6], respectivamente.

En cuanto a subsidios para primas de seguros, las Reglas de Operación del Programa de Aseguramiento establecen en su apartado I.1.6.3.1.2 que el porcentaje de subsidio aplicable a cultivos básicos, por ejemplo, para la región 2 en la que se localiza el Estado de México y Puebla, un 45% siempre que no exceda de $750 por hectárea (SHCP, 2017).

Los productores agrícolas con acceso al seguro son elegibles para otorgar el apoyo para complementar el pago de la prima derivada de la contratación de esquemas de protección por desastres naturales, a través de fondos de aseguramiento y aseguradoras privadas, de manera individual o en gestión colectiva, adheridos al seguro de carteras agrícolas, contratado por las Instituciones de Banca de Desarrollo e Instituciones Financieras no Bancarias que cuenten con la autorización de la SHCP para otorgar créditos agrícolas, que recibirán 40 puntos porcentuales del costo de la prima del seguro (SHCP, 2017).

---

[6] *Mapa de estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua. http://smn.cna.gob.mx/es/ 18/09/2016*

2.3 El seguro y el Sistema Financiero Mexicano

Considerar el esquema de aseguramiento agrícola para pequeños productores, como un mecanismo de acercamiento a los servicios financieros, podría optimizar su funcionalidad y causar interés tanto de productores como de compañías aseguradoras, si se convierte en un producto rentable como puede ser la concepción de un seguro agrícola con un seguro de subsistencia, que realice la función de una cuenta de ahorro para el retiro. Ello requiere que se contextualice en lo aplicable, la existencia de algunas instituciones del Sistema Financiero Mexicano y sus atribuciones, por lo que a continuación se citan algunos elementos informativos que presenta el Banco de México (2018).

El sistema financiero está integrado principalmente por diferentes intermediarios y mercados financieros, a través de los cuales, una variedad de instrumentos moviliza el ahorro hacia sus usos más productivos. En este sentido, los bancos son los intermediarios financieros más conocidos, y el Banco de México tiene como una de sus finalidades promover el sano desarrollo del sistema financiero, para salvaguardar la integridad de estos y los intereses del público. Otros de los intermediarios son las aseguradoras, afianzadoras, arrendadoras, casas de bolsa y las administradoras de fondos de inversión, cuyo propósito es prestar servicios financieros.

Los servicios financieros facilitan el movimiento del dinero, y son atribuidos de acuerdo a las disposiciones legales que regulan su constitución y funcionamiento; para el caso presente, las aseguradoras se obligan a resarcir un daño, o pagar una suma de dinero que compense a la persona asegurada, al verificarse la eventualidad (daño) prevista en el contrato, a cambio del cobro de una prima.

El sector está regulado por la SHCP, es supervisado por la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF), y promovido por organizaciones privadas, como la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) y el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC). Los asegurados, por su parte, están protegidos por la CONDUSEF, en su carácter de organismo del gobierno federal, cuya función es

vigilar que las empresas de seguros y fianzas cumplan con el marco normativo que las regula, para que estas mantengan su solvencia y estabilidad.

Al respecto, esa Comisión ha emitido reglas que establecen límites al tipo de inversión que pueden realizar las aseguradoras con el monto de las primas constituidas durante su operación, mismas que deben ser invertidas en instrumentos de bajo riesgo que garanticen la seguridad, rentabilidad y liquidez de la aseguradora.

Son innumerables las medidas de seguridad para la administración de riesgos que ejercen tales organismos, por señalar una, se cita la que representa las Bases Técnicas para la Determinación de la Pérdida Máxima Probable de los Seguros Agrícolas y de Animales, emitidos en la Circular Única de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, publicados en el DOF del día 30 de marzo de 2015, documento que establece el procedimiento técnico sobre el que deberán calcularse las primas y la pérdida máxima probable del sector agropecuario, a efecto de delimitar las coberturas de los bienes siniestrables.

Tales lineamientos refieren: “Ante la necesidad de establecer un límite máximo de la reserva catastrófica derivada de los aseguramientos del ramo agropecuario por parte de aseguradoras privadas, resultante de eventos climatológicos de gran impacto económico, AgroClima Informática Avanzada, S.A. de C.V. y Técnica Actuarial, S.A. a través de la AMIS y las aseguradoras privadas en México, han implementado un proyecto para desarrollar un Sistema para la Estimación de la Pérdida Máxima Probable (PML) en la agricultura. PML se define como el nivel de pérdida máxima que puede ocurrir, con cierto nivel de confianza

$$P(L > PML) = \alpha$$

Donde:

L es la siniestralidad en un periodo anual,
PML es la pérdida máxima probable y
$\alpha = 1 - P$ donde p es el nivel de confianza.

La pérdida máxima probable puede definirse tanto para el siniestro ocurrido, como para el siniestro retenido. Cabe señalar que el requerimiento de reserva catastrófica debe estar en función del siniestro retenido acumulado de forma anual.

La nueva Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas, que entró en vigor el 4 de abril del 2015, trae a las aseguradoras de capital nacional un mayor reto que para las compañías internacionales, debido a que tienen menos experiencia en el manejo de administración de riesgos, y deben mostrar que son compañías 100% solventes, manejando sus finanzas en un marco de la exposición al riesgo, la capacidad de pagos de indemnizaciones, el costo real incluido en el precio de la prima, la previsión altamente acertada para una adecuada planeación de respuesta a los efectos.

Uno de los aportes de la investigación, es reunir elementos que permitan valorar la factibilidad de que los sistemas de pagos de primas, sean operados bajo un mecanismo análogo al fondo de ahorro para el retiro. De ahí que se incluya en esta sección, una referencia breve de las administradoras de fondos para el retiro.

Las sociedades de inversión especializadas de fondos para el retiro (SIEFORES), son entidades que administran las aportaciones que hacen los trabajadores durante su vida laboral, para establecer un fondo individual para su retiro. Las cuentas de ahorro individuales tienen como objetivo, el que los ahorradores cuenten con dinero para cubrir sus gastos una vez que termina su vida laboral, y han alcanzado su edad de retiro convirtiéndose en jubilados y pensionados. Los recursos de estas cuentas son invertidos en una canasta de valores que incluye acciones y títulos de deuda, de acuerdo al criterio de diversificación de riesgos. Por su parte, las administradoras de fondos para el retiro (AFORES), son las

empresas que administran a las SIEFORES, invierten los recursos en valores, y llevan las cuentas individuales de los trabajadores[7].

La Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR) tiene como función regular el Sistema de Ahorro para el Retiro (SAR), el cual está constituido por las AFORES y las cuentas individuales a nombre de los trabajadores. Vigila que se resguarden debidamente sus recursos y, además, que se inviertan de acuerdo con los límites y parámetros establecidos, asimismo, que las afores mantengan informado al trabajador, además de poseer facultades para imponer multas en caso de incumplimiento a las disposiciones a las que se encuentran sujetos.

2.4 Pequeños productores, inestabilidad de sus ingresos, carencia de pensión y desinterés por el seguro.

El esquema de seguro agrícola que se propone, requiere que se definan los actores que han de entrar en la figura de cobertura de riesgo y pensión, cuyo acto debe estar respaldado en un contrato legal, razón por la cual, se analiza la acepción en la que se va a ubicar al pequeño productor agrícola como sujeto y a la cobertura de los rendimientos como objeto. Asimismo, es necesario contar con un panorama de sus ingresos como factor ligado al desinterés por el aseguramiento, aunado a la carencia de un sistema de pensión.

Pequeño productor

Aunque no existe algún documento de índole oficial que defina y obligue a estandarizar el concepto de pequeño productor, el adjetivo o sus análogos, son utilizados en muchos de los programas implementados por el gobierno mexicano

[7] *Sitio web del Banco de México. http://www.banxico.org.mx/divulgacion/sistema-financiero/sistema-financiero.html#Serviciosfinancieros.- 18/09/2016*

y programas de organismos internacionales, sobre todo por la incidencia de apoyo destinado al sector en el que se sitúan.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación señala que los pequeños productores conservan prácticas tradicionales, tienen la necesidad de diversificar sus fuentes económicas y buscar modelos alternativos, su actividad agrícola es a nivel familiar; al respecto define que el productor es una persona civil o jurídica que adopta las principales decisiones acerca de la utilización de los recursos disponibles y ejerce el control administrativo sobre las operaciones de su explotación agropecuaria, teniendo la responsabilidad técnica y económica y ejerciendo las funciones directamente o bien delegar las relativas a la gestión cotidiana a un gerente contratado (Cabestany et al. 2014).

Macías (2013) señala, parafraseando a Redfield (1960): “Tradicionalmente la agricultura en pequeña escala se ha identificado con el concepto de campesino, a quien se señala como el productor rural inserto en una cultura tradicional” […] “el campesino tiene control sobre la tierra, lo cual le permite mantener un modo de vida tradicional en el que la agricultura desempeña un papel fundamental. Además, su economía se sustenta en el trabajo del productor y su familia, por lo que prácticamente no involucra trabajo asalariado, de manera que es poco factible determinar la retribución de los factores de la producción (capital, trabajo y tierra) y su utilidad mercantil”.

Considerando lo establecido en la legislación mexicana; en particular la Ley Agraria en los artículos 117 – 121, define la pequeña propiedad agrícola como la superficie de tierras agrícolas de riego o humedad, que no exceda los límites de 100 hectáreas para la mayoría de cultivos, en los que equivale una hectárea de riego, por dos de temporal (Ley Agraria, 1992).

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) clasifica a los campesinos en cuatro: de infra-subsistencia, de subsistencia, estacionario y con producción de superávit, situación que vuelve polémica su identificación, y por

ello se optó por denominar a estas características “pequeño productor agrícola”, “agricultura de pequeña escala” o “agricultura familiar” (UNAM, 2015).

Estas condiciones perfilan la exclusión de este sector en el mercado de los seguros y otras medidas más de crecimiento, siendo que los campesinos con menos de cinco hectáreas conforman el 70% de las unidades de producción, aportan el 40% de los alimentos del país y se han convertido en los principales protectores del maíz, calabaza, frijol, chile, jitomate, aguacate, entre otros alimentos, que conforman el 16% de la dieta mundial, y que, además son ingredientes básicos para la cocina mexicana (UNAM, 2015).

Una estrategia del Diagnóstico del Sector Rural y Pesquero de México 2012, realizado por la FAO para la SAGARPA para focalizar la población objetivo mediante su estratificación, fue observar el valor de las ventas de las Unidades Económicas Rurales, con su inherente vinculación al mercado, al ser indicador de los ingresos que perciben. La estratificación se distribuyó en cinco grupos: familiar de subsistencia sin vinculación al mercado, familiar de subsistencia con vinculación al mercado, en transición, empresarial con rentabilidad frágil, empresarial pujante y empresarial dinámico (Cambero, 2014).

Ley de Desarrollo Rural plantea criterios para estratificar los distintos tipos de productores, en razón del tamaño de sus unidades de producción o bienes productivos, así como de la capacidad de producción para excedentes comercializables o para el autoconsumo” (Unión, 2001).

Las Reglas de Operación para los Programas de SAGARPA 2016 contemplan la estratificación de productores para definir la población objetivo a apoyar, y para el Componente de Atención a Siniestros Agropecuarios para atender a Pequeños Productores, asigna como grupos elegibles aquellos de bajos ingresos que son los productores con cultivos anuales de 20 hectáreas o menos, de temporal o de riego (SHCP, 2017).

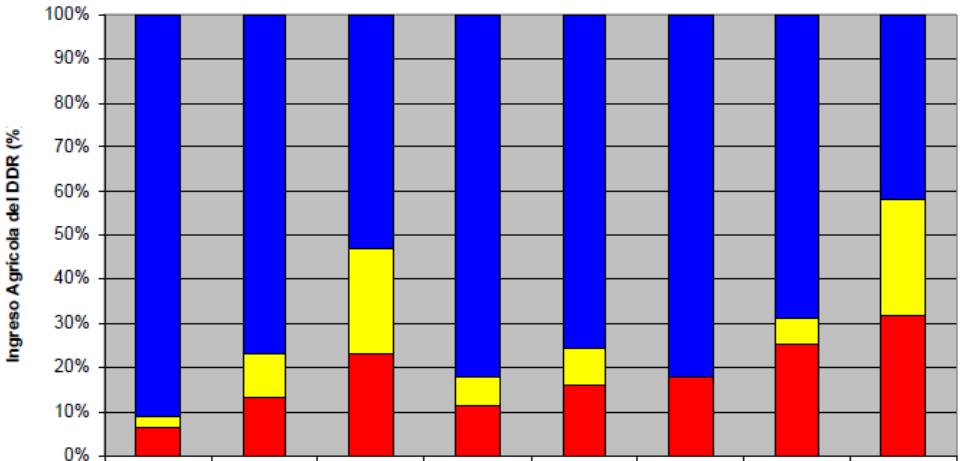
Insuficiencia de ingresos

El Diagnóstico del Sector Rural y Pesquero de México 2012, realizado por la FAO para la SAGARPA, señala que uno de los principales problemas determinantes de la carencia de desarrollo sustentable del sector, es la pobreza de las familias rurales; refirió el 2008 como uno de los años en que se agudizó, llegando a un 31.8% el nivel de pobreza alimentaria, 39.1% de capacidades y un 60.8% la patrimonial, con ingresos monetarios por debajo de la línea de bienestar establecida por CONEVAL en un 61.9% de las Unidades Económicas (Cambero, 2014).

Un estudio para la estratificación de productores en el estado de Puebla, realizado en 2009, identificó que el gasto monetario promedio en que incurren los hogares poblanos ubicados en zonas de muy alta marginación, que se sustentan en los conceptos de gasto monetario reportados por la ENIGH-INEGI 2008, clasificó tres estratos: Productores de Bajos Ingresos en 79.1%, seguida de los Productores de Altos Ingresos en 13.2% y de los Productores en Transición 7.7%. indican que el primero contó con un ingreso económico anual de la actividad agropecuaria de $29,336.00, cantidad por debajo del gasto monetario familiar estimado (Córdova 2009).

La situación está relacionada con la posesión de activos, ya que los agricultores con unidades de producción de hasta 4.07 ha de superficie de cultivos cíclicos, o 1.46 ha de cultivos perennes en producción, son Productores de Bajos Ingresos con una nula disponibilidad monetaria para inversión (Córdova 2009).

En este plano regional, un ejemplo lo constituye Puebla con un nivel de ingresos como lo muestra Córdova (2009), por Distritos de Desarrollo Rural :



	CHOLULA	HUAUCHI-NANGO	IZUCAR DE MATA-MOROS	LIBRES	TECAMA-CHALCO	TEHUACAN	TEZIUTLAN	ZACATLAN
Estrato Productores Altos Ingresos	91.1%	76.9%	52.9%	82.3%	75.6%	82.3%	68.8%	41.8%
Estrato Productores En Transición	2.2%	10.0%	24.0%	6.2%	8.4%	0.0%	5.8%	26.3%
Estrato Productores Bajos Ingresos	6.7%	13.0%	23.0%	11.6%	16.1%	17.7%	25.4%	31.9%

Figura:10. Estratificación de productores del estado de Puebla por DDR

Fuente:. *(Martínez 2009)*

Esos datos, contrastados con el 79.1% de productores de bajos ingresos que tiene el estado de Puebla, denotan la tendencia de desplazamiento y desaparición de la actividad agrícola en productores de bajos ingresos. En el extremo opuesto, la mayor proporción es ocupada con los pocos productores de altos ingresos derivados de la actividad agrícola, poseedores de los mayores activos.

Inestabilidad y variabilidad de los ingresos

Diversos son los factores que contribuyen a que los ingresos de los pequeños productores no sean constantes, y no haya certeza de su futura obtención, que les permita comprometerlos en decisiones de ahorro o inversión en el mediano o largo plazo.

Los programas sociales con propósitos de erradicación de la pobreza, y los de combate al hambre, además de otros de subsidios a la labor agrícola, y otros más para la sustentabilidad y protección ambiental, aunque han brindado mejores posibilidades, están extinguiendo el potencial productivo y de autosuficiencia de los pequeños agricultores, en una circunstancia en la que no están capacitados para identificar las causas internas que originan sus problemas, y más bien, los inducen a seguir buscando causas externas y a querer encontrar en las transferencias del gobierno, la solución a sus ingresos.

No es materia de esta investigación identificar las causas de la inestabilidad de ingresos, pero es pertinente observar los efectos de las variaciones; esto es, de acuerdo con la teoría de ciclos, si la variación anual de la producción-ingreso es amplia, su tasa de crecimiento tiende a la baja, mientras que, si esas variaciones son moderadas, la tasa de crecimiento del productor tiende a aumentar, por lo que las medidas más apropiadas para disminuir la variación en ingresos de los productores, son aquellas que favorezcan una mayor estabilidad en sus ingresos anuales (Lacki, 1995).

La diversificación de ingresos puede contribuir a su aumento pero no a su estabilidad. Como referente se muestra el caso de Puebla, en el que la estratificación realizada para el Diagnóstico del Sector Rural y Pesquero de México 2012, realizado por la FAO para la SAGARPA, reporta que las Unidades Económicas Rurales estratificadas en el grupo I, cuya producción agrícola sólo es de autoconsumo, los productores obtienen un 4.6% de sus ingresos de apoyos de familiares que viven fuera del país, 7.4% de apoyos de familiares que viven dentro del país, 13.3% de otros ingresos no agrícolas, 16.5% de un empleo fuera de la unidad de producción y un 28% de apoyos gubernamentales; no obstante, aunque no hay producción excedente para venta, el valor de la producción para el autoconsumo representa en sus ingresos el 30% (Cambero, 2014).

Por otra parte, para el estrato II, es decir, el familiar de subsistencia con vinculación al mercado, obtiene un 45.9% de sus ingresos por las ventas de su producción agrícola, 16.4% de apoyos gubernamentales, 9% de un empleo fuera

de la unidad de producción, 3.4% de ventas no agrícolas, 3.2% de apoyos de familiares que viven fuera del país, 3.1% de apoyos de familiares que viven dentro del país, mientras que para el resto de los estratos cuya producción cuenta con mayor vinculación empresarial y de mercado, el ingreso proveniente de la venta agrícola está por encima del 70% y hasta el 94% (Cambero, 2014).

Es evidente que la diversidad de las fuentes de ingresos que presentan los productores, abre el abanico de los riesgos y de las entradas monetarias inconstantes, al no provenir de un empleo o de una actividad propia cuyo control esté en manos del productor; por el contrario, provienen del ejercicio voluntario de terceros, y de la capacidad y suficiencia del gasto público, circunstancias que conducen a altas variaciones de los ingresos en el transcurso del tiempo, lo que, de acuerdo con las teorías de los ciclos económicos, marca una tendencia negativa en el nivel de ingresos, agudizando los niveles de pobreza.

Carencia de pensión

El 19 de enero de 1943 entró en vigor la Ley del Seguro Social para garantizar el derecho humano a la salud, brindar al trabajador asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y de servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo, misma que explicó en su exposición de motivos que no había condiciones económicas ni sociales para la protección de los trabajadores agrícolas, circunstancia contraria a lo establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la que en su artículo 123, fracción XXIX, contempla a los campesinos en la utilidad pública de la seguridad social.

La reforma de 1954 a la Ley del Seguro Social, incluyó a los trabajadores del campo como posibles beneficiarios, señalando en el artículo 16 que el Ejecutivo Federal, mediante decreto, fijaría los esquemas de aseguramiento; para 1960, cuando se emitió tal decreto, los incluyó como sujetos de aseguramiento tanto a los permanentes como a los estacionales, pero con derechos limitados que dejaban fuera la posibilidad de recibir pensión en su etapa improductiva

En la reforma de 1995, con vigencia a partir de 1997, que deroga la ley vigente desde 1963, se incluyó el capítulo X, denominado: “De la seguridad social en el campo”, en el que señala que las mujeres y los hombres del campo que tengan el carácter de trabajadores independientes, respecto de quienes no medie ninguna relación de subordinación laboral, los ejidatarios, comuneros, colonos y pequeños propietarios; así como los ejidos y otras formas superiores de organización, podrán voluntariamente ser sujetos del régimen obligatorio de la seguridad social, a través de un convenio de incorporación voluntaria al régimen (Agrobit, 2014)

La exclusión tácita del pequeño productor, percibida en la incorporación del trabajador del campo a la nueva Ley del Seguro Social, lo excluye también de los artículos que se agregaron para dar cobertura para el sector de la población que vive en condiciones de extrema precariedad y vulnerabilidad, de por sí restringidos, en virtud de que solo contemplan el seguro de enfermedades y maternidad, y no el de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, del que gozan el resto de los trabajadores.

Es conocido que los sistemas de pensiones, por sus requisitos eminentemente legales, favorecen al sector de la población que, inmersa en el mercado laboral, ha mantenido una trayectoria sujeta de contratos formales de trabajo, cuyos empleadores, mantienen el cumplimiento a sus obligaciones contributivas y de enteros patronales.

Ésta carencia de un sistema de pensiones para el pequeño productor, aunada al envejecimiento de su población, agudiza el problema por el que el campesino labora en condiciones de muy avanzada edad, en detrimento de la productividad de su labor y el aprovechamiento de sus activos.

Aunque los sistemas de pensiones tuvieron su inicio en el sector privado de Europa, a partir de fondos sostenidos por los trabajadores en activo, en los países subdesarrollados ha sido necesaria la participación del Estado como un factor de previsión social a su cargo, subsidiado con recursos públicos, sujeto a la

evolución que los sistemas han sufrido por aspectos de viabilidad financiera; esta participación se ha encontrado acertada por la facultad coercitiva para obligar a los trabajadores en el sector empresarial a sujetarse a un plan de pensiones que resuelva su ingreso ante su retiro, no así para productores agrícolas independientes, que tienen la opción del seguro voluntario, pero no incluye planes para el retiro.

La edad promedio de la Población Económicamente Activa (PEA) en México es de 38 años, pero en el sector rural oscila alrededor de los 55 años. Las edades en torno a este promedio, observadas en la Encuesta Nacional Agropecuaria de 2014, mantienen las siguientes proporciones, en una población total muestra de 3 millones 798 mil productores: un 35.8% de 46 a 60 años de edad, el 29.4% entre 61 y 75 años, el 9% de 76 a 85 años y en contraparte, el 22.2% entre 26 y 45 años (ENA-INEGI, 2014).

Tales porcentajes indican en la muestra que más de un millón quinientos mil productores, casi el 40% de la población adulta rural, se encontraban en edades fuera de capacidad plena laboral, mientras que el padrón de derechohabientes del IMSS, al 31 de diciembre 2014, tenía afiliados a 576,888 trabajadores del sector Agrícola, ganadero, silvícola, de pesca y caza, representando un 0.03% del total de asegurados, cifra solo incluye a personas que mantienen una relación formal con empresas procesadoras agropecuarias, por tanto, los pequeños productores independientes quedan fuera del esquema de aseguramiento y en consecuencia, de la posibilidad de obtener una pensión (IMSS, 2014)

Desinterés de los pequeños agricultores por el aseguramiento agrícola

Es compleja la posibilidad del pequeño productor para adquirir un seguro agrícola, y más aún, para que ese proceso adquisitivo se convierta en un esquema de ahorro. La factibilidad para adherirse al esquema de aseguramiento que se propone, requiere de un estudio de las potencialidades del productor, que

actualmente se encuentra posicionado en la franja objetivo de los programas de gobierno incluyente, cuyos esfuerzos y recursos están siendo encausados en medida considerable hacia los sectores desprotegidos

La encuesta a los hogares rurales realizada por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social para el ejercicio 2013, mostró que los ingresos de los productores localizados en las zonas de atención prioritaria, denominación que reciben las regiones de muy alta marginación, cuyos indicadores de pobreza ameritaron que fueran catalogados de manera oficial para ser beneficiarios de los programas de la Cruzada contra el hambre, programa social implementado para el sexenio 2013-2018, provienen de actividades distintas a la producción agrícola; por ejemplo, 82% de los hogares de esas regiones también recolectan leña, 81% explotan bosques y selvas, 70% cuentan con recursos provenientes de familiares migrantes en Estados Unidos, y 79%, de familiares migrantes en otras partes urbanas (CONEVAL, 2015).

Tales ingresos adicionados con la eventual venta de su producción, más bien de autoconsumo, generan un ingreso para los hogares de $118, en promedio, que ante un gasto de $161, resulta un desembolso deficitario de $43, cuyo origen se explica en los programas sociales de gobierno a los que tienen alcance y en los créditos informales obtenidos de tiendas locales y prestamistas (CONEVAL, 2015).

El ingreso por la venta de la producción agrícola, desde la perspectiva de la estratificación realizada para el diagnóstico del sector rural y pesquero para México en 2012, sectorizada en seis grupos de productores, en función de los ingresos por las ventas de sus productos, identificó que el estrato I, cuya producción es de autoconsumo, y que tuvo una población de 1,192,029 unidades económicas, no presentó ingresos por ventas de sus productos, pero el valor que estos representaron en su consumo ascendió al 30%; para el estrato II, denominado familiar de subsistencia con vinculación al mercado, los ingresos por las ventas de sus productos representaron un 45.9%; para el estrato III, llamado “En transición”, esos ingresos representaron un 73.9% de sus ingresos; para el

estrato IV, Empresarial con rentabilidad frágil, representaron un 79.6%; para el estrato V, Empresarial pujante representaron el 86%; y para el estrato VI, Empresarial dinámico, fueron el 93.7% de sus ingresos (Cambero, 2014).

El interés por el aseguramiento puede tener la lógica de que se da cuánto mayores sean los valores esperados; por tanto, a partir del estrato III habría una mayor preocupación por salvaguardar la integridad de los ingresos esperados por la venta de la producción agrícola, en tanto que el estrato II tendría cierta indiferencia ante la esperanza de los ingresos por la actividad agrícola, por cuanto que cerca de la mitad de sus ingresos provienen de esa fuente, mientras que para el estrato I, habría una absoluta indiferencia ante la integridad de algún ingreso por la actividad agrícola, toda vez que la mayor parte de sus ingresos provienen de otras fuentes, incluidos los apoyos gubernamentales en casi un tercio de ellos (Alvarado, 2004).

Para comenzar a perfilar la posible aversión al riesgo y la disposición a sacrificar una parte de los ingresos para el pago de una prima de seguro es posible tomar dichos referentes de los que el 27%, representado por la mayor parte de las unidades económicas rurales, estarían dispuestos a adquirir un seguro para sus cultivos, en tanto que el 73% de las unidades económicas, que son las ubicadas en los estratos I y II, no estarían dispuestos a pagar un seguro, pero no por ser amantes del riesgo y aventurarse voluntariamente a lo incierto de la actividad agrícola, sino porque los ingresos de esa actividad resultan insuficientes, tan solo para comprar la garantía de su obtención, teniendo que huir de la actividad en la búsqueda de otra fuente más segura (Cambero, 2014).

CAPÍTULO III. ARTÍCULOS PUBLICADOS

3. 1 Seguro para pequeños productores de maíz en el estado de Puebla

Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas volumen 9 número 4 16 de mayo - 29 de junio, 2018

Ma. del Rocío Ayvar Vargas[1§]
Abel Pérez Zamorano[1]
Marcos Portillo Vázquez[3]

[1]Programa de doctorado en Economía Agrícola-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México Texcoco km 38.5, Chapingo, Texcoco, Estado de México, CP. 56227. Tel. 01(595) 1089621. (ceemesabelpz@yahoo.com.mx; mportillo49@yahoo.com.mx).

§ **Resumen**

Para el pequeño productor agrícola del estado de Puebla, con hasta cinco hectáreas de superficie para la producción, no están a su alcance los sistemas de aseguramiento ofrecidos por el sector privado, ni los de seguros catastróficos ofrecidos por el gobierno. Entre las causas resalta la ausencia de una cultura de administración del riesgo y la falta de acercamiento a los servicios financieros formales. El presente estudio expone la propuesta de un esquema de aseguramiento agrícola y personal, bajo criterios de sencillez, ofrece al pequeño agricultor una alternativa asequible, que basa sus cifras financieras en los resultados de una regresión lineal calculada con datos de los rendimientos históricos de la región, por un periodo técnicamente viable, capaz de mostrar la tendencia y proyección a futuro en toneladas por hectárea. El costo de la prima de aseguramiento se obtiene aplicando el precio del producto en cuestión al promedio de las variaciones con respecto a su línea de tendencia, y el monto asegurado se obtiene valuando al mismo precio, el rendimiento estimado del ciclo inmediato posterior. Con este modelo se asegura que en el mediano plazo el productor reciba cada dos años un monto equivalente a la mitad de lo que paga por el seguro o bien, un fondo acumulado a su alcance para pensión o indemnización en etapas de desocupación.

Palabras clave: prima, regresión lineal, riesgos, seguro.

Recibido: abril de 2018
Aceptado: junio de 2018

Introducción

Son numerosos los riesgos a los que están expuestos los productores agrícolas en México, la naturaleza de la actividad agrícola realizada por los diferentes sectores de productores implica riesgos derivados del cambio climático, procesos

biológicos y variaciones de mercado, que impactan la producción y el rendimiento de los cultivos, así como la inversión y los ingresos, al respecto se señala que 78.2% de las pérdidas para los pequeños productores, son por causas naturales entre las que destacan las eventualidades climáticas. AGROASEMEX (2015). Aunado a estos, están expuestos también a los riesgos personales físicos y sociales que truncan temporal o permanentemente su capacidad o posibilidad productiva, para situar la problemática, 40.5% de la población del campo tiene 60 años o más de edad (ENA, 2014).

Los pequeños productores que poseen hasta cinco hectáreas de tierra agrícola en México, generan 39% de la producción agropecuaria nacional, producen 40% de los alimentos del país UNAM (2015), representan 67% de productores del campo, son responsables de 56.8% del empleo agropecuario, todo esto realizado 16.9% de la superficie cultivable cuya mayor proporción se trabaja bajo la modalidad de temporal (Administración, 2016).

México es uno de los países en desarrollo que posee avanzados esquemas de aseguramiento agrícola por índices con subsidio del gobierno o bajo el manejo de fondos de aseguramiento y aunque intenta priorizar al sector más vulnerable, las evaluaciones externas que se han practicado a los programas de gobierno para el aseguramiento, dan cuenta de que el sector de los pequeños productores sigue quedando fuera del alcance de estos beneficios además de los de seguridad social ya que sólo aplican en los esquemas de relación formal de trabajo.

La experiencia en los países subdesarrollados ha mostrado que solo subsisten los sistemas de aseguramiento altamente subsidiados por el estado, que más bien representan un cargo al gasto público que no se capitaliza en el incremento de los activos agrícolas, por el contrario, incentiva la intencional exposición del productor al riesgo para ser indemnizado.

La administración del riesgo debe ser escrupulosamente estudiado y estimado evitando, para beneficio del pequeño productor, la complejidad de los cálculos y estándares actuariales que han contribuido en los altos costos de estos servicios financieros y por tanto en la apatía del agricultor. Para ello es necesario identificar en la naturaleza del riesgo, el tipo de seguro conveniente que ofrezca certeza institucional y financiera. Una clasificación de seguros realizada por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón agrupa los más representativos en tres sectores: el seguro de cosecha, ingresos e índice. El primero requiere la determinación de los riesgos específicos por unidad agrícola, que representa altos costos administrativos, el segundo aunque garantiza la percepción del ingreso, es inherente a la variación de precios de los productos agrícolas y a la supervisión de la disminución de las cosechas, el seguro de índice es conveniente porque utiliza valores obtenidos de la medición de eventos

relacionados con la cosecha que pueden derivar de cuantificación climática o rendimiento por área, éste último subsidiado por los gobiernos.

Hardacker (2015) clasificó los riesgos agrícolas en riesgos humanos, riesgos de los activos de explotación, riesgos de producción, riesgos de mercado, riesgos institucionales, riesgos comerciales y riesgos financieros, por lo que el esquema aquí propuesto conceptualiza los riesgos climáticos y biológicos que disminuyen la producción y los riesgos del campesino en su persona que le impiden realizar la labor, como riesgos agrícolas que pueden conjuntarse en un solo fondo para su indemnización.

El riesgo moral y el riesgo de selección adversa pueden presentarse al establecer esquemas de aseguramiento dado el incentivo económico que representa para los individuos el asegurarse a tasas promedio, cuando están expuestos a una probabilidad de pérdida mayor que el promedio de la población, en este caso, se presenta un efecto conocido como "moral hazard" donde existe cierta indiferencia a la pérdida como consecuencia de la existencia de un seguro Arias (2006); sin embargo, se pretende que no impacten en esta propuesta.

El monto que el comprador de un seguro está dispuesto a pagar en función del ingreso esperado, por abatir la incertidumbre y contar con un ingreso en caso de pérdida, un valor finito a la tendencia creciente infinita de pagar más por un valor esperado cada vez mayor, descubriendo así que lo que se busca es una utilidad y que esta no es una línea paralela a la riqueza con la que pueda contar, sino que se incrementa a valores decrecientes, sustentando la afirmación: "la utilidad resultante de cualquier pequeño incremento de la riqueza será inversamente proporcional a la cantidad de bienes previamente poseídos" con lo que deja claro que una ganancia cierta y determinada, es más significativa para una persona pobre que para una persona rica. Por lo tanto el valor esperado está dado por:

$$E[x] = \sum px_i$$

Y la utilidad esperada está dada por:

$$E\,[(U(x)] = \sum p_i \quad {}_i$$

Y para ir hacia una utilidad marginal decreciente del ingreso, propuso una utilidad logarítmica neperiana de la cantidad de dinero, que resulta cóncava (Molinero, 1984):

$$U(x) = \ln x \Rightarrow E[U(x)] = E[\ln x] = \Sigma p_i \ln x_i$$

A esto surge la inquietud de hasta cuánto se está dispuesto a pagar para atenuar los efectos del siniestro, donde es útil la teoría de Markowitz (1959) que se

asocia a la distribución de probabilidad de los rendimientos, en esta, la cuantificación para medir el riesgo total de una inversión es la varianza o la desviación típica de sus rendimientos, donde por un lado es a través de los rendimientos esperados determinados por la suma de los productos de los distintos rendimientos por sus probabilidades:

$$E(r)= \sum_{i-1} P_i r_i$$

Donde: $_ir$ denota el rendimiento de i de la distribución de probabilidad y p_i la probabilidad que el rendimiento i ocurra y, hay n posibles tasas de rendimiento o por medio de la varianza (o la desviación típica) de los rendimientos, siendo la primera, con las notaciones aludidas igual a (Markowitz, 2006).

$$\sigma^2= \sum_{i=1}^{n} P_i \, [r_i - E(r)]x^2$$

El estudio Guitton (1954) en su libro oscilación y crecimiento, muestra cómo la alta variación de los datos con respecto a su media en un ciclo largo, toma una tendencia decreciente o negativa, mientras que una menor variación muestra una tendencia de crecimiento por apreciarse en un periodo extenso, cuya sucesión cíclica de datos no tienen autonomía perfecta, lo que resulta útil para las expectativas de estabilidad de los ingresos del pequeño productor, en función a la cobertura que ofrece un sistema de seguros para momentos de rendimientos negativos, él considera los lapsos de acuerdo al objeto de estudio y ejemplifica con lapsos de diez años. Aunada la viabilidad del lapso desde la perspectiva de negocio como lo señaló Schumpeter (1935), quien definió como ciclo medio un lapso de cinco a diez años (Sotelo, 2003).

Hipotéticamente se considera que un esquema de seguro agrícola para pequeños productores, que sea realizado a partir de una regresión sobre rendimientos históricos regionales, hará de la determinación del costo de la prima y el monto asegurable, un mecanismo sencillo que pueda prescindir de los costos por riesgo moral y riesgo de selección adversa, disminuyendo así sus costos administrativos. La sencillez del modelo y su requerimiento únicamente del cálculo de las variaciones sobre la tendencia central, y la estimación del rendimiento subsecuente del ciclo de producción de que se trate, emite el costo de la prima y el monto a asegurar con solo aplicar el precio vigente en el mercado local, del producto a asegurar, cuya acumulación de fondos en instituciones de seguros o bancarias, permitirá su disponibilidad para reembolsar la baja siniestralidad, la desocupación o la pensión por cesantía en edad avanzada.

Este esquema de aseguramiento permitirá transferir el riesgo al sector especializado, a la vez que utilizará un mecanismo sencillo y de bajo costo para que resulte accesible al productor y atractivo a la aseguradora comercial, con las

expectativas de que su adopción sea del interés del sector de pequeños agricultores para coadyuvar a la estabilidad de sus ingresos, y sea el precedente de una aproximación a la auto-gestión del riesgo y la aproximación al uso de los modernos servicios financieros.

En cuanto a los objetivos planteados, se analizan los datos de los rendimientos de cultivo de maíz de los diferentes Distritos de Desarrollo Rural (DDR) del estado de Puebla por un periodo de 12 años, obteniendo las regresiones lineales y las proyecciones para la determinación del costo de la prima y la suma asegurada, a fin de identificar su razonabilidad, así mismo se aplican las fórmulas financieras de anualidades a los costos de las primas para determinar la cuantificación de los fondos que se prevén disponibles para las indemnizaciones, cerciorándose así de la sencillez del esquema de determinación del seguro agrícola para el pequeño productor.

Materiales y métodos

El diseño del esquema de un seguro para el pequeño agricultor, incluye en su estructura dos vertientes, el cálculo de la prima y la cobertura del seguro y la inversión que a manera de ahorro facilite al productor la disponibilidad de los fondos acumulados para las indemnizaciones, ambos planos basados en principios académicos.

El principal instrumento empleado para el cálculo del costo de la prima y la determinación de la cobertura agrícola, es la técnica estadística de regresión aplicada a datos de producción y rendimientos del cultivo básico (para este caso el maíz blanco), calculado en el programa Statistical Analisis System (SAS) que proporciona la ecuación de estimación.

Bajo el principio de la teoría de los ciclos económicos como fundamento del instrumental utilizado, se tomará un periodo de catorce años (2000-2013) de rendimientos del cultivo de referencia por cada DDR publicados por el Sistema de Información Agrícola y Pecuario (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Las variables para la regresión son el tiempo y el rendimiento por hectárea, de cuya la gráfica de dispersión y línea de tendencia central resultante, muestra las variaciones de los rendimientos, de las que su promedio será la base para el costo de la prima y la estimación futura 2014 y 2015 será la base para el monto asegurable.

Para economizar la extensión del presente artículo, se presenta la aplicación de dos DDR que denotan resultados distintos explicados a partir de la

heterogeneidad de altura, humedad, tipo de suelo, temperatura, tecnología e infraestructura de riego, esta sectorización es subdividida a su vez por ciclo productivo y por régimen hídrico.

La secuencia de instrucciones a ingresar en el programa SAS es el siguiente: Primera instrucción: data maíz (indicando el nombre del conjunto de datos). Segunda instrucción: Input T R (indicar el ingreso de las dos variables: tiempo y rendimientos) tercera instrucción: T2=T*T; T3= T2*T, (instruye que las variables se pueden integrar una función cuadrática si la tendencia se ciñe a la curva de una concavidad o una posible función cúbica si la curva de tendencia se muestra en dos concavidades).

Cuarta instrucción: Cards (indica la entrada de los datos de las variables). Se incluyen los años a estimar colocando solo un punto en la variable rendimiento y se cierra el listado de valores con un punto y coma como señal de que la lista de valores ha concluido. Quinta instrucción: Proc Plot; Plot R*T, (indicando que se realice el procesamiento del gráfico de la distribución de los rendimientos anuales en el plano cartesiano y que considere las variables R y T en el eje de las Y y en el eje de las X respectivamente.

Sexta instrucción: Proc Glm; Model r= t t_2 t_3/predicted (instruyendo la ejecución de una regresión con las variables R y T y con la T2 y T3, que dan concavidad(s) a la línea de tendencia si así lo señala el comportamiento de los rendimientos en el periodo analizado. El trazado de una curva cuadrática o cúbica de valores estimados entre las dos variables tal que la variación de los valores de la dispersión, queden por encima de dicha curva (positivos) y por debajo (negativos) según su ubicación, pero que aseguren variación equivalente. Cada instrucción se cierra con el signo (punto y coma) para indicar que la instrucción de que se trata concluye ahí y que debe continuar con la siguiente.

Una vez que se han concluido las instrucciones citadas se “corre” el programa accionando el ícono “run” o su ventana equivalente con lo que procesa y muestra los resultados.

El esquema de ahorro vinculado al pago de la prima de seguro, se calcula mediante la fórmula financiera para anualidades, en la expectativa de que el pago de las primas sea análogo al sistema de ahorro, donde la inversión se acumule en un fondo operado similarmente a los sistemas de ahorro para el retiro y permita su disponibilidad para indemnizar nulos rendimientos, épocas de desocupación o pensión. Las estimaciones de la acumulación de fondos se obtienen mediante (Weston, 2012).

$$m * \left(\frac{(1+i)^r - 1}{i} \right)$$

Donde: i= tasa de interés del periodo; r= número de periodos; m= monto de las inversiones.

Resultados y discusión

La carga y corrida de datos en SAS de las variables tiempo en años, y rendimientos en toneladas de maíz por hectárea en los DDR de Teziutlán y Zacatlán del estado de Puebla, por los ciclos de producción primavera e invierno en los regímenes hídricos de riego y de temporal, emitieron los resultados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Teziutlán Puebla ciclo primavera-verano régimen hídrico temporal.

Procedimiento GLM
Variable dependiente: R

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	3.01501582	3.01501582	19.32	0.0009
Error	12	1.87258418	0.15604868		
Total correcto	13	4.88760000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	R Media
0.616870	25.00190	0.395030	1.580000

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
T	1	3.01501582	3.01501582	19.32	0.0009
T2	0	0.00000000	.	.	.
T3	0	0.00000000	.	.	.

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
T	0	0	.	.	.
T2	0	0	.	.	.
T3	0	0	.	.	.

Parámetro	Estimación	Error estándar	Valor t	Pr > |t|
Término in	232.5700440 B	52.55080722	4.43	0.0008
T	-0.1151209 B	0.02619023	-4.40	0.0009
T2	0.0000000 B	.	.	.
T3	0.0000000 B	.	.	.

Muestra la R^2 como un indicador de qué tan lejanos están los datos observados con respecto a los estimados por la línea de tendencia; cuando es elevada (valor cercano a 1) indica que la variación de datos con respecto a la línea de tendencia es baja y cuando es baja (valor cercano a 0) indica que los datos observados son lejanos a la línea de tendencia. El Coeficiente de variación, T^2 y T3 es 0 indicando que no aplicaría una función cuadrática ni una función cúbica. La

media de los cuadrados para valor del punto partida, es 3.01501582 y la prueba de F es inferior por lo que es significativa; sin embargo, para la función lineal ofrece el estimado del intercepto y del valor de la variable T para integrar la variable dependiente R con un error estándar de 0.02619023, para el intercepto 232.570044 y de -0.1151209 para el estimado de T, mismos que se aceptan dado que cumplen el parámetro de la prueba de t. De ahí que la función es:

R= 232.570044 - 0.1151209T

En la salida también despliega los valores de los datos observados y de los estimados mostrando las variaciones como residuales resultantes, establecidos en tres columnas cuyas filas corresponden a la operación aritmética de cada uno de los valores observados con respecto a sus estimados.

Comprueba que la suma de los residuales efectivamente suman cero ratificando que la tendencia estimada, es justamente neutral entre la dispersión de valores por arriba de la línea de tendencia que son positivos y los que se dispersan por debajo de la línea cuyos valores son negativos, por consiguiente también indica que la suma de los cuadrados de los residuales suman cero; sin embargo, la suma de los cuadrados de los residuales convertidos en positivo dada su elevación al cuadrado es 1.87258418 reiterando que los valores observados están un tanto alejados de la línea de tendencia estimada.

También indica que nivel de correlación tienen entre si las variables, dato que es útil para descartar cualquier dependencia de valores y asegura lo que pasa en los diferentes periodos que no está en función de los periodos que anteceden o proceden (Cuadro 2).

Cuadro 2. Procedimiento GLM, en el sistema SAS.

Sistema SAS

Procedimiento GLM

Observación	Observado	Predichos	Residual
1	1.96000000	2.32828571	-0.36828571
2	2.17000000	2.21316484	-0.04316484
3	2.30000000	2.09804396	0.20195604
4	2.00000000	1.98292308	0.01707692
5	2.00000000	1.86780220	0.13219780
6	2.50000000	1.75268132	0.74731868
7	1.72000000	1.63756044	0.08243956
8	0.75000000	1.52243956	-0.77243956
9	1.18000000	1.40731868	-0.22731868
10	1.60000000	1.29219780	0.30780220
11	1.31000000	1.17707692	0.13292308
12	0.56000000	1.06195604	-0.50195604
13	1.26000000	0.94683516	0.31316484
14	0.81000000	0.83171429	-0.02171429
15 *	.	0.71659341	.
16 *	.	0.60147253	.

* Estimados automáticamente por el programa

Suma de residuales	-0.00000000
Suma de residuales cuadrados	1.87258418
Suma de residuales cuadrados - Error SS	0.00000000
Autocorrelación de primer orden	0.01357853
Durbin-Watson D	

Convirtiendo los resultados numéricos en la Figura 1, quedarían expresados de la forma siguiente.

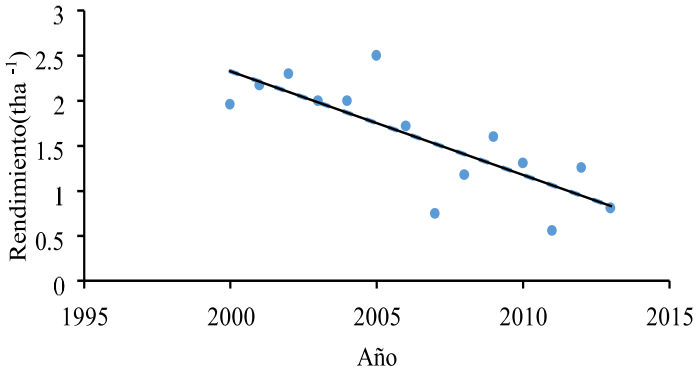


Figura 1. Tendencias de los rendimientos en el cultivo de maíz blanco en Teziutlán, Puebla. Ciclo primavera-verano, riego.

Se aprecia que la línea de regresión estimada muestra una ligera tendencia a la baja como lo indica el coeficiente negativo de la variable (T) analizada y que esta tendencia es acorde con una mediana variación de los rendimientos en el período analizado, por lo que la prima de seguro será de magnitud mediana mientras no se modere la inestabilidad de los rendimientos.

El promedio de las desviaciones de los rendimientos con respecto a la línea de tendencia en este caso es de 0.2764113 toneladas o bien 276.64 kg que valorados a un precio hipotético de 3 pesos por kg como precio al momento de pagar la prima de seguro para 2015, esta ascendería a $829.23 pesos por hectárea. La suma asegurada para este caso es el cociente que resulta de multiplicar el rendimiento esperado para 2015 por 0.6015 t ha^{-1}, por precio hipotético de $3,000 por tonelada que resulta en $1 804.50 (Cuadro 3 y Figura 2).

Cuadro 3. Zacatlán Puebla ciclo primavera-verano régimen hídrico riego.

Sistema SAS
Procedimiento GLM

Variable dependiente: R

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.06800119	0.06800119	0.20	0.6662
Error	12	4.17279881	0.34773323		
Total correcto	13	4.24080000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	R Media
0.016035	22.42164	0.589689	2.630000

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
T	1	0.06800119	0.06800119	0.20	0.6662
T2	0	0.00000000	.	.	.
T3	0	0.00000000	.	.	.

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
T	0	0	.	.	.
T2	0	0	.	.	.
T3	0	0	.	.	.

Parámetro	Estimación	Error estándar	Valor t	Pr > |t|
Término in	34.15150259 B	71.28084035	0.48	0.6405
T	-0.01570466 B	0.03551350	-0.44	0.6662
T2	0.00000000 B	.	.	.
T3	0.00000000 B	.	.	.

Sistema SAS
Procedimiento GLM

Observación	Observado	Predichos	Residual
1	2.90000000	2.74217617	0.15782383
2	3.00000000	2.72647150	0.27352850
3	2.80000000	2.71076684	0.08923316
4	2.70000000	2.69506218	0.00493782
5	2.50000000	2.67935751	-0.17935751
6	2.86000000	2.64794819	0.21205181
7	1.00000000	2.63224352	-1.63224352
8	3.00000000	2.61653886	0.38346114
9	3.00000000	2.60083420	0.39916580
10	3.21000000	2.58512953	0.62487047
11	2.00000000	2.56942487	-0.56942487
12	2.20000000	2.55372021	-0.35372021
13	2.79000000	2.53801554	0.25198446
14	2.86000000	2.52231088	0.33768912
15 *	.	2.50660622	.

* La observación no se ha usado en este análisis
Datos de 2000 ╥ 2013 , el 2015 no cuenta con dato.

Suma de residuales	0.00000000
Suma de residuales cuadrados	4.17279881
Suma de residuales cuadrados - Error SS	-0.00000000
Autocorrelación de primer orden	-0.16748254
Durbin-Watson D	2.30166792

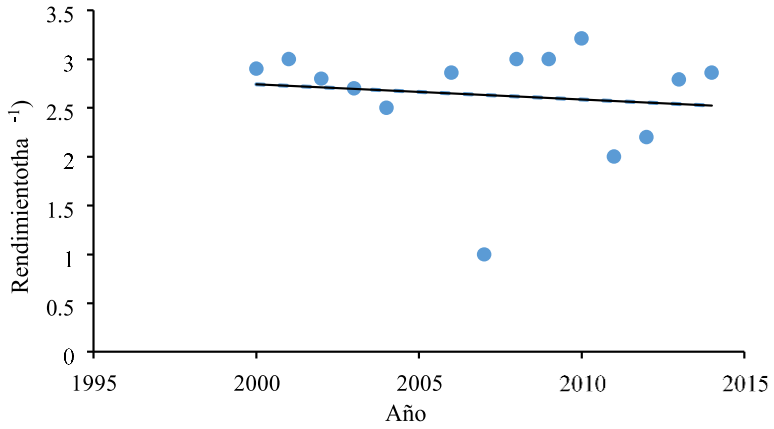


Figura 2. Regresión lineal y tendencia de los rendimientos en Zacatlán, Puebla. Ciclo primavera-verano, riego.

Los resultados para la variable independiente T muestran la aplicación de la función lineal dada la exclusión de función cuadrática y la función cúbica ya que el valor estimado para T^2 y T3 es 0.

La media de los cuadrados para valor del punto partida es 0.06800119 y que la prueba de F es inferior por lo que es significativa; sin embargo, para la función lineal ofrece el estimado del intercepto y del valor de la variable T para integrar la variable dependiente R con un error estándar de 0.03551350, para el intercepto 34.15150259 y de -0.01570466 para el estimado de T mismos, se aceptan dado que cumplen el parámetro de la prueba de t. De ahí que la función es:

R= 34.15150259-0.01570466T

La tendencia es acorde con una alta variación de los rendimientos en el período analizado, por lo que la prima de seguro será de magnitud alta mientras no se modere la inestabilidad de los rendimientos.
El promedio de las desviaciones de los rendimientos con respecto a la línea de tendencia en este caso es de 0.39067802 toneladas o bien 390.68 kg, que valorados a un precio hipotético de 3 pesos por kg como precio al momento de pagar la prima de seguro para 2015, esta ascendería a $1 172.03 pesos por hectárea.

La suma del rendimiento esperado para 2015 por 2.50660622 t ha^{-1}, por el precio hipotético de $3 000.00 por t que resulta en $7 519.82, siendo este el importe de la suma asegurada.

Un cálculo financiero bajo el principio de anualidades para acumular el pago de las primas a manera de fondo de ahorro individual durante un periodo de cinco

años y una tasa conservadora de 5.31% anual (tasa que aplica con base en CETES el simulador del sistema de ahorro para el retiro de la CONDUSEF) arroja lo siguiente paran un productor que asegura 5 ha de siembra de maíz en Teziutlán:

Prima de seguro: $829.23 * 5 ha = $4 146.00 ahorro anual

$$\$4\ 146.00\left(\frac{(1+.0531)^5-1}{0.0531}\right)=\$23\ 052.00$$

Asimismo, la cifra del reembolso bianual de 50% de las primas pagadas es: = $4 146.00.

Para el caso del pequeño productor que asegura 5 ha de siembra de maíz en Zacatlán:

Prima de seguro: $1 172.00 * 5 ha = $5 860.00 ahorro anual.

$$\$5\ 860.00\left(\frac{(1+0.0531)^5-1}{0.0531}\right)=\$32\ 581.00$$

O bien, la cifra del reembolso bianual de 50% de las primas pagadas es: = $5 860.00

Las particularidades que posee el esquema de seguro agrícola y social propuesto y que lo distinguen del esquema del seguro tradicional, son que las variables sobre las que se determina el costo de la prima y la proyección de la suma asegurada, provienen de las variaciones de los rendimientos y su tendencia por lo que no requieren comprobaciones de la inversión de la siembra o que un ajustador de fe del daño a la producción, situación que además de blindar la autenticidad de la información, no incurre en costos de riesgo moral y selección adversa, se enfoque es mantener la estabilidad de los ingresos del productor inhibiendo la intención de cualquier acto que vicie su potencial capacidad productiva.

Los tipos de riesgos agrícolas a los que se puede enfrentar el productor ya se encuentran implícitos en el modelo al considerar su probabilidad en el comportamiento histórico de los rendimientos y por lo que respecta a la vigencia de las tarifas, este goza de mantener implícita la actualización toda vez que los cálculos son en productos en especie y al momento de la realización de las operaciones financieras se corre con el precio vigente regional.

Por otra parte, la Ley del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMMS), señala en el artículo 154 que la Cesantía en edad avanzada es cuando el asegurado quede

privado de trabajos remunerados a partir de los 60 años de edad, cuando en el campo agrícola, 40.5%, de las personas se encuentran en esa edad y más. Circunstancias que ameritan cada vez más pensar en la sustentabilidad financiera de este sector, además de una gradual autonomía del subsidio que aunque se observa entre 50 y 70% de la prima en la mayoría de los países subdesarrollados, notoriamente está en decremento como se puede observar en la asignación presupuestal que para 2011 sumaba 19 165.3 millones de pesos, 2.63 veces arriba del gasto programable asignado a la Cámara de Diputados (DOF y PEF (2011) mientras que para 2016 la asignación disminuyó un 91 por ciento para quedar en 1 668.9 millones de pesos, que representa tan solo 22% del gasto programable asignado a la Cámara de Diputados (PEF, 2016).

Conclusiones

El esquema de seguridad para los pequeños productores de maíz del estado de Puebla que se propone, utiliza una metodología sencilla y práctica que ofrece una alternativa para transferir su riesgo hacia el sector especializado, además de generar fondos de ahorro individuales que estén disponibles para cubrir contingencias, desocupación involuntaria temporal e inclusive pensión en etapas avanzadas de su vida.

También el esquema de seguridad, permite erradicar trámites complejos u onerosos, redundando en más beneficios que los del aseguramiento tradicional. Asimismo, se abre la posibilidad de la adopción creciente de esta estrategia en pro de reducción de los riesgos, la estabilidad de los ingresos y el acercamiento a los servicios financieros.

Finalmente es una primicia en la perspectiva de una gradual independencia del susidio gubernamental, que de conocimiento público es su decreciente tendencia.

Literatura citada

Administración. 2016. Valor al campesino, vida, nutrición y riqueza para México. Valor al campesino: http://valoralcampesino.org/2016/09/29/iniciativa-valor-al-campesino-exigemayor-atencion.

AGROASEMEX. 2015. Boletines informativos. Reducción de primas de aseguramiento agrícola. www.agroasemex.gob.mx/comunicados/boletines.

Arias, R. S. 2006. El seguro agrario como instrumento para la gestión del riesgo de riesgos. Madrid. Ponencia en el Palacio Municipal de Congresos.

BANXICO. 2016. Banco de México. Sistema financiero mexicano. http://www.banxico.org.mx/divulgacion/sistema-financiero.html#seguros.

Burgaz, F. J. 2004. Gestión del riesgo agropecuario en América Latina y el Caribe. Madrid. Entidad Estatal de Seguros Agrarios.

Bruce I. J; Kenneth N. Levy, CFA. and Harry M. M. Trimability and fast optimization of long- short portfolios. Financial Analysts Journal. 62(2):36-38. doi:https://doi.org/10.2469/ faj.v62.n2.4082.

Chile, S. D. 2016. Superintendencia de valores y seguros. http://www.svs.cl/portal/principal/605/ w3-channel.html.

CONDUSEF. 2013. Evaluación 2013, servicios de aseguradoras. México. CONDUSEF.

CONEVAL. 2014. Encuesta a hogares rurales. México. CONEVAL.

DOF y PEF. 2011. Presupuesto de egresos de la federación para el ejercicio fiscal 2011. Diario Oficial de la Federación. 72-77 pp.

David, C. and Hatch, M. N. 2012. Un instrumento para la gestión del riesgo. Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

ENA. 2014. Encuesta Nacional Agropecuaria 2014. México. INEGI.

ENOE. 2016. Encuesta Nnacional de Ocupación y Empleo. Aguascalientes. INEGI.

Guitton, H. 1958. Fluctuations Economiques (primera edición, Vol. I). A. Universidad de Buenos Aires, Ed., & D. García Daireaux, Trad. París, Francia: Dalloz. Coping with risk in agriculture. CABI International. USA.

INEGI. 2014. Encuesta Nacional Agropecuaria 2014. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Acceso a la Información. México: INEGI. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/ contenidos/productos//prod-serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva-estruc/ promo/ena2014-pres.pdf.

Drakeford, J. y Benfield, A. 2013. Agricultural Insurance: a growing class of business globally. USD forum: http://purl.umn.edu/146639.

Fred, J. W, Eugene F. B. 2012. Fundamentos de Administración Financiera (novena ed., Vol. I). (J. G. Mont, Trad.) México, México: Mc Graw Hill.

Hardacker, J.; Brian, L. G.; Anderson, J. R.; Hulrne, R. B. 2015. Coping with Risk in Agriculture (Tercera ed., Vol. I). (C. E. Parfitt, Ed.) Boston, USA: CABI International.

Ledesma, M. A. 2007. Agronegocios. México: El Ateneo.

Markowitz, J. B. 2006. Trimability and fast optimizations of long-short portafolios. Financial Analysis. 45-51 pp.

Molinero, J. M. 1984. La contribución de Daniel Bernoulli y Gabriel Crame. Cuadernos de Ciencias Económicas y Empresariales. 13:9-27 pp. https://dialnet.unirioja.es/ servlet/articulo?codigo=2290140.

Monterrey, I. T. 2016. Evaluación de diseño programa de aseguramiento agropecuario. México:
MOCYR.

Morales, G. M. 1995. Métodos estadísticos para actuarios. Madrid, España: Complutense.

PEF. 2016. Presupuesto de egresos de la federación para el ejercicio 2016. Diario Oficial de la Federación. 38-44 pp.

Pozo, M. E. 2004. Evaluación del programa de subsidio al seguro agropecuario 2003. Querétaro: ITESM.

Serra A. R. 2006. El seguro agrario como instrumento para la gestión de riesgos. En CD Europea (Ed.). Conferencia internacional sobre seguros agrarios, una herramienta imprescindible para los agricultores y ganaderos. Madrid, Phytoma. 185:3-8. http://www.mapama.gob.es/es/enesa/publicaciones/08-ricardo-serra-17-nov-tcm30130509.pdf.

Sharpe. 2006. Investors and markets: portafolio choices, assets prices and investment advice. Financial Analysis Journal. 60-65 pp.

Sotelo, N. M. 2003. Teorías y modelos macroeconómicos. Madrid: ESIC.

Thérese, S. J. 2014. Desarrollo y surgimiento de los microseguros agrícolas. Luxemburgo: Microsinsurance Network.

UNAM. 2015. La Jornada. Subsidios al campo para proponer un esquema de aseguramiento que le sea útil y asequible: www.unam.lajornada.mx.

3.2 Modelo de aseguramiento comercial privado

Marcos Portillo Vázquez[1], Francisco Pérez Soto[1] , Ma. del Rocío Ayvar Vargas[2]
[1]Profesores de la División de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Autónoma Chapingo. Email: mportillo49@yahoo.com.mx, perezsotofco@gmail.com

[2]Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola de la División de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Autónoma. Email: rocioayvar@yahoo.com.mx

Publicado en las Memorias del Cuarto Congreso Internacional de Ciencias Básicas llevado a cabo el 1 y 2 de octubre de 2015 en la Universidad Autónoma Chapingo.

Resumen

El Gobierno Federal ha incentivado la práctica de seguros agrícolas con fuertes subsidios a los productores usuarios de estos servicios, pero la forma en que han sido canalizados los gastos para fortalecer la práctica de los seguros no ha sido suficiente para lograr, sobre todo entre productores pequeños, generalizar esta práctica. El modelo de seguros agrícolas propuesto en este artículo es una variante de los incentivos que emplean las Bolsas de Valores en sus prácticas de las llamadas Coberturas, donde quien adquiere estos documentos, recibe beneficios adicionales a los obtenidos en un seguro, que consisten en que el productor que asegura su cultivo, por lo menos cada dos años recibe un rembolso de la prima que paga por derecho de quedar asegurado contra pérdidas de sus cosechas. A diferencia de los seguros tradicionales, se propone que el monto a pagar por concepto de las primas de seguro, se determinen con información de campo obtenida y proporcionada por especialistas y técnicos gubernamentales que están más cerca de los productores. Adicionalmente se considera que se deben determinar montos diferentes de prima de seguro por región agrícola, por cultivo, por ciclo agrícola y por tipo de tecnología de producción.

Palabras clave: seguro agrícola, subsidios al productor, crecimiento.

Introducción

Los sistemas de seguros agrícolas, por la forma en que operan actualmente, son de difícil acceso para los productores agrícolas calificados como minifundistas, aunque también son poco aceptados y menos practicados por los medianos e incluso grandes productores. Se puede decir que en México los seguros agrícolas funcionan más por la promoción y en ocasiones imposición de instancias gubernamentales que tienen el propósito de fortalecer la cultura de los seguros agrícolas, acción en la que se ha conseguido relativamente poco terreno no obstante que en muchos casos los seguros agrícolas cuentan con fuertes subsidios para tratar de incrementar esta práctica.

Para productores rurales especialmente los pequeños productores agrícolas, resulta oneroso el pago de primas de seguro y si las tienen que financiar con sus propios recursos resultan menos aceptables.

La razón principal puede ser que los sistemas de seguros existentes, así como los sistemas crediticios dirigidos al campo mexicano han significado costos relativamente altos para pequeños productores lo que los hace poco atractivos. Es en este rubro en el que se debe trabajar para volverlos de mayor interés para los productores y es en este aspecto donde se centra la atención del presente trabajo.

El problema

Para los productores medianos y pequeños, el costo de las primas de seguro resultan ser muy elevados y los beneficios que pueden obtener son muy poco comprendidos, la forma en que se han promovido por parte del Gobierno Federal ha creado consecuencias negativas como el aceptarlas sólo si cuentan con un significativo apoyo financiero.
El problema que da origen a los seguros agrícolas es la inestabilidad de los volúmenes de producción generados por la presencia eventual de condiciones climáticas desfavorables para los cultivos y sus consecuencias sobre los ingresos de los productores. No obstante este serio problema en procesos de producción agrícola y que los seguros cubren a los productores contra estas estas eventualidades, la práctica de asegurar sus cultivos es muy escasa entre los agricultores de México, especialmente entre los llamados pequeños productores.

Ante la problemática planteada, se pretende elaborar modelos de organización del mercado de seguros para incorporar esquemas innovadores de aseguramiento en el medio rural.

Diseñar esquemas viables y atractivos para pequeños productores con el propósito de hacer atractiva la práctica de los seguros agrícolas con mejores beneficios que los proporcionados por los esquemas actuales de seguros agrícolas. Una parte importante que da origen a buscar nuevas alternativas y atractivos para promover la cultura de los seguros agrícolas es que es posible reducir significativamente el costo que deben pagar los productores por concepto de prima de seguro.

Metodología

El principal instrumento metodológico empleado en este estudio es la técnica estadística de regresión, aplicada a datos de producción y rendimientos de cultivos básicos.

La Teoría de los ciclos económicos, fundamenta el instrumental utilizado especialmente el principio económico que señala que ante una situación estable

crecimiento del PIB, su tasa de crecimiento es más alta que cuando se tiene una amplia variación en el comportamiento del ingreso nacional captado a través del Producto Interno Bruto.

En apego a los principios teóricos mencionados, se aplican los procedimientos de regresión a datos estadísticos de producción y rendimientos de cultivos en México, para generar un modelo de seguros agrícolas más aceptable por los medianos y pequeños productores de cultivos básicos.

acuerdo con la teoría de los ciclos, aun cuando las condiciones climáticas son buenas y se obtienen altos niveles de producto, se da una disminución en su precio por exceso de oferta lo que impacta en tendencia a disminución de los ingresos del productor.

Si las condiciones climáticas son desfavorables se dan altos precios del producto en el mercado por las bajas en producción que imprime disminución en la oferta, y repercute en bajos ingresos del productor porque posee poco producto para ofrecer, por lo que también sus ingresos suelen ser bajos.

Si estas variaciones son fuertes y continuas, la consecuencia que se deriva es que muchos de los productores tienden a abandonar la actividad y en el mediano plazo la oferta de productos agrícolas se ve disminuida y no responde a las necesidades de la creciente demanda impulsada por el constante aumento de la población consumidora.

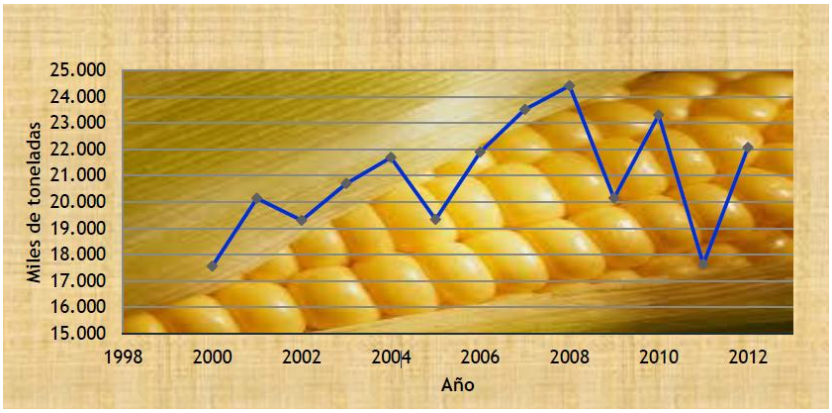
Está demostrado que en la economía de un país, en el mediano y largo plazo, si la variación anual en el valor de la producción es amplia, la tasa de crecimiento de la producción es baja, mientras que si esas variaciones son moderadas, la tasa de crecimiento del producto tiende a ser más alta. Por lo que las medidas a aplicar para disminuir la variación en ingresos de los productores son aquellas que favorezcan una mayor estabilidad en sus ingresos anuales. Frías 2012.

El procesamiento de datos se realiza con valores de producción obtenida de maíz blanco en el país, aunque es únicamente para ilustrar el procedimiento propuesto para el cálculo de la prima de seguro que al llevarlo a la práctica, debe ser por región agrícola muy específica.

Resultados

El principio teórico de los ciclos económicos es aplicable a productos por separado. Si se observan datos de producción anual de maíz en México y se traza una línea de tendencia, puede observarse que durante el periodo en que los datos de producción se alejan más de la línea de tendencia (inestabilidad de los ingresos en el periodo 2008-2012) la línea de tendencia presenta una tasa de crecimiento no sólo más baja sino que en este caso es negativa, mientras que en el periodo previo (2000-2008) donde la variación es moderada, la línea muestra una tendencia a la alza en la producción. Ver gráfica 1.

Gráfica 1. Producción de maíz grano, en México
(Miles de toneladas)



Se puede observar tendencia creciente de la producción de maíz en los primeros años y tendencia decreciente en los últimos, éste último periodo está, asociado a una mayor inestabilidad de la producción.

La tendencia de inestabilidad y crecimiento negativo de la producción puede revertirse hacia un crecimiento sostenido si se da mayor estabilidad a los ingresos de los productores. En este caso se entiende que una tendencia es estable si los valores observados cada año no difieren significativamente de los valores de una línea que puede ser horizontal cuando la producción de un bien se mantiene en un mismo nivel de producción en el tiempo o como es deseable en términos de crecimiento, con pendiente positiva.

La estabilidad en producción debe reflejarse en estabilidad de los ingresos de los productores, que puede lograrse con un sistema de aseguramiento en que el productor pague una prima anual a la aseguradora y reciba de parte de ésta, una compensación en los años en que su producción quede por debajo de la línea de tendencia de la producción.

Principios de Política Pública:

Es necesaria la participación activa de los productores en el proceso, en este caso el pago de la prima de seguro, para lograr crecimiento sostenido de la producción y contribución al crecimiento de la economía nacional. En este caso, la sugerencia es que las medidas para garantizar el crecimiento sostenido sea interés genuino de los productores y que por lo tanto sea éste quien pague el seguro.

La cobertura del seguro debe garantizar el ingreso correspondiente al valor del producto marcado por la línea de tendencia para cada año de operación.

La prima de seguro debe ser en términos reales (medido en kg de producto al precio vigente en el momento de la operación)

La prima de seguro debe ser igual al promedio de las desviaciones de la producción por hectárea con respecto a la línea de tendencia en un período histórico de entre 6 y 8 años que contenga al menos un año de consecuencias desastrosas para el cultivo.

El periodo para determinar el valor de la prima de aseguramiento, puede tener tres opciones a elegir de forma individual por los productores:

a) El periodo con el que se calcula la prima de aseguramiento debe incluir un año de resultados catastróficos (con producción menor a la mitad de lo esperado) para que se contemple en el cálculo del valor de la prima. Y en caso de evento de este tipo, la instancia aseguradora pague los daños.

b) Sin incluir el año de siniestro y en este caso el productor paga una menor cuota por concepto de prima de seguro y asume el riesgo de tener un año catastrófico sin que sea cubierto por el Seguro, por lo menos no en su totalidad

c) Sin incluir el año de un evento catastrófico (en este caso el promedio para el cálculo conduce a una prima de aseguramiento de menor monto) y el seguro catastrófico puede ser cubierto por el Gobierno Federal o Estatal, quienes normalmente disponen de presupuesto anual para cubrir estas eventualidades.

Debe ser totalmente válido emitir diferentes valores de prima de aseguramiento para un mismo producto, en una misma región, por ejemplo: una prima de seguro para maíz de riego y otra para maíz de temporal dentro de un mismo CADER, ambas calculadas con sus respectivas líneas de tendencia de rendimientos. De no ser así, su valor monetario, calculado con los promedios de variación de rendimientos con respecto a la línea de tendencia, puede ser objetada por los productores de maíz de riego quienes pueden reclamar pagar una menor cuota de seguro porque la variación en rendimientos con respecto a la línea de tendencia en riego, no puede ser tan grande como la que se presenta en condiciones de temporal dentro del mismo CADER.

De la misma forma puede presentarse algún otro factor que obligue a diferenciar las primas de seguros para un mismo cultivo dentro de un mismo CADER. Por ejemplo el cultivo realizado bajo proceso tradicional y el realizado con incorporación de tecnología.

De esta forma el productor paga un costo del seguro igual al promedio anual del excedente (valor por arriba de la curva de tendencia) y lo recupera si la producción queda bajo la línea de tendencia.

de la administración del seguro y que se realicen cuotas de seguro diferenciadas por ciclo (PV y OI), por régimen hídrico (riego o temporal) por Cultivo, por nivel

tecnológico (tecnificado y no tecnificado) por CADER y por algún otro criterio que resulte necesario para la diferenciación de primas de seguro.

Cotejar información de campo entre el CADER y los regidores agrícolas municipales en datos de rendimientos por cultivo, para la determinación de la prima del seguro.

Elaborar la prima del seguro en pesos por hectárea ($/ha) para cada cultivo, (en valores y precios del año corriente para cada producto) de acuerdo con el promedio de los valores que resulten como los representados hipotéticamente, en la línea de tendencia de la siguiente tabla.

Diferencias entre producción real y producción predicha

Datos reales	Datos de la línea de tendencia	Diferencias
17.556.910.000	19.627.846.484	-2.070.936.484
20.134.310.000	19.839.622.582	294.687.418
19.297.750.000	20.051.398.681	-753.648.681
20.701.420.000	20.263.174.780	438.245.220
21.685.830.000	20.474.950.879	1.210.879.121
19.338.710.000	20.686.726.978	-1.348.016.978
21.893.210.000	20.898.503.077	994.706.923
23.512.750.000	21.110.279.176	2.402.470.824
24.410.280.000	21.322.055.275	3.088.224.725
20.142.820.000	21.533.831.374	-1.391.011.374
23.301.880.000	21.745.607.473	1.556.272.527
17.635.420.000	21.957.383.571	-4.321.963.571
22.069.250.000	22.169.159.670	-99.909.670

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

En el siguiente cuadro de resultados nótese que la suma de las diferencias (Sum of residuals) es igual a cero, lo que significa que la línea de tendencia queda en una ruta que tiene la mitad de los datos observados por arriba, con valores positivos y la otra mitad por abajo, con valores negativos y los valores de las desviaciones equitativamente distribuidos entre ambos lados.

Sum of Residuals	0.00
Sum of Squared Residuals	47763729.57
Sum of Squared Residuals - Error SS	0.00
First Order Autocorrelation	-0.14
Durbin-Watson D	2.18

El negocio de la empresa aseguradora consiste en que al inicio de un ciclo agrícola recibe dinero de parte de los productores por concepto de prima de seguro, al final del ciclo, si la producción queda bajo la línea de tendencia, paga al productor la diferencia de producto obtenido que puede ser mayor, igual o menor al de la prima pagada por el productor pero que en el mediano plazo el productor únicamente estará recuperando el total de sus primas pagadas y en términos reales (de valor corriente de la prima establecida en cantidad de producto).

La empresa privada, seguramente reclamaría que está regresando el total del dinero obtenido vía primas de aseguramiento y en términos monetarios mayores cantidades por ajustes de precios por inflación donde este último aspecto significaría regresar a los productores mayor cantidad de dinero que el que entregaron. Pondría en cuestionamiento cuál es su ganancia si va a regresar lo que recogió de primas de seguro además de la compensación por inflación. Para atender este cuestionamiento que suele presentarse en otras varias empresas privadas que también obtienen dinero del público y hasta reclaman y obtienen autorización del Gobierno para cobrar pago por administración de esos recursos, se puede anteponer los siguientes argumentos:

Toda empresa privada que recoge dinero de la población y mantiene por cierto tiempo en su poder antes de regresarlo a sus propietarios, en términos financieros se dice que está obteniendo recursos de una fuente que no le cobra intereses y si media un tiempo entre la recepción y la entrega a su dueño, ya se trata de aprovechamiento de un costo financiero (del productor en este caso que pospone el consumo de un recurso actual para consumirlo en el futuro) que la empresa traduce en ganancias de muy diversas formas.

De otra forma: Si el productor depositara la prima de seguro en una institución o empresa u otra persona que le pague intereses, estos dejan de obtenerse al entregar a la empresa aseguradora la prima de seguro sin cobrar intereses, lo que se traduce en un costo financiero aprovechado por la empresa aseguradora.

Participación del productor

Aceptar y realizar el pago de las primas de aseguramiento al inicio del ciclo agrícola.

Permitir obtención de datos de rendimiento cuando se le solicite por parte de la empresa de seguros.

Participación del Gobierno Federal

Autorizar a las empresas aseguradoras a ejercer sus actividades previo registro formal de las mismas, ante la instancia gubernamental que corresponda.

Proporcionar la información de rendimientos por CADER, por cultivo, por ciclo agrícola, por nivel tecnológico y por cualquier otra variante de condiciones de los

cultivos que permita identificar las cuotas o primas de aseguramiento específicas para las condiciones seleccionadas.

Proporcionar datos anualmente de índices de inflación o precios vigentes por cultivo y por región.

Supervisar y autorizar a la instancia aseguradora, las variantes solicitadas para diferenciar las primas del seguro.

Proporcionar y difundir las normas aplicables a instituciones privadas de aseguramiento, a través de los CADER.

Ventajas con respecto al sistema tradicional de seguro agrícola

Los productores cada año pagan la prima de seguro pero cada 2 años reciben un reintegro de recursos (cuando su producción cae por debajo de la línea de tendencia). Lo que también, en el largo plazo, está contribuyendo a la estabilidad de los ingresos de los productores.

Resultados esperados

Participación directa en el costo de los seguros por parte de los productores.

Seguridad en la estabilidad de ingresos de los productores para permanecer en la actividad.

Reducción de la variabilidad de la producción que influye sobre el ritmo de crecimiento de la producción de los cultivos.
Estabilidad en el valor de la producción.

Incremento continuo en la producción de bienes para atender la creciente demanda de alimentos impulsada por el crecimiento de la población consumidora.

La variación de los ingresos se ve impulsada por los precios de mercado.

Por lo que es recomendable acompañar con coberturas de mercado en bolsa agropecuaria. Aunque al disminuir el riesgo de variaciones grandes en producción, éstas resultan de más bajo costo y refuerzan la seguridad y tranquilidad del productor.

Ante eventos climáticos catastróficos se recomienda convenir la ayuda mutua de prevención de desabasto entre regiones y con países miembros de tratados comerciales.

En todos los casos aplicar modelos de transporte de costo mínimo para la distribución y reelaboración del diseño de distribución en casos de eventualidades climáticas devastadoras.

Esta última recomendación se deriva de la experiencia de altísimos costos de transporte por rutas de distribución que no son las mejor recomendables y que generan alto precio al consumidor final.

La administración del seguro por instancias privadas, no requiere pagos a la empresa aseguradora ni subsidios gubernamentales. Su beneficio lo obtiene de recoger dinero de los productores y regresarlo en un tiempo después sin pagar intereses y con todos los beneficios que esto significa para cualquier empresa financiera que recoge dinero del público participante sin pagarles intereses.

El procesamiento de la información en el Sistema de cómputo SAS (Statistical Analisis System) para obtener la línea de tendencia y las desviaciones de los datos observados con respecto a los datos predichos con la línea de tendencia se obtienen con el siguiente programa.

PROGRAMA SAS

```
DATA MAIZ;
INPUT T TON; T2=T*T;
CARDS;

2000   17556.91
2001   20134.31
2002   19297.75
2003   20701.42
2004   21685.83
2005   19338.71
2006   21893.21
2007   23512.75
2008   24410.28
2009   20142.82
2010   23301.88
2011   17635.42
2012   22069.25;
PROC GLM; MODEL TON=T T2/P;

RUN;
```

Descripción:
En la primera línea, con la instrucción DATA MAIZ; se da un nombre a los datos a procesar: “MAIZ”

En la indicación INPUT se señala que ingresan a la base de datos las variable T (año) y TON (toneladas de maíz) En este mismo renglón se solicita que se genere la variable con valor igual al cuadrado de los valores de la variable T con la instrucción: T2=T*T;

En el tercer renglón aparece la palabra CARDS; para indicar que los renglones siguientes corresponden a los datos de las variables que se están introduciendo de forma directa al programa.

De forma posterior se encuentra la base de datos que contiene dos columnas correspondientes a la variable T (año) que toma los valores de 2000 a 2012 y en la segunda columna los valores de la variable ton (toneladas de maíz en cada uno de los años que comprende la base de datos)

Inmediatamente después de los datos se encuentra un; (punto y coma) para cerrar la base de datos.

Enseguida aparece el área de instrucciones de procesamiento solicitados: Con la instrucción PROC GLM; MODEL TON=T T2/P; se solicita que se genere un modelo de regresión donde la variable dependiente es ton (producción) que sea un modelo de tipo cuadrático (con la inclusión de la variable T2 que imprime una concavidad a la línea de tendencia) y con la instrucción adicional /P con la cual se solicita que se generen los valores predichos, que corresponden a la producción de cada año en la línea de tendencia y las correspondientes diferencias expresadas en valores negativos para los datos de producción que quedan bajo la línea de tendencia y positivos para las diferencias de valor que quedan por arriba de la línea de tendencia.

Con la instrucción RUN se ejecuta el programa solicitado y se genera la siguiente hoja de salida de la computadora:

Hoja de salida de la computadora
Datos procesados y los estimados por el modelo
De regresión

De la siguiente tabla de resultados se puede apreciar que los valores que quedan por debajo de la línea de tendencia (Residual con valores negativos) sumados en sus valores absolutos, deben ser igual a la sumatoria de los valores positivos que quedan por encima de la línea de tendencia.

Así mismo, en los resultados posteriores a la tabla, se puede notar y comprobar que la sumatoria de los valores positivos y los negativos es igual a cero lo que confirma la aseveración anterior.

Datos observados	Datos predichos	Diferencias
17.556.910.000	19.627.846.484	-2.070.936.484
20.134.310.000	19.839.622.582	294.687.418
19.297.750.000	20.051.398.681	-753.648.681
20.701.420.000	20.263.174.780	438.245.220
21.685.830.000	20.474.950.879	1.210.879.121
19.338.710.000	20.686.726.978	-1.348.016.978
21.893.210.000	20.898.503.077	994.706.923
23.512.750.000	21.110.279.176	2.402.470.824
24.410.280.000	21.322.055.275	3.088.224.725
20.142.820.000	21.533.831.374	-1.391.011.374
23.301.880.000	21.745.607.473	1.556.272.527
17.635.420.000	21.957.383.571	-4.321.963.571
22.069.250.000	22.169.159.670	-99.909.670

Fuente: Valores obtenidos con el programa SAS con datos de SIAP-SAGARPA.

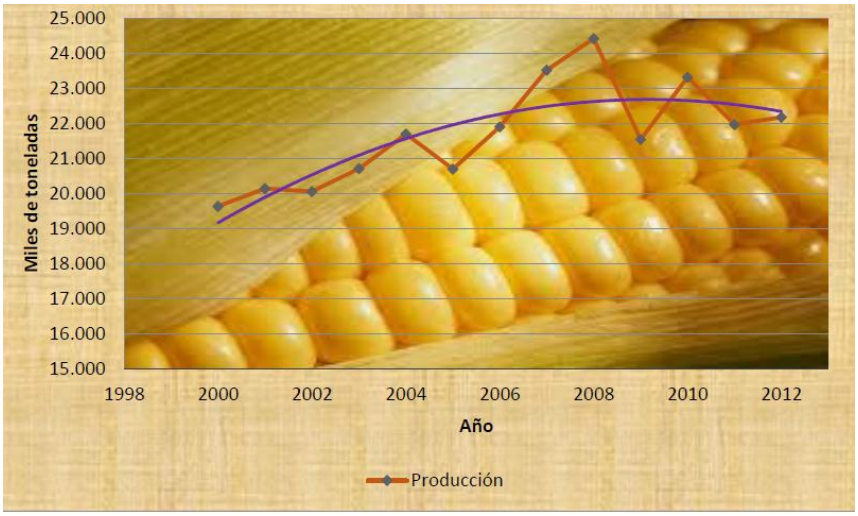
En los siguientes resultados nótese que la suma de las diferencias (Sum of residuals) es igual a cero, lo que significa que la línea de tendencia queda en una ruta que tiene la mitad de los datos observados por arriba, con valores positivos y la otra mitad por abajo, con valores negativos y los valores de las desviaciones equitativamente distribuidos entre ambos lados.

Sum of Residuals	0.00
Sum of Squared Residuals	47763729.57
Sum of Squared Residuals - Error SS	0.00
First Order Autocorrelation	-0.14
Durbin-Watson D	2.18

Llevando los datos a su expresión gráfica, pueden identificarse los resultados anteriormente comentados. Especialmente las diferencias entre valores reales de producción procesados y su distribución a lo largo de la línea de tendencia.

Con los valores generados en el modelo de regresión, la sumatoria de los valores absolutos de los residuales negativos (igual a la sumatoria de los valores residuales positivos) el promedio es igual a 1,664.25 toneladas. Este dato debería ser la base real para el cálculo de la prima total de seguro a pagar por toda la superficie sembrada de maíz en el país para el año próximo futuro de la serie de tiempo procesada. Mencionado de otra forma: En el caso hipotético en el que se quisiera obtener una prima de seguro nacional para el maíz, el valor monetario de esta cantidad de maíz a precios del año en que se está estimando la prima, (o en el último año de la serie si ese dato está en la serie) debería ser el monto de la prima de aseguramiento.

Gráfica 2. Producción de maíz y línea de tendencia, 1998-2012



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA 2012

Esta cifra expresada en unidades reales (toneladas de maíz) valorizada en pesos actuales" es el equivalente a la prima de aseguramiento de la producción de maíz (a precios del producto en el año de la operación) debe identificarse con la prima de seguro a pagar si se asegurara de forma global toda la producción de maíz.

Cabe repetir que este ensayo con datos nacionales de producción únicamente es la ilustración del procedimiento que debe seguirse y que en la práctica debe aplicarse a series de producción de cada cultivo por región (DDR) por régimen hídrico (riego o temporal) y por nivel tecnológico en caso de ser variable diferenciada en la región (tecnificado o tradicional).

Prima de seguro a pagar por hectárea sembrada

Siguiendo el procedimiento y método de cálculo anterior, la prima de aseguramiento por hectárea sembrada de cualquier cultivo, deberá procesarse con los datos de Rendimiento en toneladas por hectárea observados en un periodo lo necesariamente amplio para que contenga un año de pérdida considerada desastrosa o catastrófica como exigiría la instancia aseguradora, para garantizar que en el valor promedio de la prima anual de seguro, se esté obteniendo recurso que cubra esa eventualidad.

Ventajas del modelo de seguro propuesto

Entre lo que resulta novedoso y puede contribuir a ver atractivo el seguro para los productores están las siguientes ventajas con respecto a los seguros agrícolas tradicionales:

Por lo menos cada dos años, el productor recibe un reembolso de parte de la aseguradora.

El monto de la prima no incluye gastos de administración de los recursos captados por la aseguradora, lo que disminuye el costo del seguro.

A mediano plazo la estabilidad de los ingresos de los productores por efecto del seguro, traerá como consecuencia un cada vez menor monto del pago del productor por concepto de prima de seguro.

La disminución de la volatilidad de los ingresos de los productores debe traducirse en una garantía de permanencia e incremento en los volúmenes de producción que salen al mercado.

El productor puede participar en los procesos de medición de rendimientos y determinación de la prima de seguro en coordinación con técnicos de SAGARPA establecidos en la región y con representantes de las aseguradoras.

Consideraciones adicionales

El costo o prima del Seguro agrícola debe ser cubierto por los productores.

Las Empresas privadas operadoras de los seguros, deben estar debidamente registradas ante el Gobierno Federal, Estatal o el que corresponda según la legislación sobre seguros vigente.

La promoción de los seguros agrícolas por parte del Gobierno Federal debe darse de forma que se genere el interés de los productores por asegurarse. Las primas de seguro deben ser cubiertas por los productores cada ciclo agrícola que cultiven.

Conclusiones

La prima de seguro agrícola debe ser diferenciada por región, por cultivo, por ciclo agrícola (O I y P V), por régimen hídrico (riego y temporal) por nivel tecnológico (tecnificado y no tecnificado) y por CADER y de existir acuerdo entre Empresa de seguros y Productores, puede ser una sola prima por DDR.

Cálculo de la prima de seguro en valores reales a partir de datos de variación de rendimientos en Kg/ha valorados en precios vigentes de cada año en que se paga la prima. Expresado de otra forma: La prima de seguro debe ser igualal promedio de diferencias entre rendimientos obtenidos y sus rendimientos correspondientes en la línea de tendencia, multiplicada por el precio del producto, vigente en el momento del pago del seguro.
El modelo ofrece ventajas que pueden influir determinantemente en un aceleramiento de la cultura del seguro agrícola en regiones de productores pequeños.

El modelo contempla la participación más activa y con mayor compromiso de los productores y que se aleja del paternalismo y de apoyos asistencialistas al campo

Literatura citada

Frías M. Oscar. Teoría de los Ciclos Económicos MACROECONOMIA. MBA 2012

Statistycal Analisis System. Paquete computacional. Versión 9, México 2012.

SIAP-SAGARPA Base de datos estadísticos del sector agropecuario. México 2014

http://es.wikipedia.org/wiki/Teoria_austriaca_del_ciclo_economico

http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en7Ces&u=http://www.economictheories.org/2008/11/keynesian-business-cycle.html

CAPÍTULO IV. REFERENTES CONTEXTUALES, DISEÑO DEL MODELO DE SEGURO AGRÍCOLA Y APLICACIÓN EN DATOS DE PUEBLA

Las circunstancias económicas que prevalecen en el sector de los pequeños productores no resultan atractivas para plantear esquemas para la venta de seguros; sin embargo, ante su relevante papel en la economía y en la producción de alimentos, debiera subsistir el interés de proteger a este sector de agricultores, facilitándoles las posibilidades para adherirse a sistemas de aseguramiento cuya visión de largo alcance, sea el acercamiento a los servicios financieros y el fortalecimiento de la cultura agrícola con el aporte de estas opciones.

Diseñar el modelo de un mecanismo, que permita al pequeño agricultor transferir al sector de aseguramiento especializado, el riesgo al que se enfrentan su producción agrícola y sus ingresos, ante los embates del cambio climático, bajo la expectativa de sanear su inestabilidad económica, y conscientes del complejo reto que esto representa ante la existencia de sofisticados sistemas financieros internacionales, y el andamiaje de soluciones contemporáneas que ofrece la teoría económica en un entorno globalizado, en el que la participación de organismos públicos y de la sociedad civil, dan muestra de su preocupación y de las acciones que emprenden para contribuir a resolver el problema, sobre todo, si está en juego la producción de alimentos en un escenario de crecimiento poblacional mundial, y de drástico cambio climático, requiere de alternativas que deben buscarse en todas direcciones, algunas provisionales con efectos en el corto plazo y otras cuyos resultados se sostengan.

El modelo que aquí se plantea, distante de políticas gubernamentales de transferencias de efectivo tendentes a ser insostenibles presupuestalmente, pretende contribuir con una estrategia que gradualmente se independice de los subsidios.

El modelo requiere de herramientas econométricas sencillas que faciliten, sin representar mayores costos o gastos administrativos, la determinación del costo de la prima, la suma asegurada, y un mecanismo de reembolso por baja

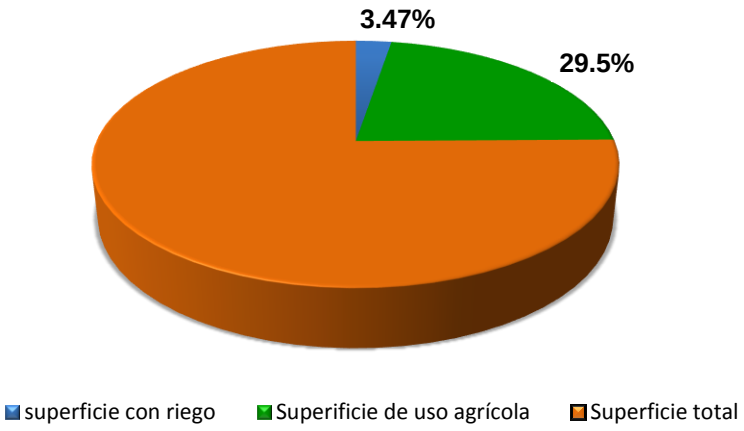
siniestralidad, vinculada a una subcuenta de ahorro, de tal forma que resulte popular y apto para fomentar la gestión del riesgo, la cultura de aseguramiento y el acercamiento a los servicios financieros.

El diseño se trabaja sobre las bases de la teoría de ciclos, el seguro de índices de rendimiento, las áreas geográficas sectorizadas en Distritos de Desarrollo Rural (DDR), técnicas econométricas de regresión lineal, y determinación de valores en cantidad de producto.

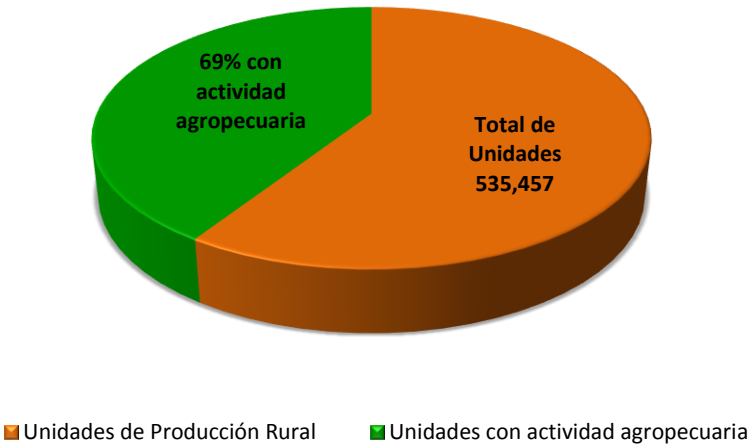
4.1 Caracterización de los DDR y los municipios del estado de Puebla

Los datos necesarios en el contexto de la presente investigación que permitan caracterizar al estado y a sus DDR, sectorización base cuyos motivos de elección se expusieron en el capítulo anterior, son los que giran en torno a sus unidades de producción, geografía, clima e ingresos, por lo que a continuación se presentará información que ofrezca la posibilidad de ponderar algunos factores en cuanto a las previsiones empíricas de la viabilidad de un seguro agrícola.

El estado de Puebla cuenta con una población total de 5´779,829 de habitantes, de los cuales 4’508,267 corresponden a la población urbana y 1’271,562 a la población rural, está integrado por 217 municipios, agrupados en 8 Distritos de Desarrollo Rural que cuentan en su conjunto con 6,556 comunidades, de las que 6,296 son rurales. Cuenta con una superficie de tres millones 429 mil hectáreas, de las que un millón 11 mil 643 hectáreas son para uso agrícola, siendo 118,969 hectáreas de riego; esto es, del 96% de comunidades rurales con las que cuenta el estado, un 29.5% de su superficie es dedicada a la actividad agrícola-forestal, de la que sólo el 3.47% es de riego, es decir; el 11.76% del total. Sobre estos datos territoriales se establecen 535,457 Unidades de Producción Rural, de las que solo el 69%, es decir, 370,000 unidades tienen actividad agropecuaria o forestal (INEGI, 2017).



Gráfica:1. Superficies en hectáreas del estado de Puebla.
***Fuente**: Elaboración propia con datos de INEGI (2017)*



Gráfica:2. Unidades Productivas con actividad agropecuaria en el estado de Puebla
***Fuente**: Elaboración propia con datos del (INEGI, 2017)*

Las características geográficas son mejor identificadas a través de las siete regiones del estado de Puebla:

Región I. Compuesta por 20 municipios del DDR Huauchinango y 12 municipios de Zacatlán; esta región se encuentra en la zona norte del estado, tiene un clima predominantemente húmedo y cálido con abundantes lluvias en verano, y su enorme variedad de ecosistemas y cuenta con 100,409 unidades de producción.

Región II. Se ubica al norte y noreste del estado; está constituida por 31 municipios del DDR Teziutlán, cuenta con 87,821 unidades de producción; se encuentra en la transición de los climas templados de la Sierra Norte a los cálidos del declive del Golfo. Está localizada dentro de la vertiente hidrológica septentrional del estado, por lo que atraviesa diversos ríos, manantiales, cascadas y existen presas, y un extenso número de arroyos.

Región III. Se encuentra ubicada al noreste del estado y está conformada por los 24 municipios del DDR Libres; cuenta con 99,209 unidades de producción, presenta una gran variedad de climas, predominando el templado sub-húmedo y el frío. Tiene una gran cantidad de arroyos intermitentes, así como algunas lagunas y pequeños escurrimientos.

Región IV. Se encuentra ubicada en la región centro oeste del estado y está integrada por 27 municipios del DDR Cholula; cuenta con 89,368 unidades de producción; a esta pertenece la zona fría y glacial. Los municipios de esta se localizan en la parte alta occidental de la cuenca alta del Atoyac, una de las más importantes de los estados de México y Puebla. El relieve presenta una topografía generalmente plana.

Región V. Se encuentra ubicada en la zona centro del estado y está constituida por 18 municipios, la mayoría del DDR Izúcar de Matamoros, y en una parte menor de Cholula; cuenta con 49,557 unidades de producción; predominan los climas templados, sub-húmedos y el semi-seco. En esta región, la mayoría de los ríos son afluentes del río Atoyac, el cual desemboca en la presa Manuel Ávila Camacho, de 405 millones de metros cúbicos de capacidad, lo que ha hecho posible el establecimiento del distrito de riego en Valsequillo, de 21,864 hectáreas.

Región VI. Se encuentra al suroeste del estado, mejor conocida como la Mixteca; abarca 45 municipios del DDR de Izúcar de Matamoros, con 45,361 unidades de producción, presenta gran variedad de climas, predominan los árido-húmedos

con lluvias todo el año. Esta región tiene una hidrografía muy amplia en la que destaca la vertiente del río Atoyac.

Región VII. Se encuentra ubicada en la región sureste del estado, conformada por 21 municipios del DDR Tehuacán; presenta gran variedad de climas, que van desde los templados de la Sierra de Zongolica, pasando por los cálidos del Valle de Tehuacán. La región es una de las vertientes hidrológicas más importantes del país. Su orografía está formada por la Sierra del Tentzo, Sierra Mixteca y Sierra Negra.

En un análisis por municipio acerca del cultivo de maíz, sobre los datos obtenidos en la Encuesta Nacional Agropecuaria 2007 y el Censo Nacional Agropecuario 2015, se observó que ninguno de los 186 municipios de las diferentes regiones, siembran los cuatro ciclos agrícolas; todos los municipios excepto Altepexi, Tlacotepec y Zinacatepec que pertenecen a la región VII del DDR Tehuacán, siembran en el ciclo primavera-verano ambos regímenes; riego y temporal. 24 son los municipios en que solo siembran en el ciclo primavera-verano de temporal.

4.2 Contexto referencial a los rendimientos, la siniestralidad, el seguro, el subsidio y el ahorro en el estado de Puebla

Antes de situar la producción de maíz, los rendimientos y la superficie siniestrada por DDR sobre los que se harán los cálculos mediante el esquema que se plantea en la presente investigación, es necesario contar con referentes nacionales que permitan situar al Estado de Puebla, caracterizando su estatus, sus posibilidades y ponderando sus necesidades en cuanto a los servicios financieros que se plantean en el presente estudio.

Producción de maíz

De un total de 68,435,602.58 de hectáreas con actividad agropecuaria o forestal con las que cuenta el país, Puebla ocupa el lugar 18 con 1,193,306.07 hectáreas, siendo los tres primeros lugares para los estados de Chihuahua, Sonora y

Coahuila; sin embargo, en cuanto a unidades de producción, Puebla cambia radicalmente su posición ubicándose en el 3er lugar, porque tiene 376,860 unidades de un total de 4,069,938, siendo Veracruz el primero y Chiapas el segundo. Estos datos mantienen una relación inversamente proporcional, e inducen a estimar que las unidades de producción son de menores dimensiones (INEGI, 2007).

Para apreciar el contexto en la producción de maíz se analizan los datos del año de realización del censo agropecuario (INEGI, 2007) , resultando que para el ciclo primavera – verano en el país se cosecharon de 5,986,058.42 de hectáreas, ocupando Puebla el 4º lugar, con 407,005.58 hectáreas, correspondientes a 241,460 unidades de producción, que representan el 64% del total de sus unidades, siendo los tres primeros lugares los estados de Chiapas, Jalisco y Michoacán; sin embargo, en cuanto a la producción obtenida, de un total de 16,834,898.88 toneladas a nivel nacional, Puebla ocupó el lugar 8, con 673,046.85 toneladas, ocupando los primeros lugares Jalisco, Sinaloa y Guanajuato.

Para el ciclo otoño – invierno del mismo año, Puebla ocupó el lugar 7 en hectáreas cosechadas con 13,580.85 de un total de 550,536.55, y en cuanto a producción obtenida ocupó también el lugar 7, con 29,468.67 toneladas de un total de 3,928,292.66, provenientes de 9,957 unidades de producción que representan un 3% del total, ocupando los primeros lugares Sinaloa, Veracruz y Guanajuato.

Estos datos muestran de forma general que el estado de Puebla no es uno de los principales productores de maíz; sin embargo, se ubica dentro del primer tercio de estados en el país, siendo significativo el que no pierda esa posición en el régimen de temporal, pese a que la cantidad de unidades de producción se reduce drásticamente; esto hace significativa la capacidad productiva de maíz del estado, en condiciones hídricas difíciles y mediante la efectiva participación de pequeñas unidades de producción.

Durante el lapso que abarca la presente investigación, año 2000 a 2015, Puebla se ubicó entre el 8º y 9º lugares en producción de toneladas de maíz en su régimen hídrico de riego, mientras que en temporal, mayormente estuvo ocupando el 7°.

Rendimientos en la producción de maíz

Los datos de los rendimientos clarifican las observaciones anteriores, ya que durante el lapso 2000 a 2015, Puebla muestra una tendente disminución de sus rendimientos en la producción de maíz en el régimen de riego, que la colocan desde los lugares 15 y 16 en los años cercanos al 2000, hasta los lugares 21 y 22 en los años cercanos a 2015, pero con índices de rendimiento que no son correlativos con la tendencia, sino que varían aleatoriamente durante el lapso de los 16 años y van desde las 3.5 hasta las 4.9 toneladas por hectárea. Lo que más que percibirlo como una tendencia de disminución de rendimientos, provoca preguntarse por qué algunos estados están pasando de una posición posterior a Puebla, a una que la antecede; tales son los casos de Tlaxcala, Nuevo León y Campeche.

En ese mismo lapso para el régimen de temporal Puebla ocupa variadamente los lugares 12, 15 y 16, sin marcar una tendencia, con rendimientos desde 1.5 hasta 1.7 toneladas por hectárea.

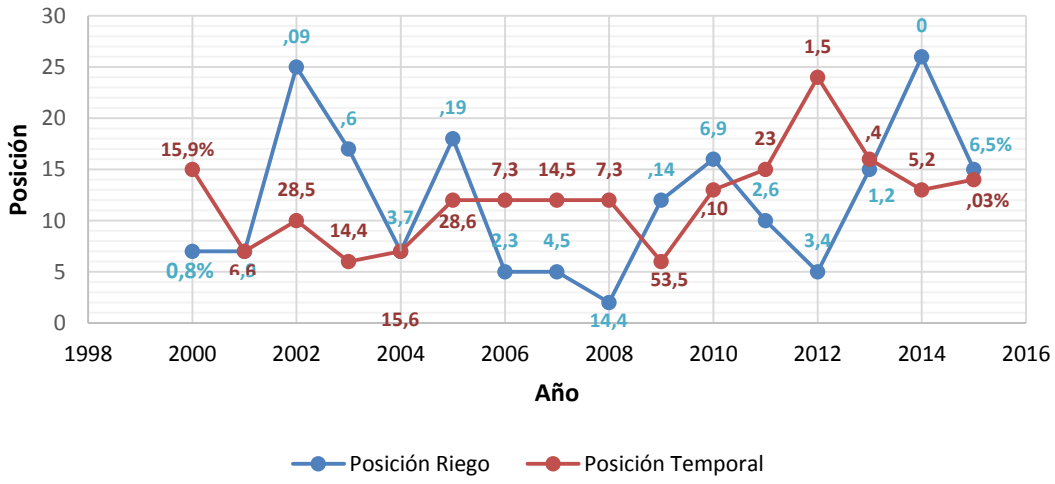
Al respecto, hay que resaltar que, pese al bajo rendimiento en la siembra de temporal, el lugar que ocupa el estado no es menor; esto se debe a las amplias superficies sembradas bajo este régimen, ya que la superficie sembrada en temporal, es de 4 a 5 veces más que la superficie sembrada bajo riego. Esto refleja que, pese a no poseer elevados índices de rendimiento, quizá atribuibles a la falta de infraestructura hídrica o adecuados paquetes tecnológicos, la labor de los productores es alta y sostenida, condiciones que resultan favorables a la dinámica y espíritu de aseguramiento.

Siniestralidad del cultivo de maíz

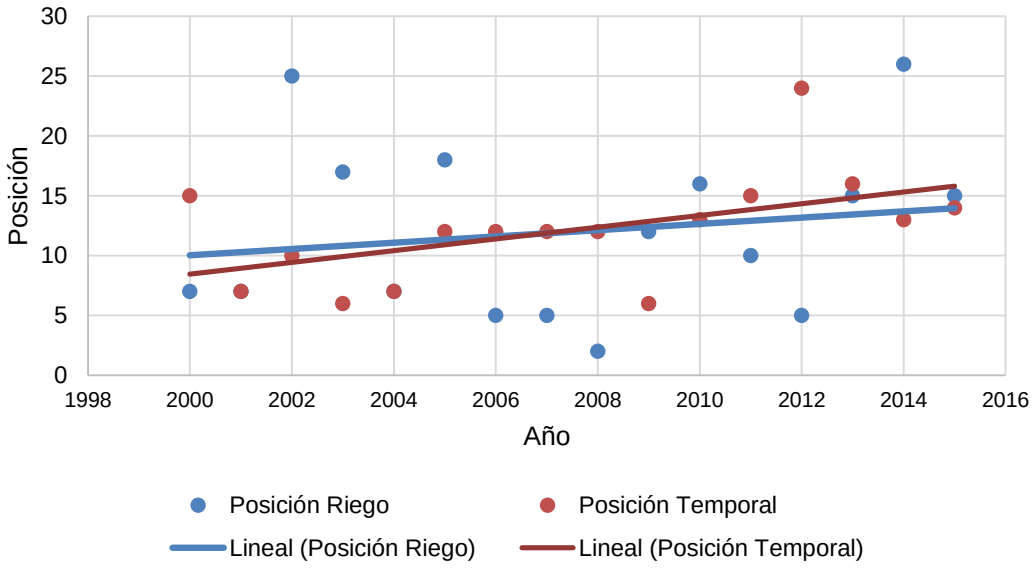
En cuanto a la superficie de cultivo de maíz siniestrada en el lapso de los 16 años analizados en la investigación, Puebla tiene posiciones diversas con respecto al resto de los estados de la República, mismas que al mantenerse en un rango central, no reportan una siniestralidad extrema o nula.

Las posiciones en las que se coloca el estado han sido determinadas a partir de la proporción que representa la superficie siniestrada con respecto a la sembrada en cada uno de los estados; por tanto, el situarse en lugares de la primera mitad o la segunda mitad de los estados, también obedece a la proporción de superficie siniestrada en los otros estados.

Ante tal variación entre estados, destaca que las proporciones de siniestro en Puebla, en general son menores y guardan una tendencia positiva, pese al contraste que presenta la distinción del régimen hídrico, en donde se muestra que el régimen de temporal mantiene una tendencia incremental de siniestro superior al de riego. Esta situación se puede apreciar en las siguientes gráficas que muestran proporciones de siniestro relativamente bajas con tendencia ascendente.



Gráfica:3. Posición Nacional de Puebla en superficie de cultivo de maíz siniestrada
***Fuente**: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA*



Gráfica:4. Tendencia de la posición de Puebla en superficie siniestrada de cultivo de maíz
***Fuente**: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA*

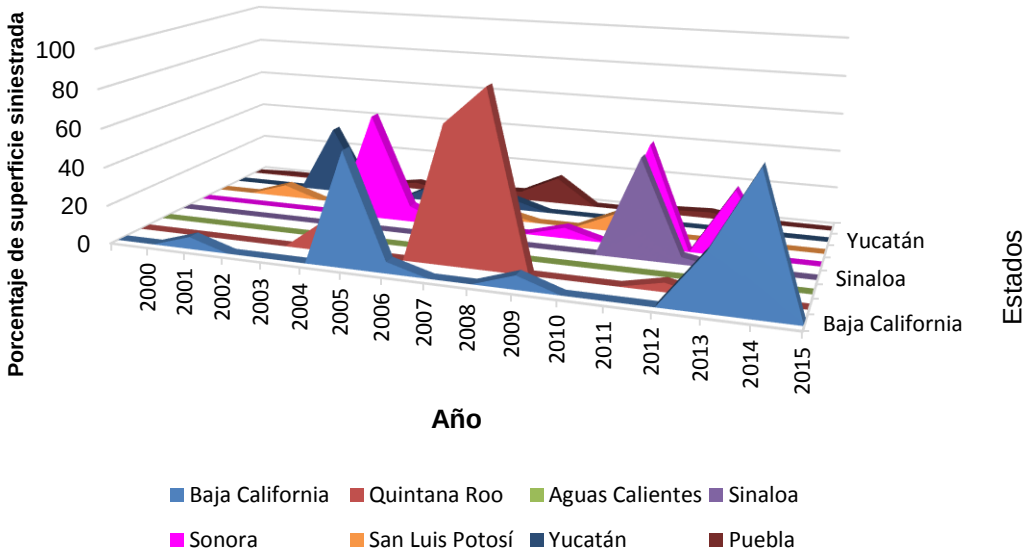
Durante los primeros siete años analizados, Puebla ocupó en el régimen de riego en el cultivo de maíz desde los lugares 7° al 25° en superficie siniestrada con respecto a los 31 estados restantes del país, ascendiendo a distintos porcentajes menores al 4% de superficie siniestrada con respecto a la sembrada en cada año, posterior a 2006 mantiene posiciones desde el 5°hasta el 15° lugar, con la mayoría de proporciones superando el 4% de superficie siniestrada.

No así en el régimen de temporal, en el que hasta 2011 con posiciones variables que van desde el 6° hasta el 15° lugares con respecto al resto de los estados del país, y con porcentajes superiores a los de riego, que van desde el 14% hasta el 53%, porcentajes que a partir de 2012 comienzan a disminuir, variando de un 1.18% hasta 6.55% debido a que también la superficie sembrada comienza un descenso de 6%.

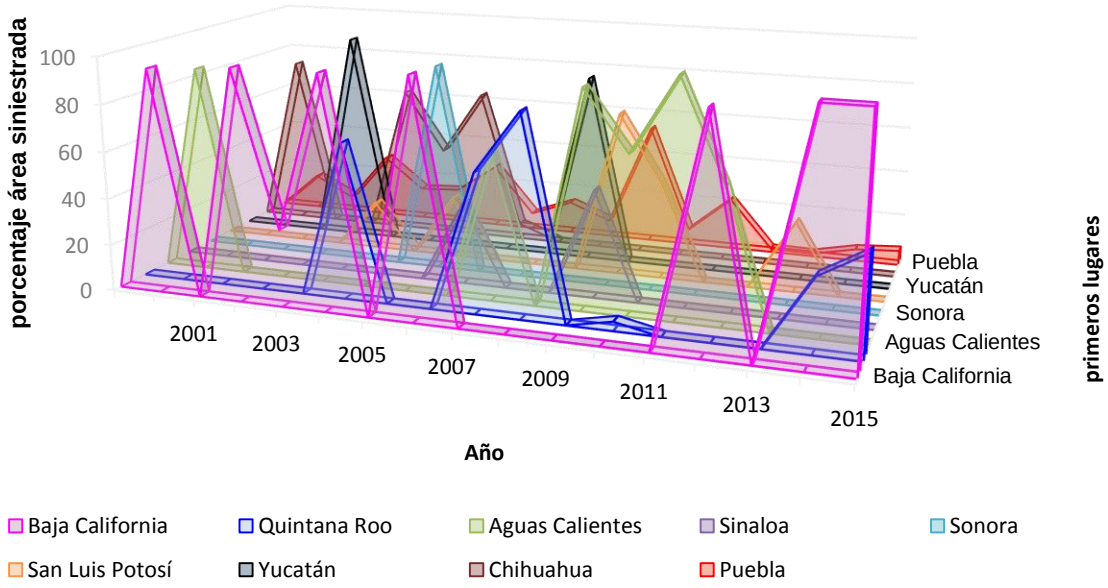
Si bien Puebla no es un estado que posee altos índices de rendimiento en el cultivo del maíz; tampoco lo es en cuanto al nivel de siniestro que presenta, siendo este un dato importante para la determinación de negocio por parte del sector especializado de las aseguradoras; estos datos son un referente en cuanto al nivel del riesgo de cosecha, toda vez que no representa una variable que se

deba controlar de forma independiente y exclusiva, como una acepción de que el riesgo de siniestro del cultivo ya se encuentra implícito en los índices de rendimiento de las series de tiempo consideradas en la presente investigación, cuya viabilidad del lapso de 16 años, halla sustento en la teoría de los ciclos económicos, que lo calificarían como un periodo suficiente para abarcar años con niveles de siniestralidad probables, que no dejan fuera el riesgo que se debe considerar al calcular las tarifas para las primas de seguro y los montos asegurables.

Las siguientes gráficas muestran que la siniestralidad en cultivo de maíz que registra el estado de Puebla, es de menor relevancia ante el referente que significan los estados que se colocan en los primeros niveles.



Gráfica:5. Principales Estados con superficie siniestrada cultivo maíz riego
***Fuente**: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA*



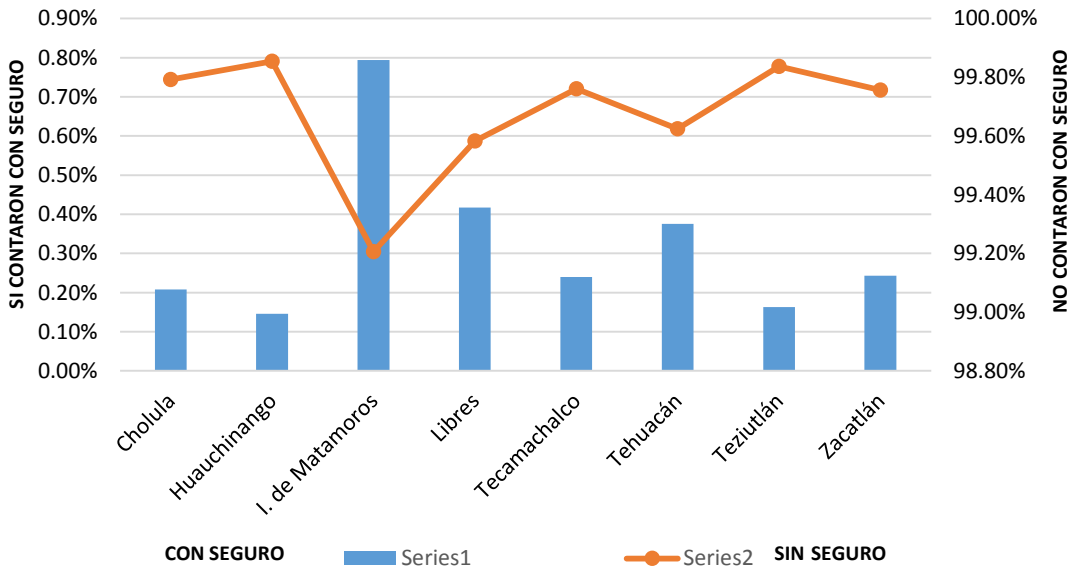
Gráfica:6. Principales Estados con superficie siniestrada cultivo maíz de temporal
***Fuente**: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA*

Seguro agropecuario en el estado de Puebla.

El seguro agrícola no es un mecanismo que atenúe el riesgo de producción, su uso ha sido un requisito para la obtención de crédito; basta con señalar que de acuerdo con el Censo Agropecuario 2007, el 15.13% de las unidades con actividad agropecuaria del país contaron con seguro agropecuario, y el resto, el 84.87% no contaron con seguro.

En tal circunstancia de poco aseguramiento, Puebla ocupa el lugar número 12, con el 16.23% de sus unidades de producción agropecuaria con aseguramiento, y el 83.77% restante no contó con seguro. Por el contrario, se observa al estado de Sonora en 1er lugar, con el 35.89% de unidades aseguradas; Hidalgo en segundo lugar con 34.46% de unidades; el 3er lugar es ocupado por el Estado de México con el 30.85% de unidades, Nuevo León en 4° lugar con 30.75% y 5° lugar Sinaloa con 29.01% de sus unidades, en contraste con los cinco últimos lugares ocupados por Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Jalisco y Nayarit, con porcentajes del 6.44%, al 8.97%.

A continuación, el gráfico muestra por DDR el aseguramiento de las unidades de producción en los que destaca Izúcar de Matamoros con un porcentaje de 0.79%, constituido por 279 unidades de producción aseguradas de un total de 37,031, y Huauchinango con menor cantidad que ascienden a 48 de un total de 33,000, que hacen un porcentaje de 0.15%.



Gráfica:7. Porcentaje de unidades de producción por DDR que contaron con seguro
Fuente: *Elaboración propia con datos del Censo Agrícola, Forestal y Ganadero 2007*

Subsidio a la prima de seguro

En cuanto a los programas de subsidio al aseguramiento, se hace aquí referencia a los apoyos que entregó AGROASEMEX en el cuarto trimestre de 2015 (Agroasemex, 2017), bajo el programa S001 “Programa de subsidio al seguro agropecuario”, que se entrega de forma individualizada ante la solicitud a concurso de los productores; para dicho periodo, Puebla ocupó el lugar 19, con 59 personas apoyadas, con una suma que representó el 0.22% del 100% del programa, con un monto de $1,172,409 mientras que Sinaloa ocupó el 1er. lugar con apoyo para 11,517 productores con un monto total de $254,721,462 que

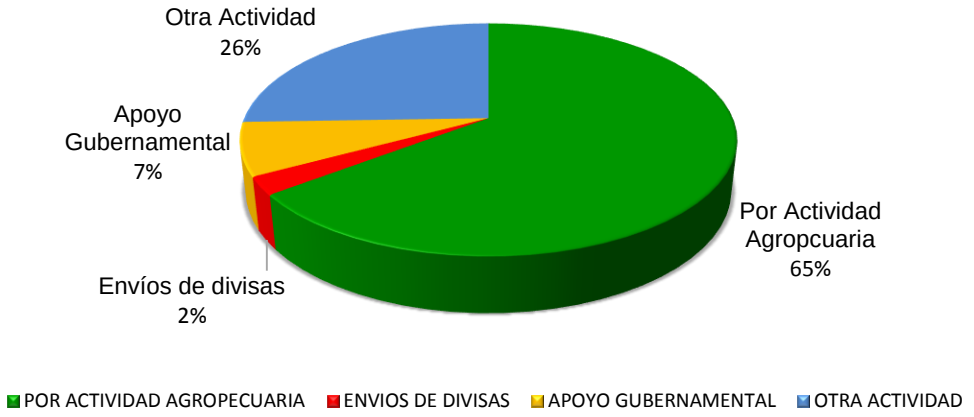
representó el 47.08% del total del subsidio, seguido de Jalisco, con 2,525 productores con subsidio al seguro cuyo monto ascendió a $52,652,360 que representó el 9.73%, y en los lugares tercero y cuarto, ocupados por los estados de Campeche y Chihuahua con 395 y 1296 productores subsidiados con montos totales de $40,300,529 y $33,694,951, que representaron 7.45% y 6.23%, respectivamente.

Bajo la otra modalidad de entrega de subsidio de seguro a través de los fondos de aseguramiento, en el periodo referido se colocó el estado de Puebla en el lugar 7, con 6 apoyos entregados, cuyo monto global fue de $2,337,418 que representó 2.43%, ocupando el primer lugar Sinaloa, con 70 apoyos entregados, que ascendieron a $32,473,580 que representó el 33.71%, seguido de Tamaulipas y Sonora, con 52 y 38 apoyos entregados, cuyos importes ascendieron a $17,783,736 y $10,593,843 representando el 18.46% y 11%, respectivamente.

Origen de los Ingresos en las Unidades de Producción

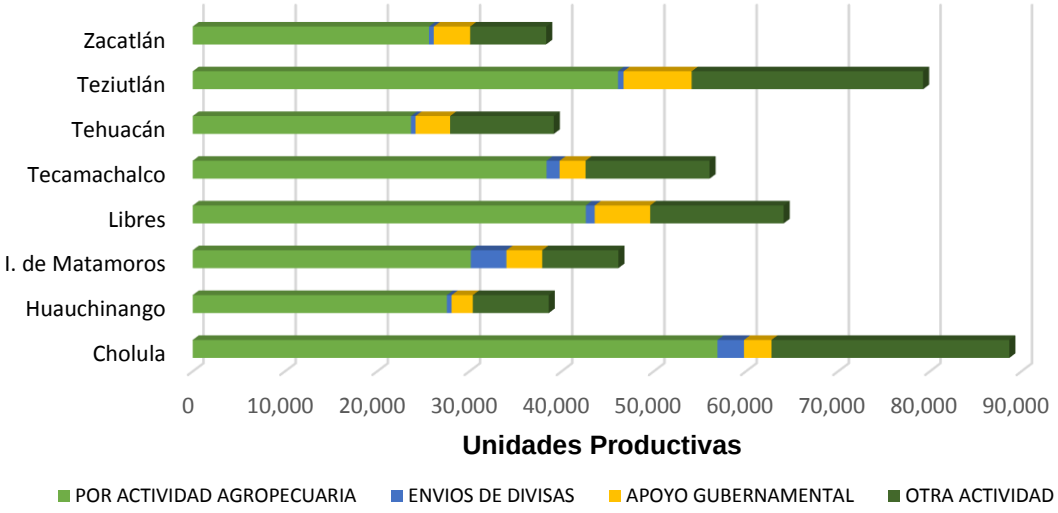
La relevancia del origen de los ingresos de los diferentes municipios de los DDR con actividad agropecuaria de Puebla, muestra la importancia de la actividad agrícola como principal fuente de recursos económicos, aunque la proporción que aportan otras actividades, fuera de la divisas y de los apoyos gubernamentales, también es considerable, aunque aún no la rebasa; eso enfatiza la necesidad de conservar la actividad agrícola, con el estímulo que representa el círculo virtuoso en el que la estabilidad de los ingresos sostiene el patrimonio productivo y toma la tendencia de la mejora de los ingresos.

Los datos que refleja el último censo agropecuario del 2007, hacen evidente la relevancia de la actividad agropecuaria como fuente de ingresos del estado de Puebla, misma que representa el 65% ante un 7% proveniente de apoyos gubernamentales 2% de divisas y 26% proveniente de diversas actividades.



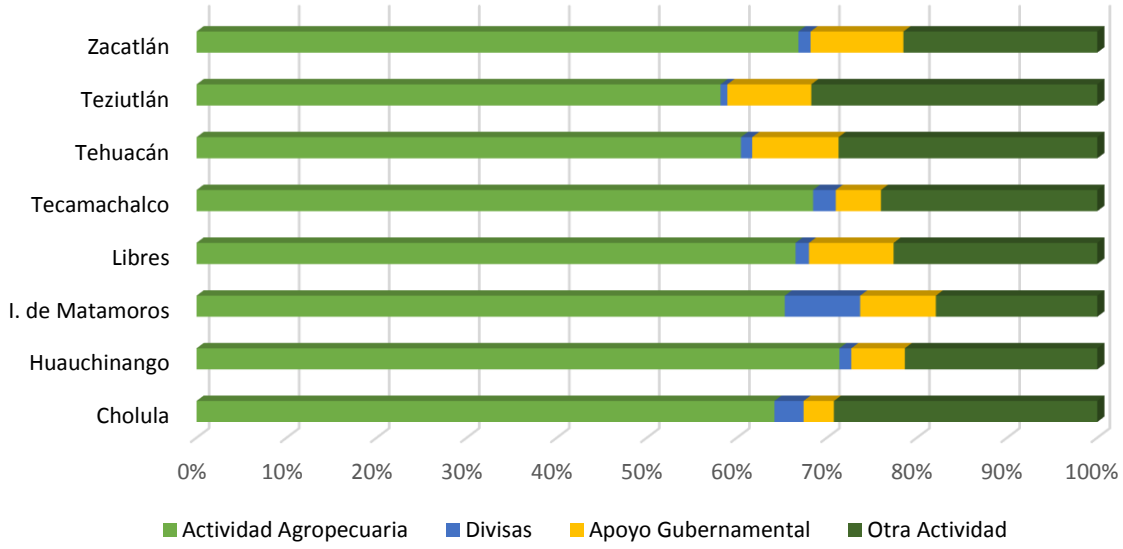
Gráfica:8. Origen de los ingresos de las unidades de producción agropecuarias en Puebla
Fuente: *Elaboración propia con datos del Censo Agrícola, Forestal y Ganadero 2007*

En cuanto a los DDR, Cholula sobresale en su proporción de ingresos provenientes de la actividad agropecuaria, ya que es la fuente de 56,913 de sus 72,348 unidades de producción, mientras que en 2,980 unidades provienen de apoyos gubernamentales, y en 2,878 de divisas.



Gráfica:9. Unidades productivas por concepto de ingresos en los DDR de Puebla
Fuente: *Elaboración propia con datos del Censo Agrícola, Forestal y Ganadero 2007*

En valores relativos, se observa que en Huauchinango la actividad agropecuaria representa el mayor origen en sus unidades productivas, representando el 71%, mientras que en Teziutlán representan el 58% como se aprecia en el siguiente gráfico.

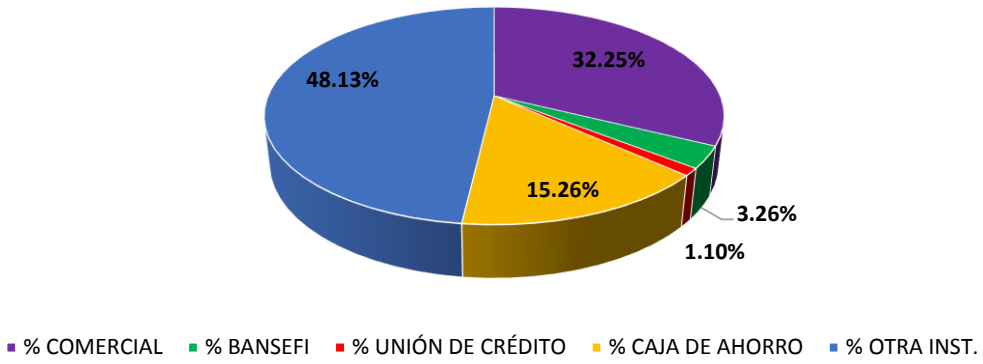


Gráfica:10. Proporción de los ingresos por DDR en Puebla
Fuente: *Elaboración propia con datos del Censo Agrícola, Forestal y Ganadero 2007*

Nivel y radicación del ahorro

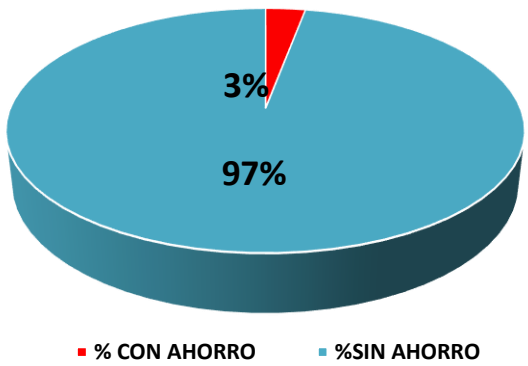
Otro de los medios que de facto dan muestra del acercamiento a los servicios bancarios es el ahorro, rubro en el que, de acuerdo al posicionamiento de las unidades de producción con actividad agropecuaria que ahorran, con respecto al total de ellas, Puebla ocupa el lugar 31, con un 1.80% de unidades que ahorran.

El poco acercamiento a los servicios bancarios que tal cifra denota, se reafirma en la contabilización del lugar de depósito de los ahorros, ya que un 32.25% es depositado en la banca comercial, 15.26% en cajas de ahorro, 3.26% en la Banca Pública, 1.10% en uniones de crédito, pero el más significativo porcentaje está representado por el 48.13% que es ahorrado en otros destinos de guarda fuera de los formales.



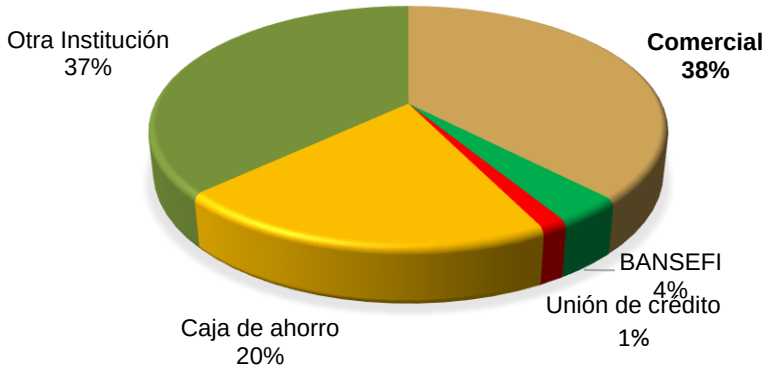
Gráfica:11. Residencia del ahorro en Puebla por tipo de institución
Fuente: *Elaboración propia con datos del Censo Agrícola, Forestal y Ganadero 2007*

Esta situación no dista de las proporciones existentes a nivel país, ya que cuenta con tan solo el 2.95% de unidades de producción que ahorran, y de manera equivalente al estado de Puebla, el 36.92% lo hace en destinos informales.



Gráfica:12. Unidades de Producción agropecuaria que ahorran a nivel nacional
Fuente: *Elaboración propia con datos del Censo Agrícola, Forestal y Ganadero 2007*

En términos semejantes se observa la residencia del ahorro, cuya mayor proporción se canaliza a la banca comercial en un 38%, y tan solo el 1% se guarda en uniones de crédito, seguido por el 4% que se deposita en Bansefi.



Gráfica:13. Residencia del ahorro de las unidades de producción a nivel nacional
Fuente: *Elaboración propia con datos del Censo Agrícola, Forestal y Ganadero 2007*

4.3 Bases de datos de producción, rendimientos y siniestralidad en los DDR de Puebla

La sencillez del modelo debe presentarse desde la obtención de los datos, el procesamiento y la esquematización operativa del seguro, de forma que sus beneficios atraigan al productor, y a la vez, ofrezcan certeza y seguridad razonable para las aseguradoras.

El seguro de índices del que se toma la idea para el presente estudio en virtud de ser el esquema que no requiere datos individualizados sino generales, marcados por indicadores globales, posee la ventaja de eliminar los altos costos administrativos que representan la obtención de información detallada, la administración, control y seguimiento de la misma, y la aplicación metodológica individualizada cuya complejidad también representaría altos costos especializados y profesionales.

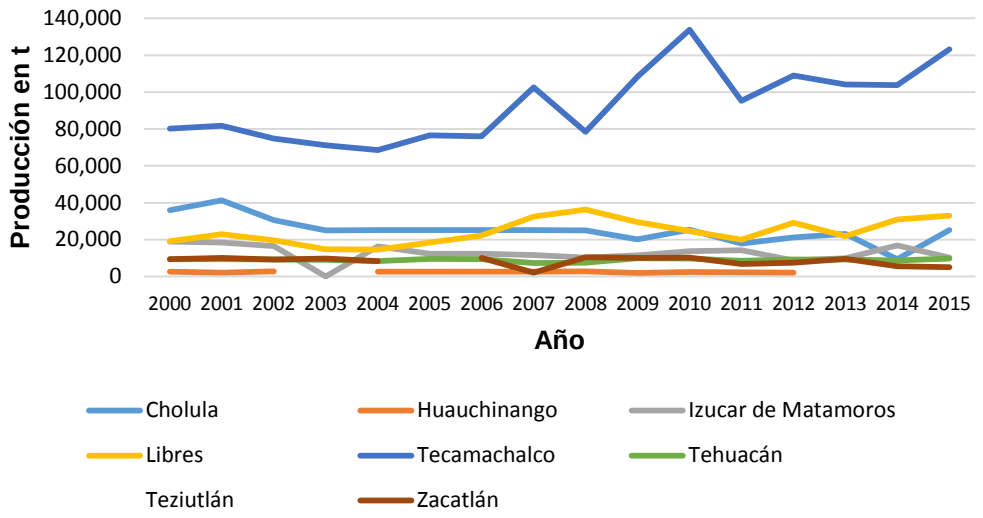
La alternativa de seguro de índices de rendimiento a partir de la regionalización por DDR, siendo ya comprobada su funcionalidad porque ha servido de base para la estratificación de productores y de zonas a nivel nacional, para la planeación y estrategia de las políticas públicas, incorporadas estas bases inclusive en las diferentes leyes en la materia, ofrece la facilidad de contar con bases de datos sistematizadas, históricas y en repositorios de acceso directo sin costo, como lo es el SIAP de la SAGARPA.

Producción y Rendimientos

El rendimiento del cultivo de maíz es el índice principal del esquema que aquí se propone, seccionando este por ciclo agrícola y por régimen hídrico; sin embargo, obtener y sostener de forma histórica la acumulación de tal información por productor, junto con la determinación de su riesgo individualizado, representaría procesos exactos y puntuales de levantamiento de datos, o bien, procesos de reporte e inspección individualizados por cada productor asegurado, y siendo esa actividad difícil y costosa, resulta aún más complejo y caro el riesgo moral inherente de las conductas individualizadas y los procesos de verificación por parte de los ajustadores o agentes de seguros.

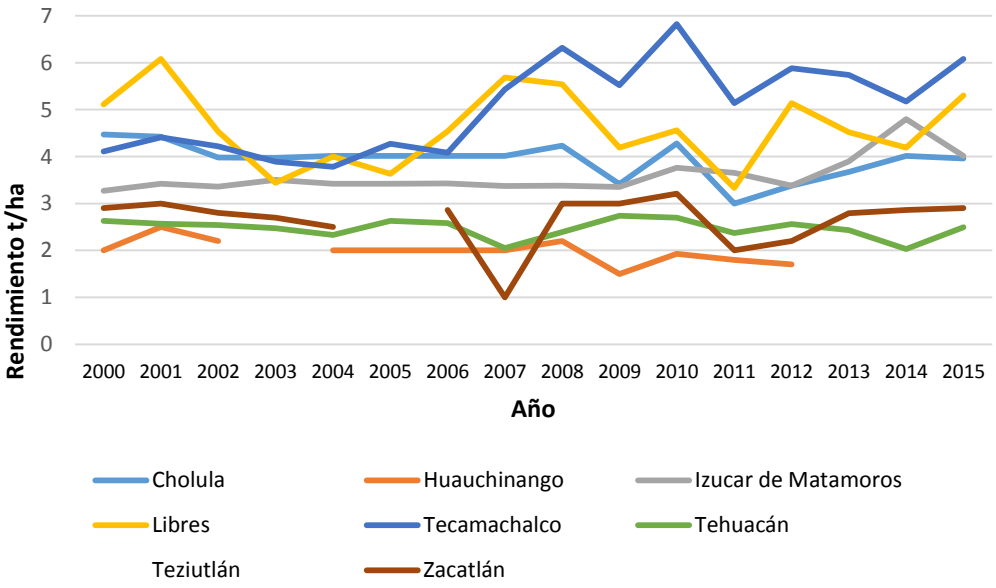
El considerar los rendimientos por DDR significa partir de una organización sólida cuyos antecedentes de formación se encuentran, además de sustentados en una división por homogeneidad ecológica y socio-económica, en un sistema tradicional cuyas bases sentaron precedentes legales, y son la infraestructura para la glosa de los programas de desarrollo rural y otros objetivos de planeación, asignación y evaluación económicas.

El sumario de datos que se representa a continuación en los gráficos, tiene el propósito de contrastar la producción de maíz y su índice de rendimiento por cada DDR y en los diferentes ciclos agrícolas y regímenes hídricos, que permitan advertir y ponderar los efectos en el costo de la prima y la suma a asegurar.



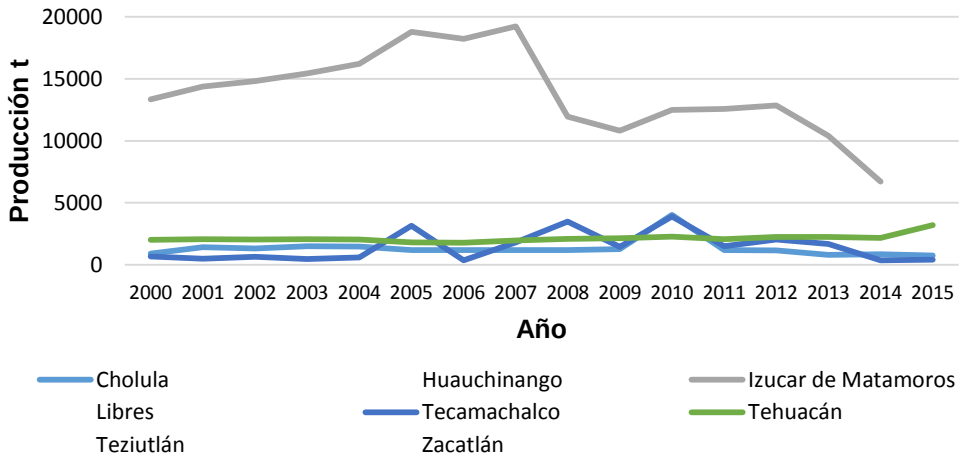
Gráfica:14. Producción de maíz en Puebla ciclo primavera-verano régimen de riego
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

En la ilustración destaca el DDR Tecamachalco como el productor que excede al rango medio del resto, superando en la mayor parte de los años con más del 100% a Cholula, con una producción media de 93,000 toneladas por año; además muestra un tendencia incremental, mientras los otros DDR mantienen una producción estable.



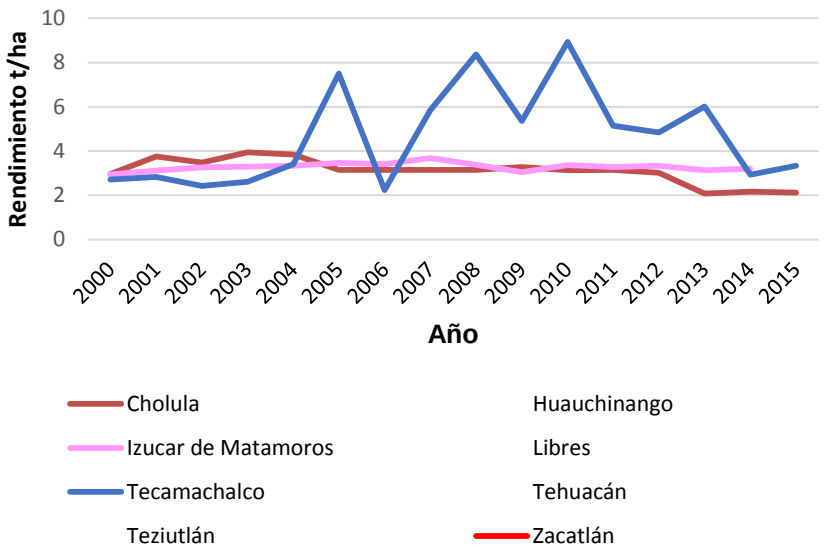
Gráfica:15. Rendimiento de producción de maíz en Puebla ciclo primavera-verano de riego
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

Los rendimientos del ciclo primavera-verano del régimen de riego discrepan un tanto de la ilustración anterior, ya que se observa que los rendimientos no son correlativos a la producción; para el caso presente Libres y Tecamachalco son los DDR que mayor rendimiento reflejan, con una tendencia de ligero incremento, y mantienen un promedio de 4.61 y 5.05 toneladas por hectárea, respectivamente.



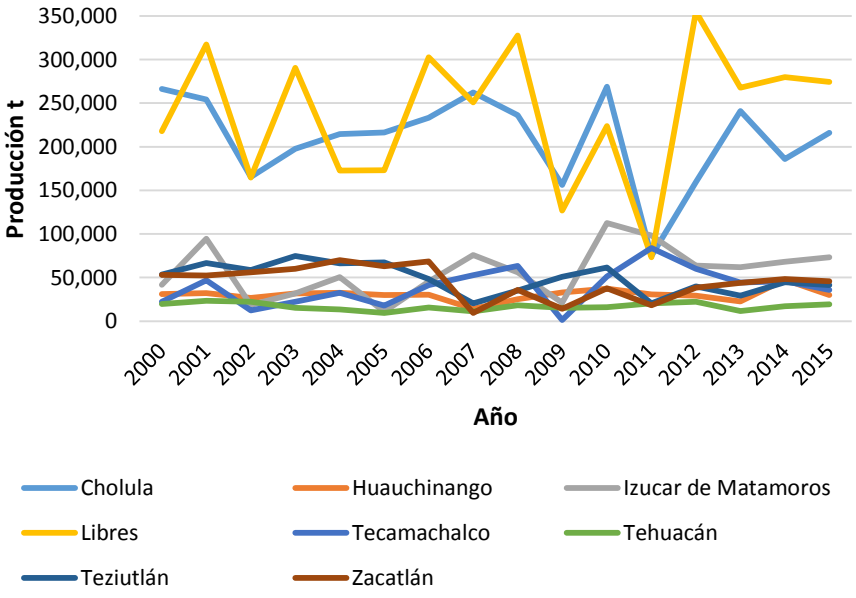
Gráfica:16. Producción de maíz en Puebla ciclo otoño-invierno de riego
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

En el ciclo otoño-invierno, la producción se mostró diferente, ya que el DDR Izúcar de Matamoros destaca por su producción de hasta trece veces por encima del resto de los DDR, con una tendencia decreciente en los últimos años a partir de 2008, con una producción máxima registrada en 2007 de 19,228 toneladas y una mínima en 2014 de 6,702 toneladas, mientras que Tehuacán mantuvo una producción más estable de 2,140 toneladas en promedio por año.



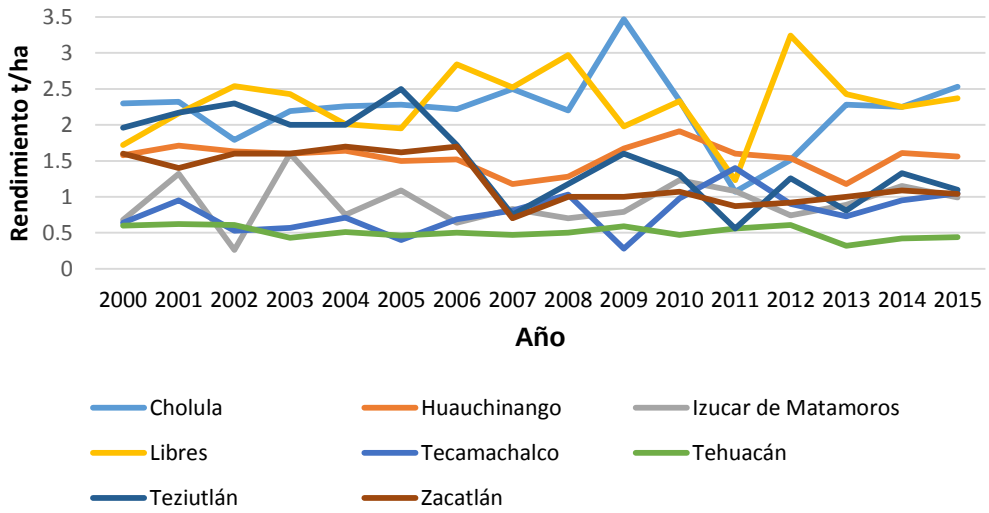
Gráfica:17. Rendimiento de la producción de maíz en Puebla otoño-invierno de riego
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

Para este ciclo, Tecamachalco, aunque muy variable, mantiene los mayores rendimientos que el resto de los DDR, con un promedio de 4.65 toneladas por hectárea al año.



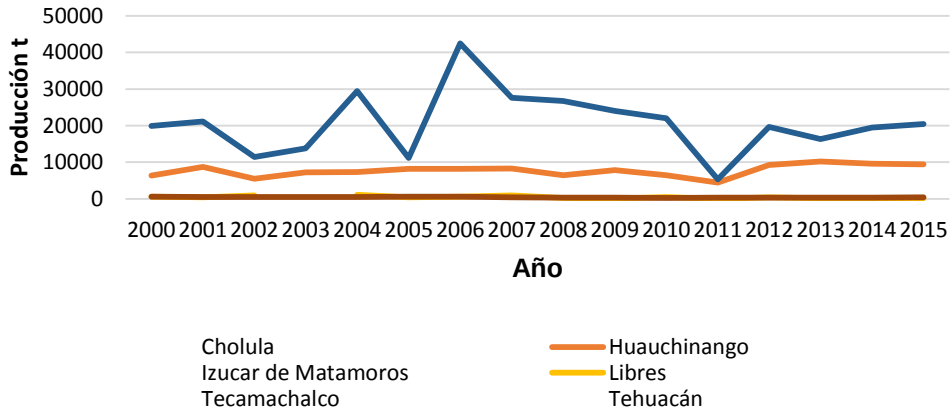
Gráfica:18. Producción de maíz en Puebla primavera-verano de temporal
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

En el ciclo primavera-verano de temporal, Libres y Cholula sobresalen por su producción con 238,611 y 209, 279 toneladas en promedio por año, aunque es muy variable.



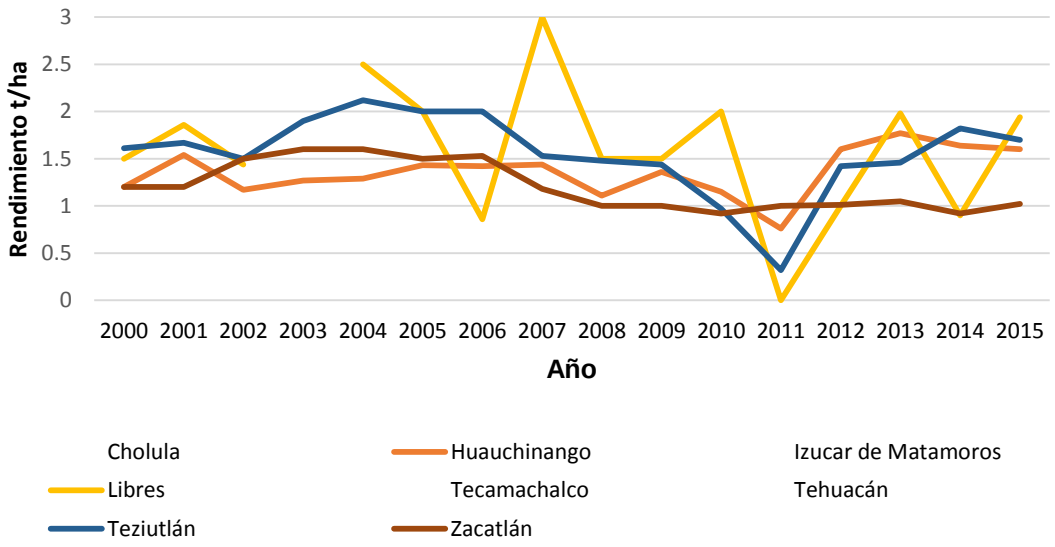
Gráfica:19. Rendimiento de producción de maíz en Puebla primavera-verano de temporal
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

Aunque es alta la variación, Cholula y Libres observan rendimientos más elevados en este ciclo de primavera-verano de temporal, con rendimientos en promedio de 2.31 y 2.21 toneladas por hectárea.



Gráfica:20. Producción de maíz en Puebla otoño-invierno de temporal
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

Puebla no deja de producir maíz en el ciclo otoño-invierno, inclusive bajo el régimen de temporal, en el que cuatro de sus DDR no reportan producción, y de los que la reportan, Teziutlán sobresale con una producción de 20,680 toneladas promedio al año.



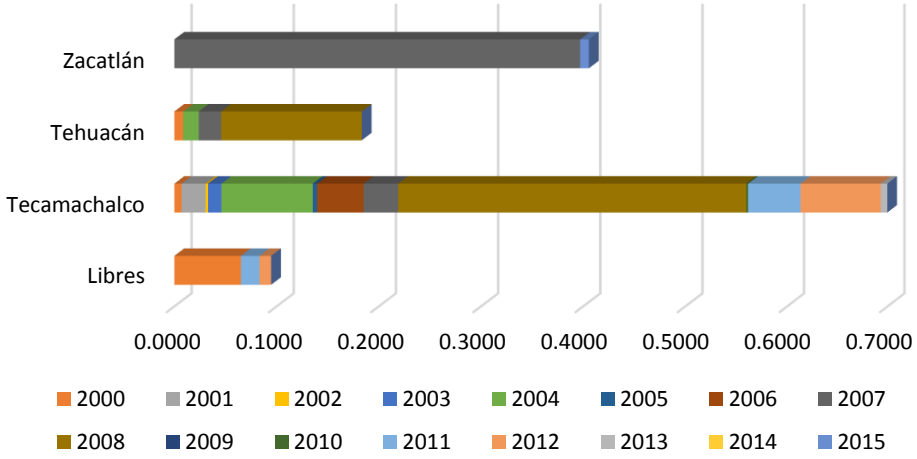
Gráfica:21. Rendimiento de producción de maíz en Puebla otoño-invierno de temporal
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

Los rendimientos de los DDR que reportan producción en el ciclo otoño-invierno de temporal, no varían en gran medida, y van de 1.20 a 1.55 toneladas por hectárea en promedio.

Siniestralidad DDR

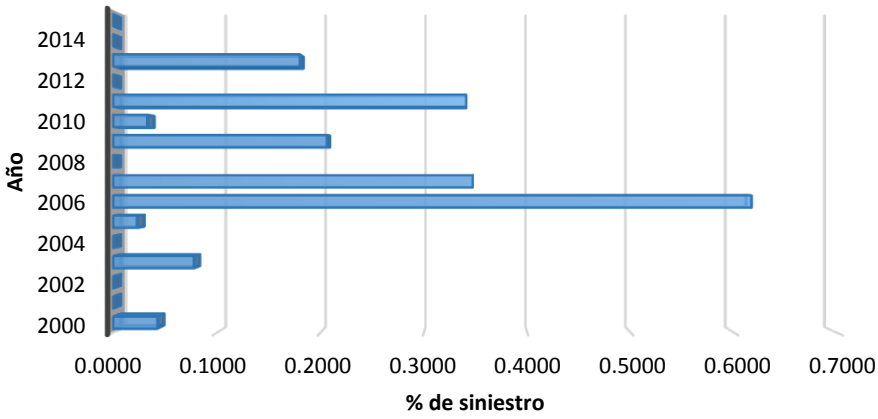
La siniestralidad incurrida es importante como parte de los referentes anteriores, dado que debe jugar un papel de ponderación dentro de la proyección estimativa de los rendimientos futuros. Al encontrarse implícita en los índices de rendimiento, es necesario advertir en forma separada los niveles de siniestro en cada DDR, para poder asumir que dentro de la magnitud del ciclo económico que se está tomando como base para la regresión lineal, debe incorporarse cierto nivel de siniestro que le dote mayor acercamiento a la realidad y sea aceptado como negocio por la aseguradora del sector privado. En seguida se representa

en forma gráfica el resumen de información que da cuenta del siniestro al que se han enfrentado los DDR por el periodo calculado.



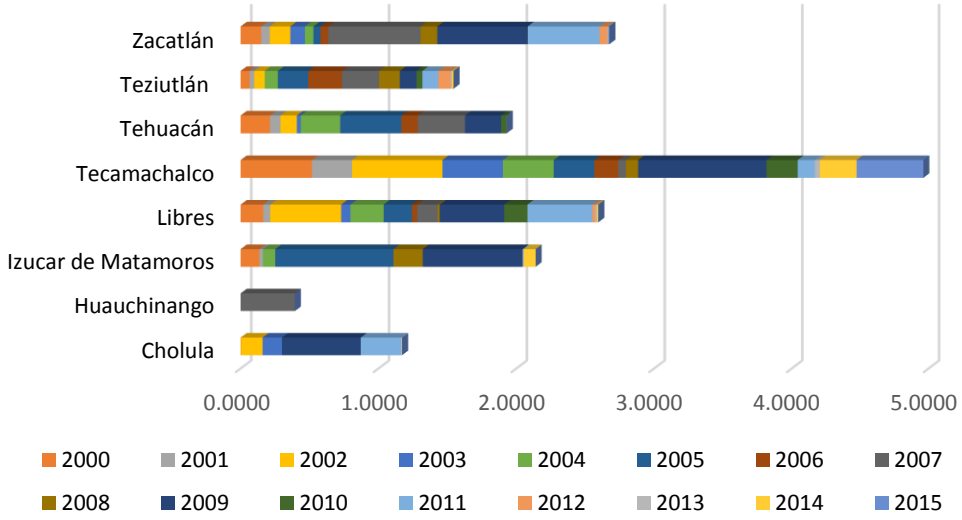
Gráfica:22. DDR de Puebla con siniestralidad en cultivo de maíz primavera-verano de riego
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

La ilustración muestra que solo cuatro DDR estuvieron sujetos a años de siniestro en su producción, de los que sobresale Tecamachalco, con un porcentaje menor al 1% en promedio anual de superficie siniestrada por todos los años del periodo.



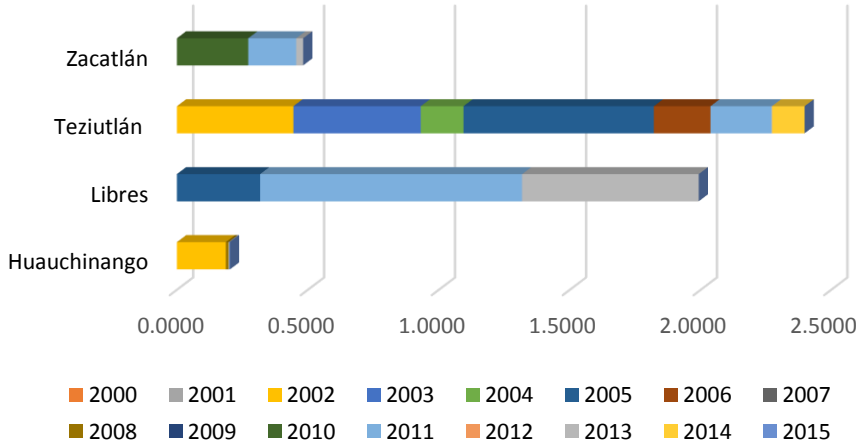
Gráfica:23. Siniestralidad en cultivo de maíz de Tecamachalco otoño-invierno de riego
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

En el ciclo otoño-invierno del régimen de riego, es Tecamachalco el único DDR que muestra siniestro con un promedio menor al 1% anual en su superficie siniestrada.



Gráfica:24. DDR de Puebla con siniestralidad en cultivo de maíz primavera-verano de temporal
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP*

Los DDR siniestrados en el régimen de temporal son diferentes a los de riego, salvo Tecamachalco, que se mantiene aumentando su nivel de siniestro a casi 5% de su superficie sembrada al año.



Gráfica:25. DDR de Puebla con siniestralidad en cultivo de maíz otoño-invierno de temporal
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP*

Destaca la siniestralidad de Teziutlán y Libres, que se han sostenido y han observado siniestro en por lo menos dos de los ciclos y dos de los regímenes, mostrando en este ciclo el mayor índice, con menos del 2.5% y 2% respectivamente, en promedio anual con respecto a su superficie sembrada.

4.4 Diseño de las variables para el costo de la prima y la suma asegurada

El esquema de seguro agrícola para el pequeño productor de maíz se desarrolla a partir de la aplicación de una regresión lineal y su tendencia, que aplicada sobre los rendimientos históricos de un periodo válido que contienen implícito el riesgo incurrido, permita, mediante el promedio de sus variaciones, la determinación del costo de la prima, y mediante la estimación del rendimiento futuro en toneladas de producto, la determinación de la suma asegurada después de aplicar el precio corriente al valor resultante.

El primer enfoque muestra las dos variables a utilizar en la regresión, siendo estas:

1. Los rendimientos por cada ciclo agrícola durante el periodo a calcular.
2. Los años del periodo elegido con base en la teoría de ciclos.

Sin embargo, de forma ulterior al modelo econométrico, cuyas variables para la varianza y la tendencia central son el tiempo y los rendimientos, el esquema que se propone define al promedio de las variaciones, como la variable para el cálculo del costo de la prima, y a la función de estimación como la variable para el cálculo de la suma asegurada.

El diseño se respalda con los referentes teóricos que representan la misma técnica econométrica y la teoría de los ciclos económicos, por lo que, en virtud de lo factual de las variables de la regresión, se profundizará en las variables surgidas de ella.

Variable: Promedio de variaciones para el cálculo del costo de la prima

La técnica econométrica de regresión lineal sobre los rendimientos, permite identificar en los residuales, las variaciones que están por arriba y las que están por debajo de su media de rendimiento; es decir, muestran qué tan inciertos son los ingresos que ameriten del aseguramiento, y qué tan favorables son los eventos de buena producción, que permitan prescindir de una parte de ellos, y canalizarlos al pago de una prima para asegurar los ingresos futuros, si las cosechas son malas, circunscribiéndolos a una simetría tal, que mantiene en forma permanente, el equilibrio entre los incrementos y los decrementos del rendimiento, y que, por lo tanto, las cifras deficitarias sean cubiertas con las superavitarias. Además, los sistemas informáticos estadísticos, permiten rápidamente la determinación de esos valores en forma histórica y la estimación de los que no han ocurrido pero que se deben considerar.

Un factor importante en el modelo es que los cálculos se realicen sobre cantidades de producto, y al momento de concretar las operaciones financieras, se apliquen precios vigentes locales a las cantidades determinadas; este mecanismo ofrece permanente vigencia de valores, y evita la necesidad de deflactar precios históricos o ponderar con índices inflacionarios las estimaciones futuras del ciclo o año a asegurar.

Para la elección del periodo, se consideraron los aspectos de la teoría de los ciclos económicos, a fin de asegurar que el modelo de seguro conserve sencillez, pero sin pasar por alto que la aplicación de la técnica de regresión lineal, se altere por fenómenos no contemplados y presente brechas con la realidad. Para ello se consideró la teoría de Henri Guitton (1958), para tratar el aspecto de la estabilidad de los ingresos del pequeño productor, como factor nodal en el propósito de esta investigación, en virtud de que señala que ante una situación estable del ingreso nacional o Producto Interno Bruto (PIB), la tasa de crecimiento es más alta que cuando se tiene una amplia variación en su comportamiento, lo cual conduce al decrecimiento. En ese sentido, agrega su teoría; la alta variación de los ingresos con respecto a su media en un ciclo largo, toma una tendencia

decreciente o negativa, mientras que una menor variación, muestra una tendencia de crecimiento, por apreciarse en un periodo extenso que ejemplifica con lapsos de diez años, cuya sucesión cíclica no tiene autonomía perfecta, lo que resulta útil para las expectativas de estabilidad de los ingresos del pequeño productor, en función a la cobertura que ofrece un sistema de seguros para momentos de rendimientos negativos.

Se reafirma el enfoque con la teoría de Joseph A. Schumpeter, quien señaló que desde la perspectiva de negocio, el ciclo medio tiene un lapso de cinco a diez años, en los que la lógica económica del equilibrio se hace presente, y aún con la aparición de variaciones amplias, su secuencia temporal las eliminarán reencausando la tendencia a su eje, sujeto a la innovación de procesos como factor endógeno, y derivado de las decisiones racionales desprendidas de la composición económica, y sociológica del perfil del productor. La visión del teórico favorece la idea, de que el impacto psicológico como factor endógeno en el agricultor, impulsa su reacción hacia cierta dirección, con efecto en la producción, los rendimientos y el ahorro (Sotelo, 2003).

Desde este plano, los factores endógenos y exógenos que pudieran impulsar el crecimiento o decrecimiento de la economía en un periodo dado, o los modelos matemáticos con variables macroeconómicas, y de políticas expansivas o restrictivas por parte del estado, o bien, las expectativas racionales, no inciden tangiblemente en las variables del modelo, de tal forma que se deban controlar al abordar sus cálculos. La influencia de factores exógenos o de política monetaria que pudieran incidir en la ruta del ciclo, no impacta la regresión del periodo elegido, ya que esta se traza a partir de los rendimientos del cultivo, y aunque la innovación tecnológica que refiere Schumpeter incrementara los rendimientos, los efectos son poco significativos en las regiones objeto de este estudio, y en el lapso elegido.

Después del análisis de las teorías, se consideran para el modelo, lapsos de 16 años, salvaguardando la cantidad par en virtud de la simetría que, para este caso, debe guardar la base para la regresión lineal y su varianza, por las razones del

balance exacto que debe resultar entre las variaciones positivas y las negativas, dado que serán sometidas a procesos financieros de los que deben estar balanceados los valores superavitarios y los deficitarios.

Bajo el criterio de la teoría de ciclos, se aplican los procedimientos de regresión a datos estadísticos de producción y rendimientos del cultivo de maíz, en los diferentes DDR del estado de Puebla, bajo las considerandos de la heterogeneidad que pudiera reunir dicha subdivisión en cuanto a altura, humedad, tipo de suelo, temperatura, tecnología e infraestructura de riego; dicha clasificación es subdividida a su vez por ciclo productivo y por régimen hídrico, con el propósito de identificar con mayor precisión el impacto de las variaciones que dichas características provocan.

El principal instrumento empleado en este estudio es la técnica estadística de regresión, aplicada a datos de producción y rendimientos del cultivo básico (para este caso el maíz blanco), calculado en el programa Statistical Analisis System (SAS) que proporciona la ecuación de estimación. Esta se aplica sobre el periodo de datos históricos comprendido del 2000 a 2015, superando los diez años que toman de referencia los cálculos reglamentarios de otros tipos de seguros, lo indicado por la teoría de ciclos, y preservando que la cantidad de años sea número par. Estos datos están publicados por el SIAP de la SAGARPA. La proyección de rendimientos esperados se hace para 2016.

Posteriormente se grafica la dispersión de los datos de las variables en el plano cartesiano, confluyendo en éste el tiempo y el rendimiento, en cuya variada intersección se traza la línea de tendencia central y se determina la función cuadrática de la estimación. La línea estimada muestra las variaciones entre los datos reales del comportamiento del rendimiento y los datos estimados, cuya neutralidad indica una equivalencia entre el rendimiento por arriba y el rendimiento por debajo de la tendencia central, significando que los rendimientos por debajo requieren de cobertura para garantizar ingreso al productor y el promedio de la suma de las variaciones positivas sea el indicador de la eficiencia

del rendimiento de donde surja la fuente del recurso, precisamente para pagar la cobertura de las deficiencias o nulos rendimientos que resulten de la proyección.

Variable: función cuadrática para la estimación de la suma asegurada

La elección de la función lineal como estimativo de la suma a asegurar, ofrece, además de sencillez, la varianza necesaria en función de la cual, se determinarán los importes de pago, de lo contrario, otra función no lineal; exponencial o logarítmica, con uno o más puntos de inflexión, ajustan la tendencia al comportamiento extremo que pudieran reportar los rendimientos, provocando estrechez de las variaciones hasta reducirlas a cero, lo que resulta en un detrimento del cálculo del costo de la prima, dado que este surge precisamente de las variaciones que llevan implícito el factor de riesgo de disminución de la producción, que contiene inherente cualquier riesgo que haya enfrentado la parcela, sea climático, biológico, tecnológico e inclusive humano.

La función cuadrática, que da como resultado el rendimiento esperado para un periodo futuro a partir de los datos históricos, representa el valor de lo esperado por el productor, por lo que al ser calculado en toneladas de producto, es un dato convertible en términos monetarios aplicando el precio vigente de la tonelada de producto, lo que se transforma en dato económico, que lleva implícito cualquier eventualidad monetaria, y no requiere de actualización mediante índices inflacionarios, por lo que es un importe listo para colocarse en el contrato como suma asegurada.

La teoría que respalda el modelo econométrico de la regresión, en conjunto con los datos históricos de los rendimientos, hacen de esta variable, un dato que considera la postura de la utilidad esperada por el productor y que lleva implícita la teoría de los rendimientos decrecientes, en el caso del desgaste de las propiedades de fertilidad de la tierra, los riesgos de cosecha y los cambios de la práctica agrícola en términos de la innovación tecnológica, entre otros factores que pudieran estar implícitos en la misma tendencia de los rendimientos.

Si después del análisis de las bondades de ajuste resultaren indicadores que hacen en extremo inapropiada la función lineal, se propone separar los periodos en el punto más relevante de inflexión, para que subsista la razonabilidad de la regresión lineal en cada periodo proveniente de la separación, ya que la tendencia que marca la estimación de la suma a asegurar será el último segmento de tiempo, mismo que estaría representando la tendencia real y vigente.

Las variables de la función son a partir de la regresión lineal y, por tanto, son las mismas, siendo la variable independiente el tiempo y la variable dependiente los rendimientos, que, aunque no son correlativas, aseguran la inclusión de la siniestralidad incurrida en el transcurso del tiempo por la magnitud del periodo elegido. Las instrucciones para el procesamiento de las variables en el programa informático se detallan en el **Anexo 1**.

La información de salida comprueba que la suma de los residuales efectivamente suman cero, ratificando que la tendencia estimada es justamente neutral entre la dispersión de valores por arriba de la línea de tendencia, que son positivos, y los que se dispersan por debajo de la línea cuyos valores son negativos; por consiguiente, también indica que la suma de los cuadrados de los residuales suman cero, la suma de los cuadrados de los residuales convertidos en positivo, dada su elevación al cuadrado, están un tanto alejados de la línea de tendencia estimada.

También indica qué nivel de correlación tienen entre sí las variables, que es útil para descartar cualquier dependencia de valores, y asegurar que lo que pasa en los diferentes periodos, no está en función de los periodos que anteceden o suceden; además ofrece la auto-correlación de primer orden, y en un segundo intento por si ésta no fuera satisfactoria, un estimador mediante la prueba D-W.

Es relevante resaltar que los datos ingresados de las variables son hechos consumados, a efecto de identificar el real comportamiento del rendimiento de

las cosechas inmediatas anteriores, y que se pretende que, bajo este esquema, siempre se estén actualizando las estadísticas anteriormente descritas, considerando para su cálculo los últimos dieciséis años; sin embargo, dado que la cobertura de los seguros corre a partir de primas pagadas por anticipado para hechos que pudieran o no ocurrir en el futuro, se vio necesario incluir en el modelo la proyección del rendimiento para el año por el que se contratará la cobertura, con base en los datos históricos, a efecto de contribuir aún más en el acierto de la estimación; esta proyección es calculada por el propio sistema SAS, siendo necesario únicamente agregar el año de que se proyectará en la columna de la variable T y colocar un punto en la fila correspondiente de la columna de la variable R. Para este propósito es necesario mantener vigente y real la fuente de datos hasta el año que antecede al que se proyectará, y para el cual será la cobertura; en este sentido es evidente la necesidad de fuentes formales y fidedignas de datos.

4.5 Procesamiento de la información y obtención del costo de la prima y el monto de cobertura

La aplicación del proceso descrito permitió la obtención de los diagramas de dispersión de las variables tiempo y rendimientos, el trazado de la tendencia central, la determinación de las variaciones, y la obtención de la función lineal de cada uno de los 8 DDR por los dos ciclos agrícolas de cada uno de los 16 años analizados y por los dos regímenes hídricos de las parcelas, como se muestra en el **Anexo 2**.

Procedimiento para el cálculo del costo de la prima de seguro.

Los datos obtenidos por las variaciones de los rendimientos por el periodo 2000-2015 con respecto a su tendencia central, siendo estos dieciséis datos, alcanzan

una simetría haciendo equivalentes los rendimientos positivos y los negativos, es decir, los que están por arriba de la tendencia central y los que están por debajo,

por tal razón, dicho valor tiene un papel dual; cuando el periodo de aseguramiento ha sido devengado, si el rendimiento resultó por arriba de la tendencia central, juega el papel de base para el costo de la prima y si resulta por debajo de la tendencia central, juega el papel de ser cifra indemnizatoria; finalmente, como provienen de una simetría de valores, en consecuencia, para efectos financieros, representan un balance entre los montos superavitarios y los deficitarios.

Este mecanismo que revela una dinámica de cifras compensadas que dan la pauta para que, precisamente, lo que deba costar la prima año con año, sea equivalente a la suma de los valores negativos, siendo esa la cantidad que debe entregarse al productor para mantener su nivel de ingresos en tiempos de cosecha nula o mala.

Dado que los valores obtenidos en el presente análisis, están representados en toneladas de maíz, se debe hacer su conversión a moneda de curso legal, por lo que basta con multiplicar las toneladas por su precio en el mercado local, lo que evita la aplicación de cálculos inflacionarios o procesos para deflactar, y ofrece la ventaja de que las tarifas se mantienen actualizadas sin dificultar su cálculo, ni agregar los costos administrativos que ello representa.

Para este caso se está tomando como precio del producto, el de $3,500 por tonelada aplicado a todos los DDR, que fue tomado del sistema de precios de la Secretaría de Economía, como se observa en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Resumen del costo de la prima por DDR, ciclo y régimen hídrico

DDR	Primavera - verano		Otoño - invierno	
	Riego	**Temporal**	**Riego**	**Temporal**
CHOLULA				
Suma de los residuos	4,05	4,70	4,68	s.r.p.
Promedio de los residuos*	0,25	0,29	0,29	
Costo de la prima	**$884,91**	**$1.027,46**	**$1.022,82**	
HUAUCHINANGO				
Suma de los residuos	2,11	2,14	s.r.p.	2,70
Promedio de los residuos	0,13	0,13		0,17
Costo de la prima	**$461,38**	**$424,90**		**$590,59**
I. DE MATAMOROS				
Suma de los residuos	2,84	3,93	1,99	s.r.p.
Promedio de los residuos	0,18	0,25	0,12	
Costo de la prima	**$620,71**	**$859,18**	**$435,63**	
LIBRES				
Suma de los residuos	10,32	5,64	s.r.p.	6,71
Promedio de los residuos	0,64	0,35		0,42
Costo de la prima	**$2.257,36**	**$1.234,00**		**$1.467,79**
TECAMACHALCO				
Suma de los residuos	7,87	2,73	26,13	s.r.p.
Promedio de los residuos	0,49	0,17	1,63	
Costo de la prima	**$1.721,58**	**$597,68**	**$5.715,54**	
TEHUACÁN				
Suma de los residuos	2,31	0,92	1,56	s.r.p.
Promedio de los residuos	0,14	0,06	0,10	
Costo de la prima	**$504,23**	**$202,31**	**$340,66**	
TEZIUTLÁN				
Suma de los residuos	0,00	4,55	s.r.p.	4,64
Promedio de los residuos	0,00	0,28		0,29
Costo de la prima	**$0,00**	**$994,56**		**$1.014,87**
ZACATLÁN				
Suma de los residuos	5,87	3,00	s.r.p.	2,44
Promedio de los residuos	0,37	0,19		0,15
Costo de la prima	**$1.284,55**	**$656,01**		**$533,02**

Fuente: *Elaboración propia con las funciones*

**Para lograr el límite superior del costo se consideraron todos los decimales automáticos del programa.*

(**s.r.p.**) *Sin reporte de Producción*

Procedimiento para el cálculo del monto de cobertura del seguro

La aplicación de la función determinada en la regresión lineal será la herramienta con la que se estimará el rendimiento esperado para el siguiente ciclo a asegurar; si bien se ha determinado el costo de la prima, misma que, dada su naturaleza proveniente de datos históricos, integra en su monto la siniestralidad incurrida, la tendencia del ciclo económico determinará el rendimiento subsecuente, al que se aplicará el precio vigente local del producto, generando como resultado el monto garantizado de ingreso para el productor, como se aprecia en la *Tabla 2*, es decir, si transcurrido el ciclo asegurado resultare que la parcela fue siniestrada o parcialmente siniestrada, trayendo como consecuencia que el rendimiento resultó menor al estimado, se pagará al productor la diferencia entre el rendimiento estimado y el realmente obtenido; de ser el caso que el siniestro provocó nulo rendimiento, el importe a cubrir al productor será el valor total del rendimiento estimado deducido por el rendimiento promedio; esto es, la variación negativa.

Al igual que la determinación del costo de la prima, los valores obtenidos al aplicar la función resultante de la regresión, están presentados en toneladas de maíz, por lo que se debe hacer su conversión valores monetarios, por lo que se procede a multiplicar las toneladas por su precio en el mercado local, lo que evita la necesidad de cálculos inflacionarios o procesos para deflactar, ya que este mecanismo da la característica de la provisionalidad, es decir, en el momento que se realice la conversión, agrega vigencia al valor.

En la tabla 2 que se presenta a continuación, se está tomando como precio del producto, el de $3,500 por tonelada aplicado a todos los DDR, cuya fuente es el Sistema de Precios de la Secretaría de Economía.

Tabla 2. Cálculo del monto a cubrir al contratar el seguro

DDR	Primavera - verano		Otoño - invierno	
	Riego	**Temporal**	**Riego**	**Temporal**
CHOLULA				
Función lineal	Y=-0.0426x+89.54	y=-0.0041x+10.397	y=-0.0904x+184.48	s.r.p.
Rendimiento esperado	3,66	2,13	2,23	
Monto de la cobertura	**$12.804**	**$7.460**	**$7.818**	
HUAUCHINANGO				
Función lineal	y=-0.0282x+58.638	y=-0.007x+15.626	s.r.p.	y=0.0165x-31.853
Rendimiento esperado	1,79	1,51		1,41
Monto de la cobertura	**$6.254**	**$5.299**		**$4.939**
I. DE MATAMOROS				
Función lineal	y=0.0544x-105.58	y=0.0073x-13.722	y=0.0057x-8.0779	s.r.p.
Rendimiento esperado	4,09	0,99	3,41	
Monto de la cobertura	**$14.316**	**$3.482**	**$11.947**	
LIBRES				
Función lineal	y=-0.0114x+27.52	y=0.0166x-31.079	s.r.p.	y=-0.0187x+39.3
Rendimiento esperado	4,54	2,39		1,60
Monto de la cobertura	**$15.882**	**$8.353**		**$5.603**
TECAMACHALCO				
Función lineal	y=0.1493x-294.71	y=0.0265x-52.469	y=0.1491x-294.58	s.r.p.
Rendimiento esperado	6,28	0,95	6,01	
Monto de la cobertura	**$21.976**	**$3.342**	**$21.020**	
TEHUACÁN				
Función lineal	y=-0.0119x+26.294	y=-0.0086x+17.836	y=0.0236x-45.354	s.r.p.
Rendimiento esperado	2,30	0,50	2,22	
Monto de la cobertura	**$8.063**	**$1.744**	**$7.783**	
TEZIUTLÁN				
Función lineal		y=-0.0924x+187.02	s.r.p.	y=-0.0308x+63.378
Rendimiento esperado	0,00	0,74		1,29
Monto de la cobertura	**$0**	**$2.596**		**$4.498**
ZACATLÁN				
Función lineal	y=-0.0063x+15.367	y=-0.0522x+106.08	s.r.p.	y=-0.0375x+76.395
Rendimiento esperado	2,67	0,84		0,80
Monto de la cobertura	**$9.332**	**$2.957**		**$2.783**

Fuente: *Elaboración propia con las funciones de los gráficos y precio del maíz $3,500 Ton.*
(s.r.p.) Sin reporte de producción
Nota: El importe representa la cobertura antes del ajuste ante el resultado de la cosecha.

Comparativo del costo de la prima obtenido por dos mecanismos.

La prima como el elemento objeto de la meticulosidad e importancia del seguro, siendo la tarifa que debe determinarse lo más cuidadosamente posible, de forma que brinde el equilibrio técnico a las compañías aseguradoras; representa el costo de la probabilidad media teórica de que ocurra un siniestro, y por tanto, se atribuye a la técnica actuarial la competencia de su mejor determinación.

En términos generales, dichas técnicas suelen aplicarse bajo la Ley de los Grandes Números y con base en procedimientos que implican en primer término, determinar la frecuencia de siniestralidad, es decir; el número de siniestros dividido entre el número de asegurados, posteriormente, el costo esperado de los siniestros, tomando el costo total de los siniestros ocurridos y el número total de siniestros, para después obtener la función de densidad de probabilidad de distribución de los siniestros, mediante la correspondiente función de distribución y la función de densidad.

Para ello se debe contar con datos históricos acerca de la siniestralidad y los valores asegurados, por lo que para contar con un referente de la distancia entre el costo de la prima determinada bajo el modelo propuesto en esta investigación, y alguno utilizado en los procedimientos actuariales, que no requiera la información histórica, se aplicó el modelo de la teoría para la acepción del riesgo de Von Neumann y Oskar Morguenstern, basada en la teoría de la utilidad esperada de Bernoulli, para lo que se aplicó la ecuación de los propios autores:

$$U(W) = W - \left[p\pi\left(\sqrt{W_0}\right) + \ p1 - \pi\ (\sqrt{W_1})\right]^2$$

Con lo que se obtuvo la cifra de la prima a través de ese método y se comparó con el obtenido del modelo propuesto, durante el periodo 2000 – 2015, con valores estimados y esperados para 2016, de los que se obtuvieron los valores que muestra el Anexo 1 y en resumen en la tabla 3 (Walker, 1991).

Tabla 3. Diferencia de costo de prima calculada mediante regresión, ante la calculada mediante el modelo de la utilidad esperada de Neumann y Morgenstern

DDR	Primavera-verano		Otoño-Invierno	
	Riego	Temporal	Riego	Temporal
CHOLULA				
Costo de prima s/regresión	885	1.027	1.023	
Costo Neumann y Morgenstern	255	4.546	156	
Diferencia	**$630**	**-$3.518**	**$867**	
HUAUCHINANGO				
Costo de prima s/regresión	461	425		591
Costo Neumann y Morgenstern	124	642		2.161
Diferencia	**$337**	**-$217**		**-$1.570**
I. DE MATAMOROS				
Costo de prima s/regresión	621	859	436	
Costo Neumann y Morgenstern	285	2.611	238	
Diferencia	**$336**	**-$1.752**	**$198**	
LIBRES				
Costo de prima s/regresión	2.257	1.234		1.468
Costo Neumann y Morgenstern	5.397	8.320		1.904
Diferencia	**-$3.140**	**-$7.086**		**-$436**
TECAMACHALCO				
Costo de prima s/regresión	1.722	598	5.716	
Costo Neumann y Morgenstern	21.203	3.329	16.996	
Diferencia	**-$19.482**	**-$2.732**	**-$11.281**	
TEHUACÁN				
Costo de prima s/regresión	504	202	341	
Costo Neumann y Morgenstern	3.527	1.411	155	
Diferencia	**-$3.023**	**-$1.208**	**$186**	
TEZIUTLÁN				
Costo de prima s/regresión		995		1.015
Costo Neumann y Morgenstern		2.555		3.374
Diferencia		**-$1.560**		**-$2.359**
ZACATLÁN				
Costo de prima s/regresión	1.285	656		533
Costo Neumann y Morgenstern	2.187	2.218		946
Diferencia	**-$903**	**-$1.562**		**-$413**

***Fuente**: Elaboración propia con datos de la Tabla 1 y el Anexo 3*

De acuerdo con información mostrada en los rubros de revelación suficiente de las notas a los estados financieros de algunas aseguradoras, el costo medio de siniestralidad en el apartado de daños, que es el más elevado, oscila entre el 35 y 40 por ciento de las primas retenidas directas, dato útil en este caso, como referente que permita ponderar los valores de la tabla 4, donde se indica el porcentaje de lo cuesta la prima con respecto del valor asegurado, antes de ajustes a ante los resultados de la cosecha.

Tabla 4. Costo de la prima con respecto a la cobertura

DDR	Primavera-verano		Otoño-invierno	
	Riego	**Temporal**	**Riego**	**Temporal**
CHOLULA				
Costo de la prima	$885	$1.027	$1.023	
Monto asegurado	$12.804	$7.460	$7.818	
costo de la prima	**6,91%**	**13,77%**	**13,08%**	
HUAUCHINANGO				
Costo de la prima	$461	$425		$591
Monto asegurado	$6.254	$5.299		$4.939
costo de la prima	**7%**	**8%**		**12%**
I. DE MATAMOROS				
Costo de la prima	$621	$859	$436	
Monto asegurado	$14.316	$3.482	$11.947	
costo de la prima	**4%**	**25%**	**4%**	
LIBRES				
Costo de la prima	$2.257	$1.234		$1.468
Monto asegurado	$15.882	$8.353		$5.603
costo de la prima	**14%**	**15%**		**26%**
TECAMACHALCO				
Costo de la prima	$1.722	$598	$5.716	
Monto asegurado	$21.976	$3.342	$21.020	
costo de la prima	**8%**	**18%**	**27%**	
TEHUACÁN				
Costo de la prima	$504	$202	$341	
Monto asegurado	$8.063	$1.744	$7.783	
costo de la prima	**6%**	**12%**	**4%**	
TEZIUTLÁN				
Costo de la prima		$995		$1.015
Monto asegurado		$2.596		$4.498
costo de la prima		**38%**		**23%**
ZACATLÁN				
Costo de la prima	$1.284,6	$656,0		$533,0
Monto asegurado	$9.331,7	$2.956,8		$2.782,5
costo de la prima	**14%**	**22%**		**19%**

***Fuente**: Elaboración propia con datos de las Tablas 1 y 2.*

CAPÍTULO V. INTEGRACIÓN DEL MODELO, AL ESQUEMA DEL SEGURO AGRÍCOLA PARA EL PEQUEÑO PRODUCTOR

El esquema que se propone en la presente investigación no debe pasar por alto el contexto en torno al productor y las aseguradoras, el primero con las evidentes limitaciones en cuanto a sus ingresos y consecuentemente ante la imposibilidad de adquirir un seguro agrícola, y por cuanto a las aseguradoras, siendo sociedades mercantiles especializadas con fines de lucro que no optan por un proyecto si no es rentable. Por ello se precisa de la participación del Estado, como un deber de atender un problema de interés público como lo es el cambio climático y las severas repercusiones en la actividad agrícola y en la producción de alimentos.

5.1 Consideraciones para la perspectiva del esquema de seguro agrícola

Si bien se ha planteado el difícil sostenimiento de transferencias de recurso público en forma de programas sociales para erradicar la pobreza, la política pública debe ser promovente del crecimiento económico a partir del impulso a la producción, bajo esta perspectiva, si el subsidio típico a la prima significa un apoyo para que el productor se reinserte en la actividad después del siniestro; es probable que el efecto no se concrete si no hay una persuasión al productor, para que una parte de la inversión sea a su costa, y si no hay seguimiento que confirme el cumplimiento de tal cometido. El esquema que se plantea contiene en su propia dinámica, el estímulo a la producción y a la elevación del rendimiento, ya que cuanto mayores sean estos, mayor es el monto de la indemnización, y si aunado a ello, el productor recibe un porcentaje de subsidio a la prima que paga, y se le plantean los beneficios de no retirar los reembolsos de una baja siniestralidad, con la finalidad de preservarlos en cuentas de ahorro individuales para el sostenimiento en su etapa improductiva por vejez, se prevé bien concebido el esquema de seguro.

Visualizar el esquema que se plantea en una perspectiva de política pública, mantiene la expectativa de atribuir valor agregado a la canalización de presupuesto público, en la parte tangible de corto plazo, con resultados medibles en indicadores de incremento de la producción y del rendimiento, y en el aspecto intangible y de largo plazo, la esperanza de la contribución a la estabilidad de los ingresos del pequeño productor, la tendencia a su crecimiento y la contribución a la mejora del bienestar para su vejez.

El modelo propuesto que suple los complejos cálculos notariales, no merma la confianza de negocio para las aseguradoras, en virtud de que de acuerdo a la teoría de probabilidades, el valor promedio gana valor predictivo, y es más probable que este represente el valor esperado; en este marco, los elementos que componen el riesgo minuciosamente estudiado, y previsto en los cálculos y herramientas técnicas notariales, están implícitos en el comportamiento de los rendimientos históricos del productor, por tanto, con la técnica de regresión, se vuelven inherentes en la ecuación de la estimación, y en consecuencia, tanto el costo de la prima, como la suma asegurada, ya incluyen en sus cifras los elementos de riesgo, estadística y probabilidad.

Lo anterior, se complementa con las funciones indemnizatoria y financiera que poseen los seguros convencionales, y que conserva el esquema que se propone, ya que el producto híbrido formado por un seguro de riesgos con un fondo de ahorro para pensiones, salvaguarda financieramente hablando, las reservas técnicas para enfrentar las eventualidades de naturaleza más incierta en la actividad agrícola.

Para el pequeño productor la expectativa versa sobre el incentivo que representa un mecanismo de pensión, con origen en el pago de primas de seguro inicialmente subsidiadas de manera parcial, cuyas cifras planteadas, motiven hacia la búsqueda en diversas fuentes de recursos y posteriormente una disciplina de ahorro y acercamiento a los servicios financieros.

En sentido contrario a los seguros tradicionales, se busca que el esquema que se propone reduzca los costos adicionales a la prima técnica, siendo uno de ellos la obtención de información, lo cual se abate con la facilidad de la obtención de la información para el esquema que se propone, dado que se encuentra disponible de manera pública en datos abiertos del SIAP-SAGARPA, lo que la permite fluir oportunamente para alimentar las bases de datos, y mantener los cálculos vigentes sin mayores gastos administrativos.

En sentido similar, la disminución del impacto del riesgo de selección y del riesgo moral, consiste en que los datos implícitos en el proceso de cálculo del referido modelo, promueven de manera automática que su fuente sea confiable, toda vez que el falseamiento induciría a que cuanto más pérdida se manifieste a la aseguradora, más costosa es la prima; esto induce al productor a que manifieste su producción y rendimientos realmente obtenidos, para colocarse en el nivel de riesgo en que realmente se ubica, no olvidando que la baja siniestralidad también se premia, y este es otro factor que induce la veracidad de la información

Las aseguradoras pertenecientes al sector privado dan prioridad a la gestión de negocio; si éste tiene margen de rentabilidad, el beneficio se hace extensivo al asegurado; de lo contrario la actividad se desincentiva hasta desaparecer, por lo tanto, el libre ejercicio de inversión de los fondos hacia instrumentos rentables, debe contar con respaldos operativos y legales nacionales.

El beneficio que distingue a este modelo para pequeños productores, del modelo de los seguros tradicionales, es la cobertura que, a diferencia de estos últimos, se pagaría al productor solo en los casos en que sus rendimientos hubiesen resultado por debajo de la línea de tendencia, y en el caso de dos años consecutivos con rendimientos por encima de la línea de tendencia; se reembolsa uno de los dos pagos anuales de la prima, en calidad de baja siniestralidad, o bien, el 50% de la suma de ambos, instando a la opción de retener por parte de la aseguradora, la retribución por baja siniestralidad destinándola a un fondo de ahorro.

Otra de las ventajas con respecto al seguro agrícola tradicional, es que este modelo conserva un costo de prima considerablemente menor, dado que no se calcula sobre la base de la gravedad de los efectos del siniestro ocurrido considerando los costos de producción, sino sobre una base del promedio de las variaciones de la producción; en este sentido, si la producción y su rendimiento conservan un promedio, el factor de riesgo se incurre solo cuando la cosecha haya resultado menor a ese promedio; de esta forma, los fondos generados durante los periodos de buena cosecha sustentan los rendimientos negativos de las malas cosechas y, sobre todo, con un manejo financiero adecuado por parte de las aseguradoras privadas, mismas que optimizan los rendimientos de los fondos acumulados, haciendo partícipes a los pequeños productores de estos beneficios y garantizando que la aseguradora no pierda su rentabilidad competitiva.

5.2 Flujos de efectivo estimados para el productor

La viabilidad de un seguro agrícola para productores, cuyos índices de producción son apenas para el autoconsumo, estriba en la posibilidad de destinar una parte de sus recursos económicos de origen múltiple en la compra de los seguros, el esquema que se plantea no solo es la gestión del riesgo al que está expuesta la cosecha, sino también es un esquema de ahorro, dada la carencia de un seguro de desempleo o una garantía de pensión; por lo tanto, el efectivo que se destina al pago de la prima no se concibe provenga sólo del ingreso de la cosecha; debiera asumirse un criterio maduro y responsable para que los ahorros, si bien hasta ahora manejados elemental e informalmente, se manejen estratégicamente con las herramientas y los servicios financieros del mercado.

Se muestra un flujo de efectivo estimado para 2015 con base en el valor de la producción, derivado del rendimiento por hectárea, simulando la posesión de dos hectáreas, determinando el porcentaje que representa el costo de la prima ante el ingreso proveniente solo de la producción de maíz.

Tabla 5. Porcentaje del gasto del productor destinado al pago de prima

DDR	Producción 2015 Toneladas	Valor de la producción	Costo de la Prima para 2016	% de gasto del productor destinado al pago del seguro
CHOLULA				
Primavera-Verano Riego	7,84	$27.440	$1.770	6,45%
Otoño-Invierno Riego	4,24	$14.840	$2.046	13,78%
Primavera-Verano Temporal	5,06	$17.710	$2.055	11,60%
HUAUCHINANGO				
Primavera-Verano Riego	4	$14.000	$923	6,59%
Primavera-Verano Temporal	3,12	$10.920	$850	7,78%
Otoño-Invierno Temporal	2,12	$7.420	$1.181	15,92%
I. DE MATAMOROS				
Primavera-Verano Riego	8,02	$28.070	$1.241	4,42%
Otoño-Invierno Riego	6,42	$22.470	$871	3,88%
Primavera-Verano Temporal	1,98	$6.930	$1.718	24,80%
LIBRES				
Primavera-Verano Riego	10,6	$37.100	$4.515	12,17%
Primavera-Verano Temporal	4,74	$16.590	$2.468	14,88%
Otoño-Invierno Temporal	3,88	$13.580	$2.936	21,62%
TECAMACHALCO				
Primavera-Verano Riego	12,16	$42.560	$3.443	8,09%
Otoño-Invierno Riego	6,66	$23.310	$11.431	49,04%
Primavera-Verano Temporal	2,1	$7.350	$1.195	16,26%
TEHUACÁN				
Primavera-Verano Riego	4,98	$17.430	$1.008	5,79%
Otoño-Invierno Riego	4,82	$16.870	$681	4,04%
Primavera-Verano Temporal	0,88	$3.080	$405	13,14%
TEZIUTLÁN				
Primavera-Verano Temporal	2,2	$7.700	$1.989	25,83%
Otoño-Invierno Temporal	3,4	$11.900	$2.030	17,06%
ZACATLÁN				
Primavera-Verano Riego	5,8	$20.300	$2.569	12,66%
Primavera-Verano Temporal	2,08	$7.280	$1.312	18,02%
Otoño-Invierno Temporal	2,04	$7.140	$1.066	14,93%

Fuente: Elaboración propia con datos de la Tabla 1 y del SIAP-SAGARPA.
La ausencia de algunos ciclos se debe a que no hay datos en el SIAP

El estado de Puebla no destaca por altos índices de rendimiento en el cultivo de maíz, pero ocupa lugares medios con respecto a los otros estados del país en

cuanto a la permanencia de la tradición de este cultivo, y los lugares 14 – 17 en la siembra de temporal, pese a la tendencia ligeramente decreciente de ese régimen. Esto puede significar el carácter sostenido de quienes mantienen las unidades de producción en activo, que originan el 65% de sus ingresos, no obstante el desafiante nivel de vida mejorado en las zonas urbanas aledañas, circunstancia que favorece las alternativas del pequeño productor, al incentivar la posición de sus ingresos, cuya fuente no solo es la producción agrícola, sino que hay múltiples orígenes monetarios, como los apoyos gubernamentales que representan un 7%, un 2% proveniente de las divisas y un 26% de diversas actividades de venta de productos del campo y algunos servicios (INEGI, 2007). El ahorro que, aunque inconstante, ha sido posible de forma discreta en las familias de los pequeños productores, argumentado en las posibles eventualidades de salud y para celebraciones religiosas, se canaliza en un 48.13%, a destinos informales de guarda insegura (INEGI, 2007).

5.3 Consideraciones del esquema legal del seguro

Los seguros de daños y los planes de pensiones, evidentemente son de naturaleza distinta y reciben un tratamiento diferente con sustento en legislación particular; mientras los primeros son regulados, entre otras leyes, por la Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas (LISF), a los segundos los regulan las Leyes de seguridad Social correspondientes, no obstante, la primera contempla en el segundo párrafo de la fracc. I del art. 27, en la rama de seguro de vida, un apartado que da cobertura también a los contratos de seguro que tengan como base planes de pensiones o de supervivencia relacionados con la edad, jubilación o retiro de personas, ya sea en esquemas privados o derivados de las subrogadas por el estado (SHCP, 2013).

Aunque resulte complejo que la misma aseguradora pueda contar con los dos sistemas para el esquema de seguro de daños y un fondo de ahorro, el art. 265 de la Ley mencionada, refiere que la aseguradora podrá invertir en el capital social del otras aseguradoras o sociedades de inversión especializadas en

fondos de ahorro para el retiro, y podrán actuar de manera conjunta ofreciendo servicios complementarios.

Al respecto también pueden contratar con terceros, la prestación de servicios necesarios para su operación, de conformidad con las disposiciones de carácter general que expida la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

La opción que representa la implementación de un fondo especial para la creación de un mecanismo financiero complementario, contemplado en los artículos 273 y 275 de la LISF, es una figura adecuada para establecer las particularidades de la vinculación entre el sector especializado y el estado, por la parte del subsidio a las primas que pagarían los productores.

Los Fondos de Aseguramiento Agropecuario y Rural y las Sociedades Mutualistas, son una base idónea para el esquema que se propone, en virtud de que, además de contar con su propia norma, se operan bajo los principios con los que garantizan la confianza de los seguros comerciales, como lo indican los artículos 30 y 31 de la LISF la que destina para la regulación general, el Título Décimo, con la particularidad de que ante la poca convocatoria, pudiera parecer desventaja el que sea requisito reunir por lo menos a trescientos productores, pero a la vez, resulta la ventaja de que el fondo económico es mayor y representa certidumbre.

La regulación al interior de la operación del seguro, pude comenzar por el cálculo actuarial de las primas de tarifa, el cual depende de las características del riesgo, así como del plazo de los contratos, y constituye un factor fundamental para la constitución de las reservas correspondientes, que deben garantizar suficiencia.

Al respecto, la Circular S-8.1.1 mediante la cual la SHCP da a conocer a las instituciones y sociedades mutualistas de seguros, los estándares de práctica actuarial que deberán aplicarse para la elaboración de notas técnicas, establece las disposiciones legales y administrativas que deben cumplir los aspectos técnicos del aseguramiento, y señalan en el preámbulo que se apegan al marco

legal en materia de seguros, sin perjuicio de las necesidades o propósitos de tipo comercial de las entidades aseguradoras, dando el suficiente margen para que las particularidades de los productos que requieran consideraciones especiales, sean tratados con base en el juicio y la experiencia profesional del actuario y da la pauta para que se desarrollen mejoras y estándares adicionales.

Las prácticas recomendadas en los Lineamientos de referencia, señalan entre otras, en su numeral 5.1, el cálculo actuarial de la prima de tarifa, la cual debe considerar la tasa técnica de interés y todos los costos futuros por inflación, relacionados con la transferencia del riesgo, en un marco de políticas y portafolios de inversión de razonable confiabilidad (CNSF, 2004).

En el esquema que se propone, los resultados básicos se generan en cantidades de producto, y el mecanismo de conversón a unidades monetarias es con base en el precio vigente, que le da la virtud de la provisionalidad, consistente en que, en cualquier momento de corte conserva vigencia sin necesidad de actualizar, descontar o deflactar.

Los otros aspectos básicos recomendados pueden ser cumplidos, dado que se trata de costos relacionados a la transferencia del riesgo, integridad de la información y consideraciones de reaseguro en su caso.

La nota técnica señalada en el numeral 3.9 de los Lineamientos, es un elemento imprescindible en virtud de ser el documento que describe la metodología y las bases aplicadas en el cálculo actuarial, misma que debe cumplir los estándares, y que debe contemplar la definición precisa del riesgo, las obligaciones contractuales cubiertas, las estadísticas y datos utilizados en la valoración del riesgo, incluyendo sus fuentes de información.

Los principios que deben salvaguardarse al implementar el producto del seguro y la prima son:

- La prima de tarifa en cantidad suficiente y sólida.

- Señalar las características individuales o particulares de la unidad expuesta al riesgo.
- Debe contener una estimación actuarial del valor esperado de los costos futuros asociados a una transferencia de riesgo.

Es importante mencionar que históricamente, en México, el proceso de cálculo actuarial de una prima de tarifa se ha realizado con base en el conocimiento, experiencia, práctica y criterio del actuario responsable, apoyado fundamentalmente en la información estadística disponible y en la normatividad establecida para cada ramo y tipo de seguro, sin que existiera algún documento técnico de carácter gremial para tal propósito, exceptuando aquellos que han sido elaborados por asociaciones profesionales extranjeras y que se consideran aplicables en nuestro país.

La prima de tarifa debe revisarse periódicamente en función de las variaciones en los elementos considerados, conforme se recopile nueva información.

En todo momento, el actuario procurará vigilar que exista congruencia entre lo establecido en las condiciones contractuales de un producto de seguros de corto plazo y la nota técnica correspondiente; de no ser así, o en caso de que no le sea posible cumplir con esta responsabilidad, deberá revelarlo conforme a las políticas, normas y procedimientos aplicables.

La nota técnica y cualquier otra documentación relacionada con la valoración del riesgo y los procedimientos aplicados por el actuario, en apego al estándar, debe ser resguardada por la entidad que la aplique y estar disponible para fines de consulta, seguimiento y auditoría (SHCP, 2004).

Cabe considerar por la razón del vínculo del esquema a un fondo de ahorro análogo al sistema de pensión, que la circular contempla en los contratos de largo plazo, los costos de siniestralidad y otras obligaciones contractuales consistentes en el monto esperado a la fecha de la valuación, de los siniestros del riesgo en cuestión, así como el de otras obligaciones contractuales tales como: valores

garantizados, dotales y rentas; todos los elementos anteriores deben actualizarse, en su caso, por la inflación o por los incrementos previstos en el contrato (CNBS, 2004).

El Valor garantizado es el monto que se puede obtener como valor en efectivo del contrato, y que se puede aplicar como rescate, préstamo, seguro prorrogado o seguro saldado, el dotales es el *m*onto a pagar al asegurado, cuando sobrevive a un plazo determinado y la renta o pensión es el pago periódico que se hace a un asegurado o beneficiario, a partir del momento en que se realiza el evento previsto en el contrato, por el tiempo establecido en el mismo (CNBS, 2004).

5.4 Elementos a incluir en el clausulado del contrato

La Ley de Instituciones de Seguros y Fianzas establece en su artículo 200, fracción IV, que la aseguradora al realizar la actividad debe "Indicar de manera clara y precisa en la documentación contractual de las operaciones de seguros y la relacionada con éstas, el alcance, términos, condiciones, exclusiones, limitantes, franquicias o deducibles y cualquier otra modalidad que se establezca en las coberturas o planes que ofrezca la Institución de Seguros, así como los derechos y obligaciones de los contratantes, asegurados o beneficiarios. De igual manera, se deberá procurar claridad y precisión en la comunicación individual o colectiva que por cualquier medio realicen las Instituciones de Seguros con sus asegurados, contratantes y beneficiarios o con el público en general", además, señala en el artículo 201 que la documental a ofrecer debe integrarse por la nota técnica, la documentación contractual y un dictamen de congruencia. La nota técnica y el dictamen de congruencia deben ser firmados por actuario con cédula profesional y certificación vigente, y para el contrato, deben agregarse a este mediante endosos adicionales, los modelos de las cláusulas (CNSF, 2004).

Designación de la cosa asegurada

Uno de los elementos de prueba para el reconocimiento legal de la existencia de derechos y obligaciones a partir de la contratación del seguro, es la póliza, de la que el artículo 20 de la Ley sobre el Contrato de Seguro vigente (1935), señala entro otros elementos que esta debe contener, el establecido en la fracción II respecto a la designación de la cosa asegurada; es sumamente importante que los términos que origina el esquema propuesto en este trabajo, sean definidos con toda claridad funcional y luego entonces técnica, a efecto de que no deje a las partes fuera de posibilidad de reclamo del acto jurídico o en su caso, en estado de indefensión.

La designación de la cosa a asegurar invoca a dejar asentado en la póliza, que se aseguran los rendimientos esperados del ciclo agrícola próximo; que es el resultado de la función obtenida en el modelo econométrico, después de aplicarle el precio vigente regional del producto, en virtud de que la estimación se genera en términos de toneladas esperadas por hectárea. Estas unidades de medida no se encuentran restringidas ya que se encuentran dentro del marco de lo establecido en los artículos 129 y 130 del precepto legal, que a la letra dicen: “Es lícito el seguro de provechos esperados dentro de los límites de un interés legítimo” y “En el seguro sobre rendimientos probables, el valor del interés será el del rendimiento que se hubiere obtenido de no sobrevenir el siniestro; pero se deducirán del valor indemnizable los gastos que no se hayan causado todavía ni deban ya causarse por haber ocurrido el siniestro” (SHCP, 2013)

Naturaleza de los riesgos garantizados

Otro de los elementos que debe figurar en la póliza de conformidad con el precepto referido, es el establecido en la fracción III, relativo a la naturaleza de los riesgos garantizados; como se analizó al proponer el modelo, el riesgo es la probabilidad de no obtener el rendimiento esperado, lo cual ha sido detallado en el modelo econométrico, y que es el cálculo del promedio de las variaciones de los rendimientos con respecto a su tendencia central, ya que como se explicó,

contiene implícita la probabilidad del riesgo con base en los riesgos incurridos históricamente durante el periodo de 16 años, o del lapso que se tomare siempre y cuando fuese superior a los diez años.

Prima del seguro

La cuota o prima del seguro que debe quedar asentada en la póliza, exigible por la fracción VI de la Ley de Contrato de Seguro, es la obtenida al aplicar el precio vigente regional del producto, sobre el resultado del modelo econométrico propuesto, dado que este se genera en toneladas de producto por hectárea, que representa el promedio de las variaciones con respecto de la tendencia central.

Uno de los incentivos que se propone para generar en el productor su acercamiento a la gestión personal del riesgo mediante estructuras financieras formales, es la devolución del 50% de las primas pagadas después de dos años consecutivos reportando rendimientos por arriba de la tendencia, esta propuesta estaría permitida bajo lo estipulado en el artículo 43 de la Ley del Contrato de Seguro, que establece: “Si la prima se ha fijado en consideración a determinados hechos que agraven el riesgo y estos hechos desaparecen o pierden su importancia en el curso del seguro, el asegurado tendrá derecho a exigir que en los períodos ulteriores se reduzca la prima, conforme a la tarifa respectiva y si así se convino en la póliza, la devolución de la parte correspondiente por el período en curso” (SHCP, 2013).

La participación de figuras como el agente de seguros o el ajustador, es inevitable ya que, no obstante, una de las formas de la reducción de los costos es prescindir de la información detallada e individualizada, lo cual eleva considerablemente los costos administrativos, factor abatible por la información masiva regional disponible equivalente al seguro por índices, resulta necesaria la verificación de la siembra, a efecto de firmar el contrato y otorgar la póliza, para que se pueda incorporar en el clausulado lo previsto en el artículo 60 de la Ley sobre el Contrato de Seguro, que versa: “En los casos de dolo o mala fe en la agravación del riesgo, el asegurado perderá las primas anticipadas.” Ratificada con lo establecido en el

artículo 69, “La empresa aseguradora tendrá el derecho de exigir del asegurado o beneficiario toda clase de informaciones sobre los hechos relacionados con el siniestro y por los cuales puedan determinarse las circunstancias de su realización y las consecuencias del mismo” (SHCP, 2013).

Clausulado

Para configurar cláusulas particulares, se ha tomado referencia de la abrogada Ley de Seguro Agropecuario y de Vida Campesino (SAGARPA, 1980).

Y de los servicios de aseguramiento que ofrece la Asociación Nacional de Empresas Comercializadoras de Productores del Campo, ANEC (2017), por considerarse útiles, benéficas para el esquema que se propone y conservan vigencia de acuerdo a las circunstancias y necesidades actuales.

- Clausulas relativas a la Unidad o Superficie de Riesgo Asegurada

La Unidad de Riesgo Asegurada corresponde a toda la superficie que el productor esté dispuesto a asegurar, que sea destinada al mismo cultivo, la misma condición de riego y el mismo calendario de siembra o trasplante y cosecha, delimitada por DDR y cuantificada por hectáreas, ya que ésta es la base de la aplicación del costo de la prima.

Cuando el tamaño, emplazamiento u otras condiciones técnicas así lo justifiquen, de común acuerdo entre la Aseguradora y el Asegurado podrá convenirse la contratación en pólizas separadas, aún dentro de una misma Unidad de Riesgo Asegurada, lo que deberá quedar estipulado en las Condiciones Particulares de cada Póliza.

- Cláusulas de especificación de riesgos

En seguros tradicionales estas cláusulas definen los tipos y momentos del riesgo; podrían hablar del momento del arraigo, del de la siembra, del de la nacencia, etc. o bien, especificar los riesgos climatológicos como la sequía, la inundación el granizo, huracán, exceso de humedad, heladas, ondas cálidas, entre otras; en

el modelo propuesto solo se trata del riesgo de la obtención de rendimientos por debajo de su línea de tendencia central en un periodo, por lo que se debe ser escrupuloso al definir la cláusula de la producción y el rendimiento esperado.

- Producción y rendimiento esperados

Lo que espera obtener el asegurado por hectárea de cultivo, está definido por el modelo, y como tal, el productor debe conocer y estar consciente de que el rendimiento está determinado por un mecanismo econométrico, con base en sus datos históricos, y quizá sea conveniente que conozca escenarios simulados, a partir de cambios de rendimientos, para que reflexione cuál es el impacto de su labor intensa, o su labor negligente y holgada.

También debe dejarse claro que la producción estimada se origina en cantidades de producto, a los que hay que aplicar un precio del producto vigente y regional, dado a conocer por entidades facultadas para ello.

- Monto asegurable

El Monto Asegurable corresponderá a la producción esperada valorizada al precio vigente regional del producto, informado por autoridad u organismo competente en materia de precios.

Es preciso que se aclara en la cláusula que el procedimiento para calcular el Monto Asegurable no significará garantía alguna por parte de la Aseguradora, del rendimiento propuesto, de la producción y/o el precio del producto asegurado, ya que no se trata de una Póliza Valorada.

- Cláusulas de avisos e informes

Es necesario instar al productor mediante el clausulado, para que se presente a las instalaciones de la aseguradora, e informe los sucesos relacionados al cultivo y al rendimiento, y más importante aún, rendir un informe completo respecto del predio y el cultivo, a efecto de que se lleve el registro histórico de datos útiles en

los aspectos de predio, siniestro, plaga, eventualidades colindantes y toda serie de datos que pudieran modificar drásticamente los factores de riesgo.

- Cláusulas de inspecciones

Dado el propósito de reducción del costo de la prima, se buscó que el modelo no implicara gastos administrativos adicionales; la eliminación de inspecciones es un mecanismo para ello, sin embargo, debe dejarse abierta que la inspección puede ser en cualquier momento a efecto de cerciorarse y la veracidad de los reportes.

- Derechos y obligaciones para el asegurado y el asegurador

Es imprescindible que se dejen asentados por separado, los derechos y las obligaciones de la aseguradora y del asegurado, para delimitar los alcances de las acciones de ambos y las consecuencias de su incumplimiento; entre otras se trata del derecho a información, a la recepción de constancias, a la inspección, a la petición y a la obtención de datos de terceros; y en cuanto a obligaciones, las de información, la de tener en todo momento acciones para evitar el riesgo, la de presentación de pruebas, la de pagos de cuotas, indemnizaciones y la de avisos, entre otros.

- Exclusiones

Es necesaria la precisión de las exclusiones; ya que resguardan de algún riesgo moral dolosamente configurado por el asegurado, asimismo a este de alguna evasión por parte de la aseguradora. En este caso, tienen una utilidad no visible pero significativa para el propósito de incentivar la producción y mejorar el rendimiento, ya que en forma indirecta significan condiciones para llevar de forma legítima y transparente el manejo del riesgo y la protección, algunos ejemplos son:

La falta de realización de la labor necesaria para alcanzar un rendimiento eficiente.

Las pérdidas que sean consecuencia de culpa o negligencia grave, así como las originadas en actos premeditados o maliciosos del propio Asegurado.

Las pérdidas o daños de cualquier naturaleza, que hubiesen afectado al cultivo asegurado antes del inicio de la vigencia.

Daños por sequía en suelos de riego.

Daños por déficit hídrico que sea ocasionado por una causa distinta a la sequía agrícola.

Las pérdidas causadas por ensayos o experimentos de cualquier naturaleza; aplicación deliberada o involuntaria de productos químicos; insectos o animales domésticos o silvestres.

Las pérdidas por una reducción en el número de plantas causadas por la inadecuada regulación de la maquinaria en la siembra, por menor aplicación en la cantidad de semillas por hectárea, el uso de semillas con bajo vigor o atacadas por insectos, plagas y/o enfermedades.

Las pérdidas por utilizar menor cantidad de macro/micro nutrientes por hectárea o fitotoxicidad causada por el uso excesivo o inadecuado de nutrientes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La importancia del pequeño agricultor desde la perspectiva de la FAO, estriba en que la agricultura familiar es un sector clave para lograr la erradicación del hambre, y el cambio hacia sistemas agrícolas sostenibles; este tipo de agricultura cuenta con el 80% de las explotaciones agrícolas en América Latina y representa más de 60 millones de personas.

De ahí que el impacto del cambio climático hacia la labor del pequeño productor, deba ser un tema de interés público que atañe a la sociedad y al Estado, quienes deben sincronizar esfuerzos que coadyuven al saneamiento de la desigualdad en la que se encuentran, por lo menos en la parte que incide en la inestabilidad de sus ingresos.

Los elevados índices de incertidumbre y riesgo a que están expuestas las actividades agrícolas, son perjuicios que impactan los ingresos del productor en su vida activa, ya no decir de la etapa improductiva, en la que su incapacidad por vejez fue vislumbrada por él mismo desde la mitad de su vida, pero no hubo la cultura, la orientación, las estructuras de que gozan los asalariados y, sobre todo, no hubo patrón o gobierno que contribuyera con las cuotas tripartitas que solventaran su pensión.

Resolver el problema de los ingresos y la pensión mediante programas gubernamentales de transferencia permanente de recursos a cambio de nada, sería sentenciar la extinción de la actividad agrícola familiar, generando depositarios inertes, cuyo gasto creciente para el consumo, se volvería costumbre suscrita al derecho, y a la exigencia de dotaciones monetarias que llegarán a ser insostenibles para el Estado.

La solución pudiera priorizar un mecanismo que incentive la labor productiva campesina, que reinserte al pequeño productor a un sector primario mejorado, digno, contemporáneo; que goce de los mismos privilegios de que puede gozar el sector secundario o terciario. No se trata de un artilugio que mejore los ingresos

de forma inusitada y fugaz, al contrario, dotarlo de un instrumento permanente, cuya eficacia ha llegado a ser relevante en otros sectores.

Las experiencias en países desarrollados en cuanto al manejo de micro-seguros agrícolas, ha resultado exitosa dado el esquema multiriesgos que ofrecen las compañías de seguros, que favorecen la elección del productor en cuanto al riesgo de mayor incidencia, particularizando la cobertura y disminuyendo el costo de la prima. En los países subdesarrollados, han subsistido los seguros agrícolas para agrupaciones de productores que tienen la capacidad de pagar un seguro comercial multiriesgos por ser requisito para la obtención de créditos agrícolas. A nivel nacional, han sido de trascendencia ejemplar los seguros catastróficos, que se gestionan a partir de índices calculados con equipo de monitoreo e información masiva, que se corrobora con los siniestros ocurridos, cuyas indemnizaciones se cubren tardíamente solo ante pérdidas totales y no reinsertan al productor a su actividad agrícola, en contraste con los seguros comerciales que son adquiridos por productores con mayor posesión de activos.

Aunado a la compleja posibilidad de contar con seguro agrícola de daños, el pequeño productor no cuenta con seguridad social, a menos que promueva un convenio de incorporación voluntaria al régimen opcional, totalmente a su costa, a diferencia de los sectores comercial, industrial y de servicios, en los que el régimen es obligatorio con contribuciones del gobierno y del patrón. La opción voluntaria ha resultado inoperante, dado que, para realizar el convenio, el productor debe revestir el carácter de trabajador del campo, con las imperantes características que contempla la Ley Federal de Trabajo, y en consecuencia, las de la Ley del Impuesto Sobre la Renta.

El esquema de seguro agrícola para pequeños productores que se propone, conjuga la modalidad de un seguro de rendimientos agrícolas, y un mecanismo de ahorro para el retiro, vinculado al pago de las primas de seguro, con opción al productor, de querer ahorrar parte de las indemnizaciones o de los reintegros por baja siniestralidad, en calidad análoga al seguro de subsistencia, a través de un

fondo acumulado que le sea reintegrado bajo un plan de renta vitalicia, que aseguren su ingreso en la etapa de vejez.

La sencillez de los cálculos y de los procedimientos para la gestión del seguro y el ahorro, deben promover el acercamiento del productor a los servicios financieros formales, mediante un esquema de aseguramiento que sea factible dentro del marco legal nacional en la materia, y que vincule un producto de seguro comercial con un mecanismo de ahorro. Tal esquema además de sencillo, debe poseer la virtud de ser asequible para el pequeño productor, y contar con el beneficio de un periodo inicial con subsidio parcial a cargo del gobierno, con tendencia gradual a la autosuficiencia.

El diseño del modelo econométrico para el esquema del seguro agrícola propuesto, se realizó con los datos de la producción de maíz en el estado de Puebla, dadas las características del producto y de la región, en virtud de que el cultivo es representativo del sector de los pequeños productores y la región tiene un potencial urbano creciente, que posee las estructuras necesarias para promover una cultura del uso de los servicios financieros, sin perder la tradición y la identidad propias de la agricultura.

Revisten tales aspectos, el que Puebla cuente con un 29.50% de su territorio destinado a la actividad agropecuaria, del que un 45% está dedicado a la producción de maíz, que significan 455,811 hectáreas, de las que solo un 11.76% son de riego y el 88.24% restante son de temporal; en 2015 ambos regímenes hídricos produjeron, 1,002,154 toneladas de maíz, que representaron el 4% del total de la producción nacional. Esto se explica en la existencia de 241,470 unidades de producción dedicadas al maíz, que representan 64% del total, y cuya posesión en superficie para la labranza, es de dos hectáreas o menos, con rendimientos de hasta 4.5 toneladas por hectárea en riego y hasta 1.7 en temporal. (SIAP-SAGARPA, 2016).

Datos del Censo Agropecuario 2007 reflejan que la principal fuente de ingresos de las unidades de producción del estado de Puebla, es la actividad agropecuaria

que genera el 65%, secundariamente un 7% proviene de apoyos gubernamentales, el 2% de divisas de familiares en el extranjero y el 26% de diversas actividades. La expectativa ante tales porcentajes, debiera ser la causa para proteger la principal fuente de ingresos; sin embargo, sólo un 16% de las unidades de producción contó con seguro agrícola, en virtud de ser requisito para la obtención de crédito.

El acercamiento a los servicios financieros pudiera observarse desde la dinámica de ahorro, pero este, de acuerdo con el Censo Agropecuario 2007, sólo estuvo presente en un 1.80% de las unidades de producción, de los que el 32% fue depositado en la Banca Comercial, el 15.26% en Cajas de Ahorro, el 3.26% en la Banca Pública, el 1.10% en uniones de crédito, y el mayor porcentaje, que asciende al 48.13%, en destinos informales de ahorro.

El esquema de seguro que se propone, privilegia un perfil afable cuya sencillez se reduzca a una función con la que se determine el costo de la prima y la cobertura, aplicable mediante una base metodológica que tenga implícito el índice de siniestralidad, la tendencia decreciente por el desgaste y agotamiento de nutrientes del suelo, por el cambio climático y por el abandono de la actividad, los incrementos que pudieran presentar por la innovación tecnológica y el mejoramiento de las estructuras de captación y distribución de agua, que incluya también los efectos de la dinámica monetaria en cuanto a las tasas de interés y tasas de descuento que deben considerarse en los costos incurridos y la suma a cubrir a futuro, que proporcione la holgura para crear la obligada reserva técnica, que posea la virtud de reducir costos administrativos y de garantizar la solvencia para las indemnizaciones sin necesidad de deducibles ni coaseguros.

El modelo econométrico para el seguro agrícola objeto de la presente investigación, reduce las variables aleatorias que entran en juego en un esquema actuarial de aseguramiento, ya que consiste en obtener el costo de la prima y la suma asegurada, a partir de una regresión lineal sobre los datos de los rendimientos en toneladas de maíz por hectárea, durante el lapso de 16 años anteriores al ciclo productivo sujeto de aseguramiento, que al ser calculados con

el programa informático estadístico Statical Analysis System, origine las variaciones de los rendimientos de la producción con respecto a su tendencia central, cuyos valores por encima y por debajo de la tendencia, serán equivalentes, dada la cantidad par de años del periodo base de la regresión. El promedio de las variaciones resultantes, expresado en toneladas de producto, será la base del costo de la prima, misma que al momento de efectuar la operación del contrato de seguro, se le asignará valor monetario con el precio regional del producto, lo cual permitirá conservar cifras que no tendrán que sujetarse a factores inflacionarios ni de deflactación, dado que están supeditadas a la conversión monetaria que deba realizarse cada vez que lo requiera la operación de negocio.

La regresión lineal se aplicó por cada uno de los ocho distritos de desarrollo rural del estado de Puebla, este seccionamiento de datos permitió salvaguardar de forma implícita, la homogeneidad de los factores diversos que pueden incidir en la tendencia de los rendimientos, para no controlarlos de forma diferenciada y explícita mediante variables individuales en la función. Las variaciones con respecto a la tendencia, dado el periodo elegido con base en la teoría de ciclos económicos, contienen el patrón de comportamiento cíclico que lleva inherente los factores que pueden impactar la variación del rendimiento. Resultaron útiles las teorías de Henry Guitton y Joseph Alois Schumpeter, por sus análisis de las fluctuaciones económicas y de negocios, que han determinado que la función cíclica muestra en sus impulsos al crecimiento y a la recesión, a través de factores exógenos y endógenos, que se alcanzan en lapsos superiores a diez años, de ahí la determinación de un periodo de dieciséis años para el presente estudio.

El objeto de aseguramiento es el rendimiento esperado, para ello la función simple de la regresión, ofrece el estimado del intercepto y del valor de la variable sobre una acción de minimización de la suma de los cuadrados de las diferencias entre los valores estimados y los valores observados, lo que asegura la mejor estimación de los valores a pronosticar. Reforzada esta determinación, por la

relevancia que cobra esa forma de estimar y que es utilizada por el Sistema de Información Agrícola y Pecuaria de la SAGARPA, donde se utiliza el método de rendimientos estimados con base en un año similar, o el método directo utilizado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe en la proyección de los ingresos, o bien, el método de promedios que basa su proceso en la hipótesis de que el futuro guardará el patrón del pasado, tomando los datos más recientes, ello conjugado con la teoría de la utilidad esperada, bajo el criterio de la utilidad marginal decreciente, configuraron el sustento de que la variación del rendimiento estimado para el siguiente ciclo agrícola, es el costo del objeto de aseguramiento, y por tanto, su conversión monetaria a partir de la aplicación del precio regional por tonelada de producto al momento de la operación contractual, representa el costo de la prima para el monto asegurado valuado en moneda de igual forma.

El riesgo es el factor más escrupulosamente analizado por la autoridad notarial en materia de seguros, inclusive, la norma para el cálculo de la prima y la reserva técnica que ha establecido la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, enfatiza la confiabilidad y la certidumbre que deben ofrecer los cálculos actuariales en este rubro; el modelo que se propone, reconoce e incorpora el riesgo de la superficie agrícola activa, porque incide sobre el objeto de la incertidumbre, ya que como señala Hardacker et al. (2015) recae sobre la propiedad agrícola y se cataloga dentro de los riesgos naturales, lo que conduce a asumir que es ajeno al control del productor, y que por tanto debe ser del interés público, por lo que a la producción de alimentos y sustentabilidad toca, argumento suficiente para que el índice de siniestralidad sea partícipe del gasto público, mediante el subsidio a las primas de aseguramiento en la proporción correspondiente, que bien pudiera ser lo relativo al propio índice de siniestralidad.

El modelo que se propone contiene la virtud de la asunción del riesgo por agrupamiento solidario del que habla Morduch (2005), ya que el riesgo de covarianza es asumido en forma semejante al seguro de índice, al centrar su aplicación sobre datos regionales por DDR, y no sobre datos individuales, lo que compensa los elevados riesgos que puede presentar un municipio o una parcela,

con la baja exposición al riesgo que represente otro grupo de parcelas. La distribución del costo del riesgo que pudiera representar este método, no evoca desigualdad; al contrario, diluye el riesgo que ha sido catalogado en este estudio como interés público, e incide en la reducción de los costos que implicarían el riesgo moral y el de selección adversa, que quedan excluidos de un seguro por índices debido a la fijación de tasas de costos por índices regionales, que, en el caso particular, es sobre los índices de rendimiento y elimina los costos administrativos de llevar registros y verificaciones individualizas por productor.

Los resultados obtenidos en cuanto al costo de la prima, se compararon con el costo de la prima determinado a partir de la teoría para la acepción del riesgo de Von Neumann y Oskar Morguenstern, basada en la teoría de la utilidad de Bernoulli, y utilizada en algunos casos en los cálculos actuariales, obteniendo con datos del periodo analizado 2000-2015, que bajo este método, el costo de la prima encarece desde dos hasta doce veces el costo determinado con la regresión lineal.

Las deducciones lógicas de los resultados forman la presunción de que, si la tendencia de los rendimientos en toneladas por hectárea es creciente y el índice de siniestralidad es bajo, el costo de la prima, será en consecuencia barato, y el monto asegurable será sustancioso, resultando que la proporción del costo de la prima es de bajo nivel con respecto al monto asegurado; si por el contrario, la tendencia del rendimiento es negativa y la siniestralidad elevada, la proporción del costo de la prima será elevado; bajo este criterio, los costos de las primas resultantes en los diferentes DDR, representan porcentajes que van desde un 4% hasta un 24%, del que, para contar con un referente, se cita, por ejemplo, que el valor de las primas para el seguro catastrófico en el 2014 ascendió al 13.75% de la cobertura total, de acuerdo con información del seguimiento al seguro catastrófico 2015 de la SAGARPA, que se hace bajo los considerandos de que las primas de los seguros comerciales son más costosas ante un menor monto de cobertura, contrario a los seguros catastróficos en que los montos de las coberturas son muy elevados y los costos de las primas son de menor precio,

con lo que se puede asentar que la proporción que guardan las primas a partir del esquema propuesto en este estudio, están dentro de un rango normal.

El incentivo en la producción y la mejora del rendimiento podría ser para el pequeño productor, saber que el pago de la prima de un seguro que al devengarse el periodo y no haber ocurrido siniestro, no será perdido, sino conformará un fondo para reembolsarle la baja siniestralidad, o un fondo acumulado que le será reintegrado bajo un plan de renta vitalicia que asegure su ingreso en la etapa de vejez.

La deuda social que en ese sentido tiene el estado con los agricultores, dada la falta histórica de igualdad, en la que los sistemas de pensiones implementados a partir de 1943 con la publicación de la Ley del Seguro Social, excluyó a los trabajadores del campo y la tácita exclusión hasta la fecha dado que el aseguramiento voluntario no incluye seguro de pensiones, instan la necesidad urgente de un mecanismo que sanee esa falta, y el esquema aquí propuesto para el seguro agrícola, concibe pretensiones de pertinencia y oportunidad, dada la captación de primas cuyo argumento para la participación del estado mediante el subsidio, es el ahorro que se debe generar con su retención y su acumulación a manera de reserva técnica, operado por el sector especializado y bajo un mecanismo de vínculo al sector de seguros.

La particularidad y la innovación de esta forma de constituir el fondo técnico, es, además de la sencillez, la propuesta de que se opere análogamente a los sistemas de ahorro para el retiro; esto es, las primas devengadas no entregadas por no haber causal de indemnización, se sujeten, junto con el fondo técnico acumulado, a las inversiones financieras que mantengan su valor y generen los productos óptimos de negocio, pero a la vez, que se sujeten a un esquema de ahorro individual, que bajo los términos de una pensión constituyan fondos disponibles para ser entregados al productor bajo un plan de retiro en su etapa de cesantía por edad avanzada.

Finalmente, el esquema pretende la estabilidad de los ingresos del pequeño productor, bajo la dinámica del círculo virtuoso que representaría el disminuir gradualmente las variaciones de sus ingresos, fenómeno que de acuerdo a la teoría de ciclos de Henry Guitton, minimiza la variación hasta extinguirla, lo que a su vez estimula la actividad, el ahorro, la inversión, la mecanización, la especialización, y en un momento dado, la convicción de que la unión de capitales, de bienes de capital y de tierras, potencian la producción, el rendimiento, la competitividad y el ingreso, a la vez que cuentan con mayores alternativas para administrar el riesgo latente de contingencias ambientales y de mercado, en un marco de participación privada, pero también gubernamental, de desarrollo de negocio estratégico, pero también procuración social, de un estatus económico individual, pero también política pública de crecimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Cooperación Internacional del Japón . (2016). *Estudio de Análisis de Política y Mercado de Seguros Agrícolas en la República de Paraguay.* Paraguay: JICA. Recuperado el febrero de 2017, de http://open_jicareport.jica.go.jp/pdf/12269569.pdf

Agricultura, F. I. (2011). *El riesgo en proyectos agropecuarios de inversión y alternativas de disminución* (Segunda ed., Vol. I). Morelia , Michoacán, México: División de Divulgación y Publicaciones del FIRA.

AGROASEMEX. (18 de 04 de 2012). *AGROASEMEX*. (S. A. Agroasemex, Editor) Recuperado el Marzo de 2016, de QUIENES SOMOS: http://agroasemex.gob.mx/NuestraInstitución/QuiénesSomos.aspx

AGROASEMEX. (18 de 09 de 2015). *Boletines informativos*. Obtenido de Reducción de primas de aseguramiento agrícola: https://www.gob.mx/agroasemex/prensa/comunicado-de-prensa-08-de-enero-de-2015?idiom=es

Agroasemex. (23 de abril de 2017). *Programa de Apoyos a Fondos de Aseguramiento Agropecuario*. Recuperado el mayo de 2017, de Agroasemex datos.gob.mx. datos abiertos: http://www.agroasemex.gob.mx/Portals/0/Docs/DatosAbiertos/DD_Programa_apoyo_fondos_de_aseguramiento_agropecuario.csv

Agroasemex. (22 de abril de 2017). *Programa de subsidio al aseguramiento del ramo agrícola*. Obtenido de Componente de subsidio al ramo agrícola.agroasemex.gob.mx: http://www.agroasemex.gob.mx/Portals/0/Docs/PAA_componente_de_subsidio_ramo_agricola.csv

AGROASEMEX repositorio. (19 de diciembre de 2015). Obtenido de documentos de portal: http://www.agroasemex.gob.mx/Portals/0/documentos/reglasdecontribucion/eval_impacto_exploratoria_2010.pdf

AGROASEMEX, S.A. (2018). *Informe al 4o. trimestre 2017 del Programa de Aseguramiento Agropecuario.* Agroasemex, Acciones y Programas. México: Agroasemex, S.A. Recuperado el 18 de Junio de 2018, de https://www.gob.mx/agroasemex/acciones-y-programas/informe-al-cuarto-trimestre-de-2017-del-programa-de-aseguramiento-agropecuario-143671

Agrobit. (01 de febrero de 2014). *Agrobit*. (Agrobit, Editor, & S. BIT, Productor) Recuperado el 13 de abril de 2016, de Agrocomunidad: www.agrobit.com.ar/agrocomunidad.asp

Alonso Neira , M. A., Bagus, P., & Rallo Julián, J. R. (Enero de 2011). Teorías del ciclo económico: Principales contribuciones y análisis a la luz de las aportaciones de la escuela austriaca de economía. *Revista de Economía de la Universisdad de la Rioja*(858), 71-85. Recuperado el marzo de 2016, de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3637983

Alvarado Ledesma, M. (2004). *Agronegocios: empresa y emprendimiento* (Primera ed.). México, México: El Ateneo.

ANEC. (14 de Mayo de 2017). *Condiciones Generales del Seguro Agrícola*. (ANEC, Editor) Recuperado el 12 de febrero de 2018, de Servicios de Aseguramiento ANEC:

http://www.anec.org.mx/seguroanec/documentos-fondo-de-aseguramiento-anec/condiciones-generales-seguro-agricola/view

Aragón. (2010). *¿Y quienes son los pequeños prodcutores?* Obtenido de www. cropster.org/c/bfy/quienes son los pequeños productores

Asociación Latinoamericana de Instituciones para el Desarrollo. (01 de enero de 2016). *Asociación Latinoamericana de Instituciones para el Desarrollo*. (Digitalworldperu, Editor) Recuperado el febrero de 2017, de Programa de Estudios Económicos e Información: http://www.alide.org.pe/wp-content/uploads/2018/02/revista16_1.pdf

Banco de México. (15 de Junio de 2018). *Banco de México*. (B. d. México, Editor) Recuperado el 15 de Junio de 2018, de Sistema Financiero: www.banxico.org.mx/divulgacion/sistema-financiero/sistema-financiero.html

BANXICO. (27 de 10 de 2016). *Página web del Banco de México*. Obtenido de Sistema Financiero Mexicano: http://www.banxico.org.mx/divulgacion/sistema-financiero.html#Seguros

Bruce I. Jacobs, K. N. (marzo de 2006). Trimability and Fast Optimization of Long - Short Portfolios. *Financial Analysts Journal, 62*(2), 36-38. doi:https://doi.org/10.2469/faj.v62.n2.4082

Burgaz, F. J. (2004). *Gestión del Riesgo Agropecuario en América Latina y el Caribe.* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Entidad Estatal de Seguros Agrarios. Madrid: Entidad Estatal de Seguros Agrarios. Recuperado el marzo de 2016, de http://www.mapama.gob.es/es/enesa/publicaciones/ni_documento_definitivo_tcm30-130527.pdf

C. Hatch, D., Núñez, M., Vila, F., & Stephenson, K. (2012). *Los Seguros Agropecuarios en las Américas: Un instrumento para la gestión del riesgo.* (Primera ed.). (I. I. Agricultura, Ed., & M. M. Kandler, Trad.) San José, Costa Rica: Imprenta IICA. Obtenido de http://repiica.iica.int/docs/B2996e/B2996e.pdf

Cabestany Noriega, J., Hernández, E., & Celaya del Toro, V. (Mayo de 2014). La gestión de riesgos climáticos carastróficos para el sector agropecuario en México: Caso del Componente para la Atención a Desastres Naturales para el sector Agropecuario. (M. U. Library, Ed.) *Munich Personal RePec Archive*, 14-40. Recuperado el Marzo de 2016, de https://mpra.ub.uni-muenchen.de/55455/1/MPRA_paper_5455.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, S. (1935). *Ley Sobre el Contrato de Seguro.* México: DOF.

Cambero, A. G. (2014). *Diagnóstico del sector rural y pesquero de México 2012.* FAO. México: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. Recuperado el marzo de 2016, de www.sagarpa.gob.mx/programas2/evaluacionesExternas/Lists/Otros%20Estudios/Attachments/47/1%20Diagnóstico%20del%20sector%20rural%20y%20pesquero.pdf

Chakrabarti, S. (2014). *La ventaja de los pequeños agricultores: una nueva manera de poner a trabajar a la financiación para el clima* (Primera ed., Vol. I). (F. I. Agrícola, Ed.) Roma, Italia: FIDA.

Chile, S. d. (12 de marzo de 2015). *Superintendencia de Valores y Seguros*. (SVS, Editor) Recuperado el julio de 2016, de Publicaciones: http://www.svs.cl/portal/principal/605/w3-channel.html

Comisión Nacional de Seguros y Fianzas. (02 de Junio de 2004). Circular S-8.1.1 Estándares de Páctica Actuarial. *Diario Oficial de la Federación*. México, CDMX, México: SEGOB.

CONDUSEF. (2013). *Evaluación 2013 serivicios de aseguradoras.* México: CONDUSEF.

CONEVAL. (2015). *Informe de Evaluación de las Políticas de Desarrollo Social en México 2014.* Consejo Naciconal de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. México: CONEVAL. Obtenido de https://books.google.com.mx/books?id=ip1FDAAAQBAJ&pg=PA151&lpg=PA151&dq=encuesta+CONEVAL+a+hogares+rurales+de+mexico+2013&source=bl&ots=lxXQ21w9-x&sig=qR4iGt4m1jS8VQbdfvlx7U8UqCM&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjD5sj9wu3bAhUCNKwKHe8mDqUQ6AEIXDAG#v=onepage&q=enc

Congreso de la Unión. (26 de Febrero de 1992). Ley Agraria. *Ley Agraria, Vigente*, 23-25. Mexico, CDMEX, México: Congreso de la Unión. Obtenido de www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/13_270317.pdf

Córdova Martínez , L. (2009). *Estratificación de Productores de la Población Objetivo de los Programas de SAGARPA en el Estado de Puebla.* Entidad Evaluadora Estatal de Puebla, Comité Técnico Estatal de Evaluación. México: SAGARPA. Recuperado el Octubre de 2015, de www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/puebla/Documents/Estratificación%20de%20productores.pdf

Daley-Harris, S., & Awimbo, A. (2012). *New Pathways out of Poverty* (Primera ed.). Virginia, U.S.A.: Kummarian Press.

Dieterich, H. (2011). *Nueva guía para la investigación científica* (Vol. Único). México, México: Orfila. Recuperado el febrero de 2017

Drakeford, J., & Benfield, A. (08 de febrero de 2013). *AgEcon Search and Applied Economics*. (U. D. 2013, Editor) Recuperado el Agosto de 2016, de Agricultural Insurance: A Growing Class of Business Globally: http://ageconsearch.umn.edu/record/146639

ENA-INEGI. (2014). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2014.* Instituto Nacional de Estadísitica y Geografía, Encuestas Agropecuarias . México: INEGI. Recuperado el Febrero de 2016, de http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/agropecuarias/ena/ena2014/

ENOE, I. . (2016). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo ENOE 2015.* Aguascalientes: INEGI.

Escalante, R., & Caballero, K. (2011). El aseguramiento en el sector agropecuario mexicano y el cambio climático: Políticas Públicas y respuestas de los productores. *El aseguramiento en el sector agropecuario mexicano y el cambio climático: Políticas Públicas y respuestas de los productores* (págs. 1-4). San Sebastián España: Universidad del País Vasco. Recuperado el noviembre de 2016, de http://xiiirem.ehu.es/entry/content/198/cod_020.pdf

Ferguson, N. (2009). *El Trunfo del Dinero: Cómo las Finanzas Mueven al Mundo* (Pimera ed., Vol. I). (S. Random House Modadori, Ed., & F. J. Ramos Mena, Trad.) Barcelona, España: Debate.

Gardner, B. y. (1986). *Experience with Crop Insurance Programs in The United States: Crop Insurance for Agricultural Development.* U.S.A.: Johns Hopkins University.

Gudger, W. M. (1980). El Seguro Agrocrediticio y su papel en la Promoción del Desarrollo Rural. En I. I. Agrícolas (Ed.), *Seminario sobre Perspectivas del Seguro Agropecuario* (págs. 14-22). San José: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Recuperado el Noviembre de 2016, de https://books.google.com.mx/books?id=xOUNAQAAIAAJ&pg=PP1&lpg=PP1&dq=El+Seguro+Agrocrediticio+y+su+papel+en+la+Promoci%C3%B3n+del+Desarrollo+Rural&source=bl&ots=7Y3lJoA-x5&sig=CkLkAwmijmQJRovltCpBa8VVR-c&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiUrMn79dvbAhVCEawKHZOwAIsQ

Guitton, H. (1958). *Fluctuations Economiques* (Primera ed., Vol. I). (A. Universisdad de Buenos Aires, Ed., & D. García Daireaux, Trad.) París: Dalloz. Recuperado el Marzo de 2016

Hardacker, J. Brian, Llen Gudbrand, Anderson Jock R., Hulrne Ruud B. (2015). *Coping with Risk in Agriculture* (Tercera ed., Vol. I). (C. e. Parfitt, Ed.) Boston, USA: CABI International.

Impact - Insurance. (18 de abril de 2016). *Impact - Insurance*. Recuperado el abril de 2016, de http://www.impactinsurance.org/es/projects/lessons/red-solidaria-de-microseguros-rurales-redsol

IMSS. (2014). *Informe IMSS al Ejecutivo Federal y al Congreso de la Unión 2013-2014.* Imstituto Mexicano del Seguro Social, Consejo Técnico. México: IMSS. Recuperado el Julio de 2016, de www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/informes/20132014/06_Cap02.pdf

INEGI. (2007). *Censo Agropecuario.* Instituto Nacional de Estadística y Geografía . Aguascalientes: INEGI. Recuperado el Diciembre de 2016, de http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Preview.aspx

INEGI. (2014). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2014.* Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Acceso a la información. México: INEGI. Recuperado el mayo de 2016, de INEGI: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos//prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/promo/ena2014_pres.pdf

INEGI. (2014). *Encuesta Nacional de Empleo y Seguridad Social ENESS 2013.* México: INEGI.

INEGI. (23 de enero de 2017). *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática.* Recuperado el 23 de Enero de 2017, de Sistema de Consulta de Información Geoestadística Agropecuaria: http://gaia.inegi.org.mx/sciga/viewer.html

Iturrioz, R. (Noviembre de 2009). Agricultural Insurance. (T. W. Bank, Ed.) *The World Bank primer series on insurance, I*(12), 2-6. Recuperado el Octubre de 2017, de http://siteresources.worldbank.org/FINANCIALSECTOR/Resources/Primer12_Agricultural_Insurance.pdf

Just, R. y. (2003). Agriculture Risk Analysis: Adequacy of Models, Data, and Issues. *American Journal of Agricultural Economics* , 1249-1256.

Lacki, P. (1995). *Desarrollo Agropecuario: De la dependencia al potagonismo del agricultor* (Cuarta ed., Vol. 9). Santiago, Chile: FAO.

Ladrón de Guevara Alafita, E. (14 de julio de 2015). Foro Internacional para Fortalecer la Agricultura Familiar, Campesina e Indígena. Por un Futuro para los Pequeños Agricultores. En S. d. República (Ed.), *Foro Internacional para Fortalecer la Agricultura Familiar, Campesina e Indígena. Único*, págs. 11-18. México: Centro de Impresión y

Reproducción Digital del Senado de la República. Obtenido de Valor al campesino: www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo_rural/docs/publicacion_7.pdf

Lases Zayas, R. (31 de Julio de 2009). Los Fondos de Aseguramiento agropecuario y rural. *Maqueta Trebol, 2*(50), 6-9. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de www.mapfre.com/mapfrere/docs/html/revisstas/trebol/n50/articulo1.html

Macías, A. M. (Diciembre de 2013). Los pequeños agricultores agrícolas en México. *Carta Económica Regional*(112), 11-12. Recuperado el 23 de Noviembre de 2015, de www.revistascientificas.udg.mx/index.php/CER/article/download/5490/5042

Mahul, O., Verma, N., & Clarke, D. J. (Marzo de 2012). Improving Farmers' Access to Agricultural Insurance in India. *Policy Research Working Papers*. (T. W. Bank, Ed.) Washington, Washington, D.C., E.U.A.: World Bank Org. doi:https://doi.org/10.1596/1813-9450-5987

Margolis, J., & Guitton, H. (1954). *Oscillation and Growth Cycles.* McMillan London: Public Economics.

Martín, F. R. (01 de Agosto de 2009). *CEPAL Serie Manuales.* (S. CEPAL, Ed.) Recuperado el 05 de Septiembre de 2017 , de La economía de los ingresos tributarios. Un manual de estimaciones tributarias: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5501/S0900326_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mateos, G., & Morales, A. (1995). *Métodos estadísticos para Actuarios.* Madrid, España: Ed. Complutense, S.A.

Maya Manzi, Gine Zwart. Gina Castillo, Richard King. Gabriela Alcaraz y Lorena del Carpio. (2013). *"El Futuro de la Agricultura".* Oxford Committee For Famine Relief México. Oxford: OXFAM INTERNACIONAL. Recuperado el julio de 2016

Ministerio de Agricultura, A. y. (05 de Agosto de 2015). *Entidad Estatal de Seguros Agrarios*. (U. d. Ganaderos, Editor) Recuperado el junio de 2016, de Camposeguro.es: http://www.espa.es/camposeguro/información/historia-del-seguro-agrario/

Montemayor Hernández, M. V., García Treviño, M. C., & Garza Gorena, Y. (2009). *Guía para la invesigación documental* (1 ed., Vol. I). México, México: Trillas.

Morduch, B. A. (2005). *The Economics of Microfinance* (Primera ed.). Massachusetts, London, England: Cambridge The MIT Press.

Morgan , L., & Lord, R. B. (27 de Octubre de 2011). *What's the Future of Microinsurance in China?* (Milliman, Editor) Recuperado el 08 de febrero de 2016, de Milliman Corporation: http://www.milliman.com/insight/Research/expertise/healthcare/services/microinsurance/case-studies/Whats-the-future-of-microinsurance-in-China/

Nicholls, C. I., & Altieri, M. (Marzo de 2008). Los impactos del cambio climático sobre las comunidades agrícolas y sus respuestas adaptativas. *LEISA Agroecología*(3), 09-12. Obtenido de http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/95471/91781

OECD. (18 de Septiembre de 2009). Managing Risk in Agriculture. A Holistic Approach. *Managing Risk in Agriculture*(Primera). Washington, D.C., Washington, E.U.A.: OECD Publishing. doi:http://dx.doi.org/10.1787/9789264075313-en

Padilla, E. (Septiembre de 1948). La Teoría de Keynes aplicada al ciclo económico. *Investigación Económica, 8*(3), 287-318. Recuperado el Octubre de 2017, de http://www.jstor.org/stable/42776183

Pesquera, S. d. (29 de Agosto de 2013). Norma Técnica para la Generación de Estadística Básica Agropecuaria y Pesquera. *Normatividad para la Generación de Estadística Agropecuaria y Pesquera*, 99-105. México, México: SAGARPA. Obtenido de http://infosiap.siap.gob.mx/opt/agricultura/normatividad_agropecuaria/Normatividad_TGEBAP.pdf

Plata Pérez, L. (Junio de 2013). ¿Hay una mejor teoría para tomar decisiones bajo incertidumbre? *Revista Mexicana de Economía y Finanzas, 8*(1), 2-10. Recuperado el Julio de 2017, de http://www.redalyc.org/pdf/4237/423739493002.pdf

Pozo, M. E. (2004). *Evaluación del Programa de Subsidio al Seguro Agropecuario 2003.* AGROASEMEX. Querétaro: ITESM. Recuperado el 01 de agosto de 2017, de http://studylib.es/download/5008262

Público, S. d. (Noviembre de 2014). Exposición de motivos del Proyecto del Presupuesto de Egresos de la Federación 2015. *Presupuesto de Egresos de la Federación 2015*, 113. México, México: SEGOB. Obtenido de www.apartados.hacienda.gob.mx/presupuesto/temas/ppef/2015/exposicion/1politica_gasto.pdf

Redfield, R. (1960). *The little Community and Peasant Society and Culture.* United States of America: The University Chicago Press, Ltd, London.

Romero M., C. (1952). Teoría Moderna del Portafolio. En A. D. Roy, *Safety first and the holding of assets* (Vol. 3, págs. 431-449). Bogotá, Colombia: Econométrica.

Rommel, A. (abril - junio de 2007). *Revista Alide*. Obtenido de Alide Noticias: http://www.alide.org.pe/revista_ant.asp

S.H.C.P. (26 de Diciembre de 2017). Reglas de Operación del Programa de Aseguramienti Agropecuario 2018. *Diario Oficial de la Federación*, 9-12. (SEGOB, Ed.) México, CDMX, México: DOF.

SAGARPA. (29 de Diciembre de 1980). Ley de Seguro Agropecuario y de Vida Campesino. *Diario Oficial de la Federación*. México, México, México: SEGOB. Recuperado el 15 de abril de 2018, de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4862813&fecha=29/12/1980

SAGARPA. (17 de 09 de 2015). *Sistema de seguimimiento a la operación del seguro agropecuario catastrófico*. Obtenido de www.pacc.sagarpa.gob.mx/sac/aspectos/serguros.htm

Salomón Salcedo y Lya Guzmán. (2014). *Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe, Recomendaciones de Política.* Santiago de Chile: FAO ISBN 978-92-5-308364-0.

Sandmark, T., Debary, J.-C., & Tatin-Jaleran, C. (09 de septiembre de 2014). *Microinsurance network.* (M. Network., Ed.) Recuperado el marzo de 2016, de Surgimiento y Desarrollo de los Microseguros Agrícolas: https://microinsurancenetwork.org/sites/default/files/files/MICRO_Network-Brochure_agriculture-SP-WEB.pdf

Schumpeter Alois, J. (2002). *Ciclos económicos. Análisis teórico, histórico y estadístico del proceso capitalista* (Primera ed.). (J. Pascual, Trad.) Zaragoza, España: Prensas Universitarias de

Zaragoza. Obtenido de https://books.google.com.mx/books?id=VCe6D2nJgMsC&printsec=frontcover&dq=Ciclos+econ%C3%B3micos.+An%C3%A1lisis+te%C3%B3rico,+hist%C3%B3rico+y+estad%C3%ADstico+del+proceso+capitalista&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjZ8ezFstPbAhVIWq0KHfMiBk0Q6AEIKDAA#v=onepage&q

Serra Arias, R. (2006). El Seguro Agrario como Instrumento para la Gestión de Riesgos. En C. d. Europea (Ed.), *Conferencia Internacional sobre Seguros Agrarios, una Herramienta Imprescindible para los Agricultores y Ganaderos. 185*, págs. 3-8. Madrid: Phytoma. Recuperado el Junio de 2016, de http://www.mapama.gob.es/es/enesa/publicaciones/08_ricardo_serra_17_nov_tcm30-130509.pdf

Shapiro, E. (1979). *Análisis Macroeconómico* (Tercera ed.). Marqués del Duero, Madrid, España: Ediciones ICE.

SHCP. (07 de Junio de 1990). Diario Oficial de la Federación. *Acuerdo por el que se autoriza la constitución y organización de la institución de seguros denominado Agroasemex, S. A.*, 2. México, México: SEGOB.

SHCP. (02 de 06 de 2004). Diario Oficial de la Federación. *Circular 8.1.1 Estándares de Práctica Actuarial*. (SEGOB, Ed.) México, CDMX, México: DOF.

SHCP. (04 de Abril de 2013). Ley de Insituciones de Seguros y Fianzas. *Diario Oficial de la Federación*, Art 27. (C. d. Unión., Ed.) México, CDMX, México: SEGOB.

SHCP. (04 de Abril de 2013). Ley Sobre el Contrato de Seguro. *Diario Oficial de la Federación*. México, México, México: SEGOB.

SHCP. (27 de diciembre de 2015). Programa de Aseguramiento Agropecuario 2016. (S. d. Gobernación, Ed.) *D.O.F*, págs. 2-3. Obtenido de Programa de Aseguramiento Agropecuario.

SIAP-SAGARPA. (15 de Junio de 2016). *Sistema de Información Agrícola y Pecuaria*. Obtenido de Anuario Estadísitico de la Producción Agrícola: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/ientidad/index.jsp

Sotelo, N. M. (2003). *Teorías y Modelos Macroeconómicos.* Madrid: ESIC.

UNAM. (15 de 06 de 2015). *Subsidios al Campo en México*. (L. J. UNAM, Editor) Recuperado el Noviembre de 2015, de Lanzan campaña valor al campesino para favorecer al pequeño agricultor: http://subsidiosalcampo.org.mx/nota/lanzan-campana-valor-al-campesino-para-favorecer-a-pequenos-productores-la-jornada-2-de-junio-de-2015/

Unión, C. d. (2001). *Ley de Desarrollo Rural Sustentable.* México: DOF.

Walker, E. (1991). *Reflexiones en torno a políticas de inversión adecuadas para las Administradoras de Fondos de Pensiones.* Santiago de Chile: Instituto de Economía de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Wenner, M. D. (2006). *Los seguros agrícolas: Evolución y perspectivas en Amperica Latina y el Caribe* (Vol. I). Washington, DC, US: Banco Interamericano de Desarrollo.

Weston, F. J., & Brigham, E. F. (2012). *Fundamentos de Administración Financiera* (séptima ed., Vol. I). (J. Gómez-Mont, Trad.) Naucalpan, Edo. de México, México: Mc Graw Hill.

Anexo 1

Instrucciones informáticas para el procesamiento de las variables

El modelo y forma de su procesamiento en el programa informático S.A.S. es el siguiente:

Primera instrucción: DATA MAIZ;

Esta indica que el conjunto de datos a operar recibirá el nombre de Maíz.

Segunda instrucción: INPUT T R;

Para indicar que se ingresarán datos para dos variables, emplearemos la variable independiente T (tiempo, ciclos de cosecha primavera-verano u otoño-invierno según se trate, de cada año) y la variable dependiente R (rendimiento que se obtuvo del cociente resultante de las toneladas cosechadas como numerador entre la superficie sembrada como denominador).

Tercera instrucción:

T2=T*T; T3=T2*T;

Instruyendo que las variables se pueden avocar a una función cuadrática si la tendencia se ciñe a la curva de una concavidad con tendencia decreciente, o una posible función cúbica si la curva de tendencia se muestra en dos concavidades, decreciente primero y creciente posterior.

Cuarta instrucción:

CARDS;

Indicando la entrada de los datos de las variables, estas deben enlistarse en columnas, en función de los encabezados que han sido señalados en el segundo comando, en este caso se señaló primero la variable independiente T y luego la variable dependiente R, pues así se enlistarán los datos, por ejemplo:

```
2000  1.96
2001  2.17
2002  2.3
2003  2
2004  2
2005  2.5
2006  1.72
2007  0.75
2008  1.18
2009  1.6
2010  1.31
2011  0.56
2012  1.26
2013  0.81
2014  1.28
2015    .
;
```

Se incluye el año futuro, ya que indicará la suma asegurada o la referencia para base del cálculo del reembolso, si el rendimiento cae por debajo del rendimiento esperado.

Quinta instrucción:

PROC PLOT;

Para indicar que se realice el procesamiento del gráfico en el plano cartesiano.

Sexta instrucción:

PLOT R*T;

Indicando que el gráfico considere las variables R y T en el eje de las Y y el eje de las X respectivamente.

Séptima instrucción:

PROC GLM; MODEL R=T T2 T3/PREDICTED;

Instruyendo la ejecución de una regresión con las variables R y T y con la T2 y T3, el trazado de una curva cuadrática o cúbica de valores estimados entre las dos variables, tal que la variación de los valores de la dispersión queden por encima de dicha curva (positivos), y por debajo (negativos) según su ubicación, pero que aseguren variación equivalente.

Cabe resaltar que cada instrucción se cierra con el signo ; (punto y coma), para indicar que la instrucción de que se trata concluye y que se debe continuar con la siguiente.

Una vez que se han concluido las instrucciones citadas, se “corre” el programa accionando el ícono “run” o su ventana equivalente, con lo que muestra los resultados:

Indica el total de variaciones, la variación que consideró punto de partida y la sumatoria de ambas.
Muestra la suma de los cuadrados de las variaciones de todas las observaciones.
Muestra el promedio de los cuadrados.
Muestra el valor de la prueba de F.
Muestra la R^2, el Coeficiente de variación, la Raíz del cuadrado de las variaciones, la media de los Rendimientos, donde el R^2 es indicador de qué tan lejanos están los datos observados con respecto a los estimados por la línea de tendencia. Una R^2 elevada se da cuando la variación de datos, con respecto a la línea de tendencia es baja, y una R^2 baja si los datos observados son lejanos a la línea de tendencia.

Muestra los resultados en cuanto a la variable independiente T, tanto para el caso de la función lineal como para la cuadrática. En este caso se observa que no aplicaría una función cuadrática ni una función cúbica, ya que el valor estimado para T^2 y T^3 es 0.000000. Refiere la media de los cuadrados para valor del punto partida y la prueba de F.
Para la función lineal, ofrece el estimado del intercepto y del valor de la variable T para integrar la variable dependiente R, con un error estándar para el intercepto.
En la salida también despliega los valores de los datos observados y de los estimados, mostrando las variaciones como residuales resultantes, establecidos en tres columnas, cuyas filas corresponden a la operación aritmética de cada uno de los valores observados con respecto a sus estimados.

Anexo 2

Procesamiento de la información para la obtención de las variables y las funciones

Sub-índice de anexo

Gráfico 1. Rendimientos Cholula ciclo primavera – verano de riego 180
Gráfico 2. Rendimientos Cholula ciclo primavera – verano de temporal 180
Gráfico 3. Rendimientos Cholula ciclo otoño – invierno de riego 180
Gráfico 4 Rendimientos Huauchinango ciclo primavera – verano de temporal 181
Gráfico 5. Rendimientos Huauchinango ciclo otoño – invierno de temporal 182
Gráfico 6. Rendimientos I. de Matamoros ciclo primavera – verano de riego 182
Gráfico 7 Rendimientos I. de Matamoros ciclo primavera – verano de temporal 183
Gráfico 8. Rendimientos I. de Matamoros ciclo otoño – invierno de riego 183
Gráfico 9. Rendimientos Libres ciclo primavera – verano de riego 184
Gráfico 10. Rendimientos Libres ciclo primavera – verano de temporal 184
Gráfico 11. Rendimientos Libres ciclo otoño – invierno de riego 185
Gráfico 12. Rendimientos Tecamachalco ciclo primavera – verano de riego 185
Gráfico 13 Rendimientos Tecamachalco otoño - invierno riego 186
Gráfico 14. Rendimientos Tehuacán ciclo primavera – verano de riego 187
Gráfico 15. Rendimientos Tehuacán ciclo primavera – verano de temporal 187
Gráfico 16. Rendimientos Tehuacán ciclo otoño – invierno de riego 188
Gráfico 17. Rendimientos Teziutlán ciclo primavera – verano de temporal 188
Gráfico 18. Rendimientos Teziutlán ciclo otoño – invierno de temporal 189
Gráfico 19. Rendimientos Zacatlán ciclo primavera – verano de riego 189
Gráfico 20. Rendimientos Zacatlán ciclo primavera – verano de temporal 190
Gráfico 21. Rendimientos Zacatlán ciclo otoño – invierno de temporal **…..……** 190
Gráfico 1. Rendimientos Zacatlán ciclo primavera – verano de temporal **……..…….** 190
Gráfico 2. Rendimientos Zacatlán ciclo otoño – invierno de temporal **……...** 190

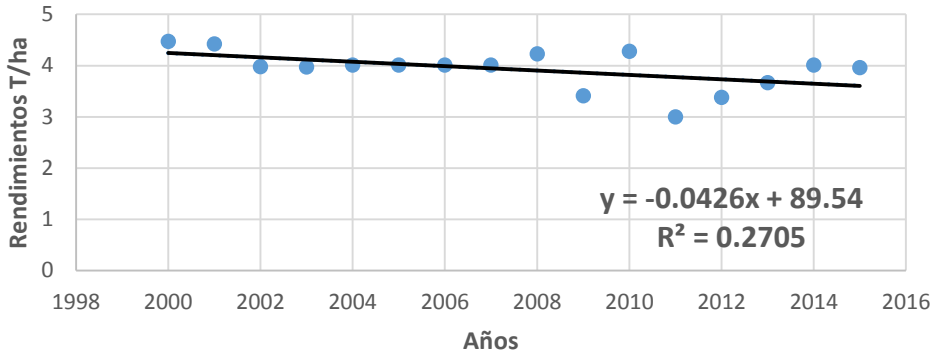


Gráfico: 1. Rendimientos DDR Cholula ciclo primavera – verano de riego
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA*

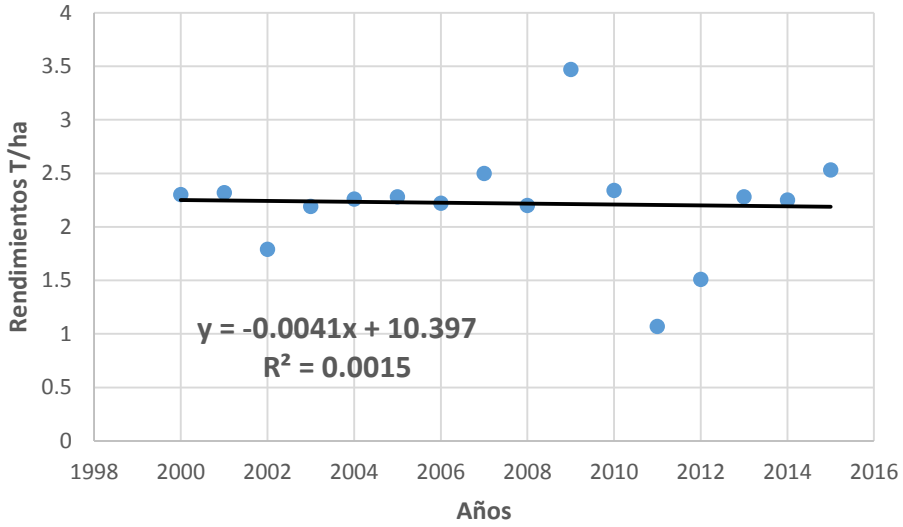


Gráfico: 2 Rendimientos DDR Cholula ciclo primavera – verano de temporal
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA*

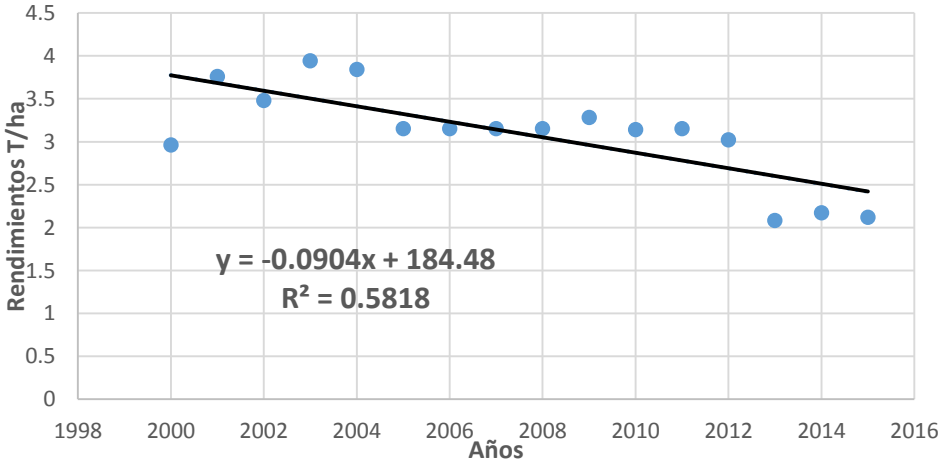


Gráfico: 3 Rendimientos DDR Cholula ciclo otoño – invierno de riego
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA*

Nota: Cholula no reporta datos de producción en el ciclo Otoño-invierno temporal.

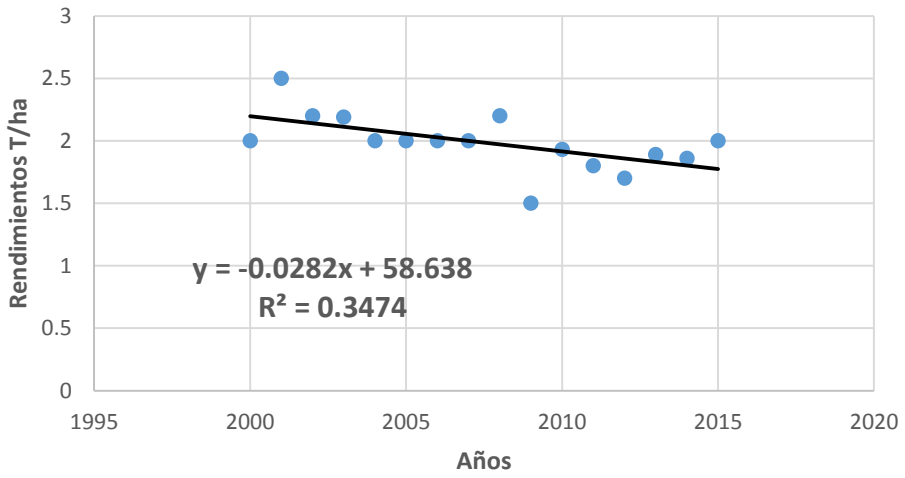


Gráfico: 4 Rendimientos DDR Huauchinango ciclo primavera – verano de riego
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

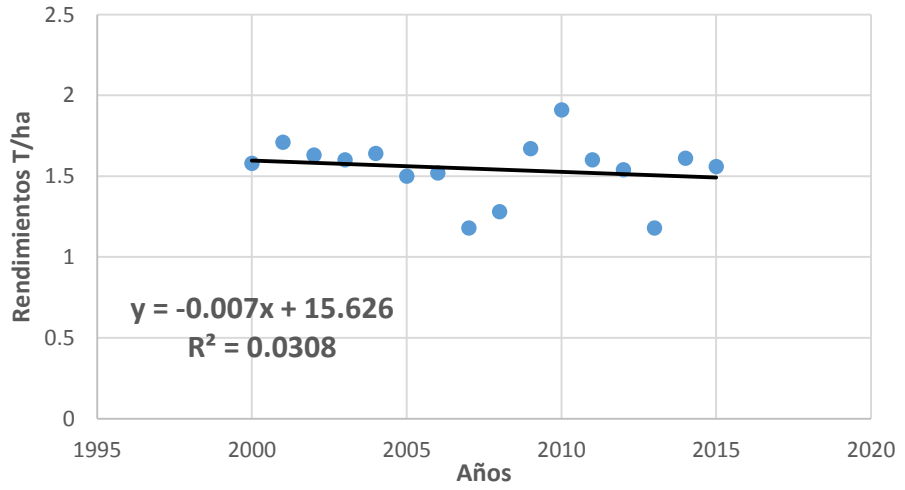


Gráfico: 5 Rendimientos DDR Huauchinango ciclo primavera – verano de temporal
Fuente*: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*
Nota: Huauchinango no reporta datos de producción en el ciclo otoño-invierno riego.

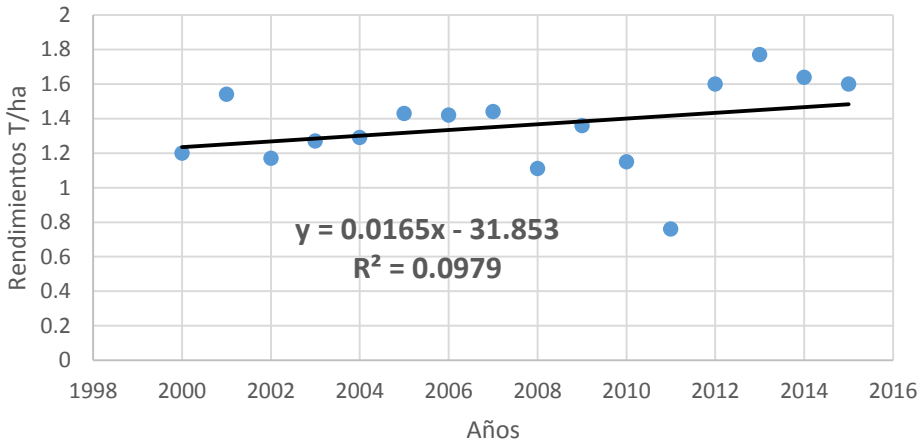


Gráfico: 6. Rendimientos DDR Huauchinango ciclo otoño – invierno de temporal
***Fuente**: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

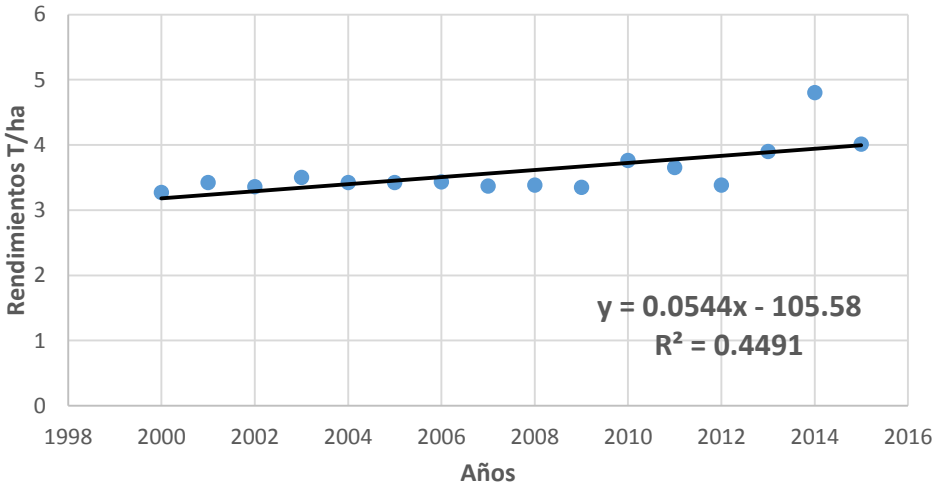


Gráfico: 7. Rendimientos DDR I. de Matamoros ciclo primavera – verano de riego
***Fuente:** Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

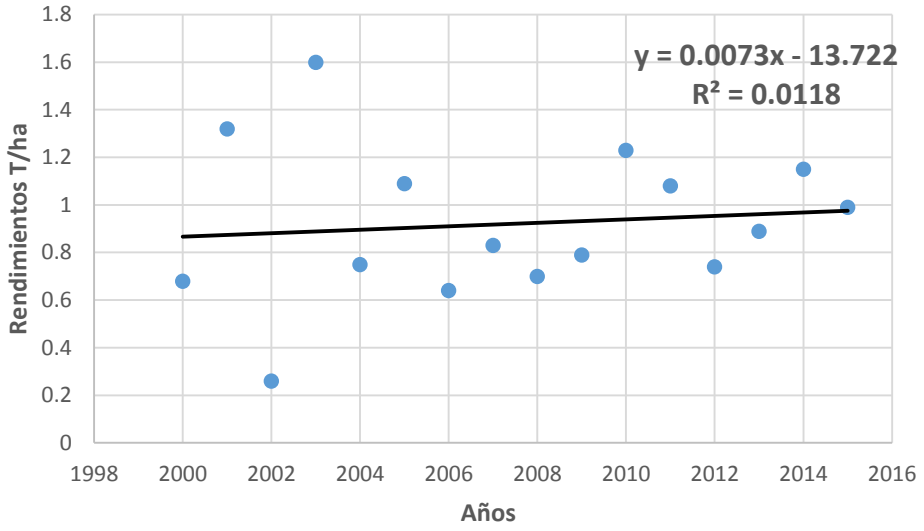
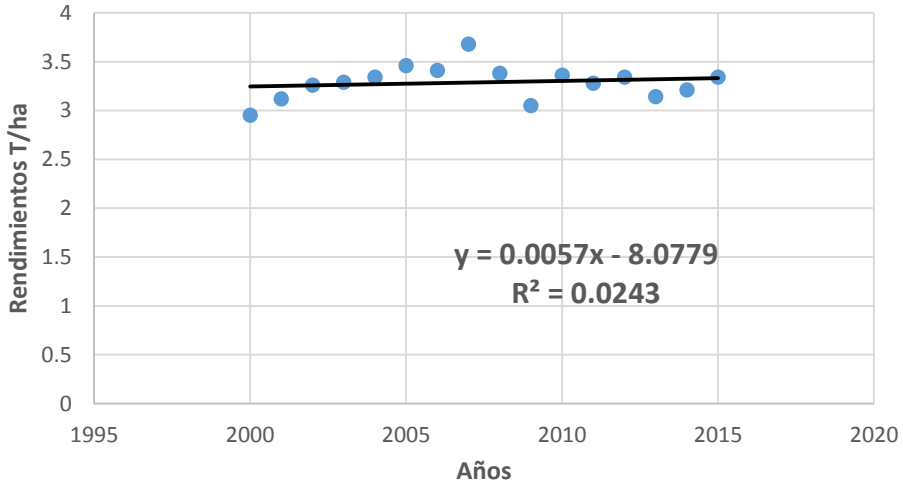
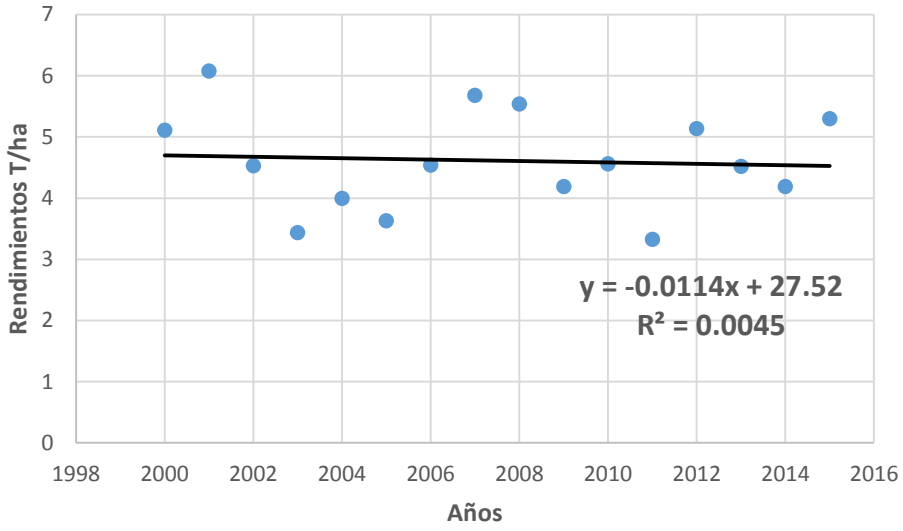


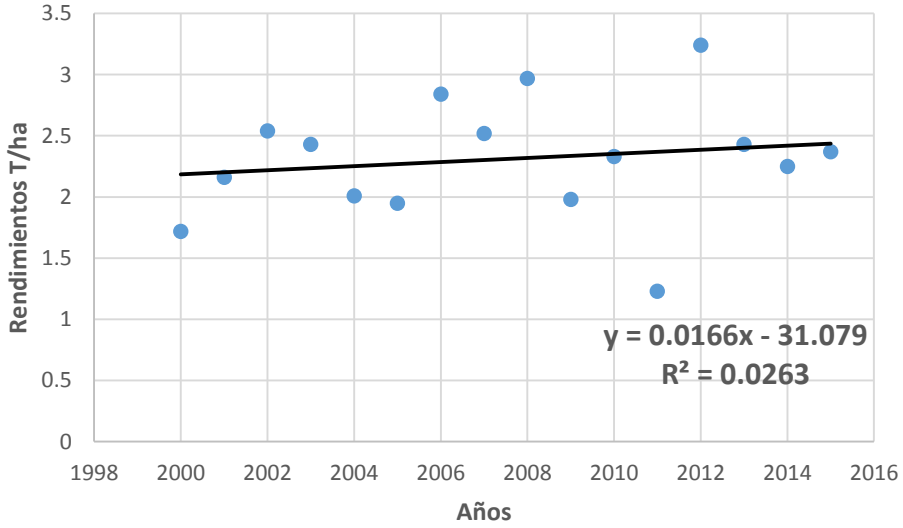
Gráfico: 8. Rendimientos DDR I. de Matamoros ciclo primavera – verano de temporal
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*



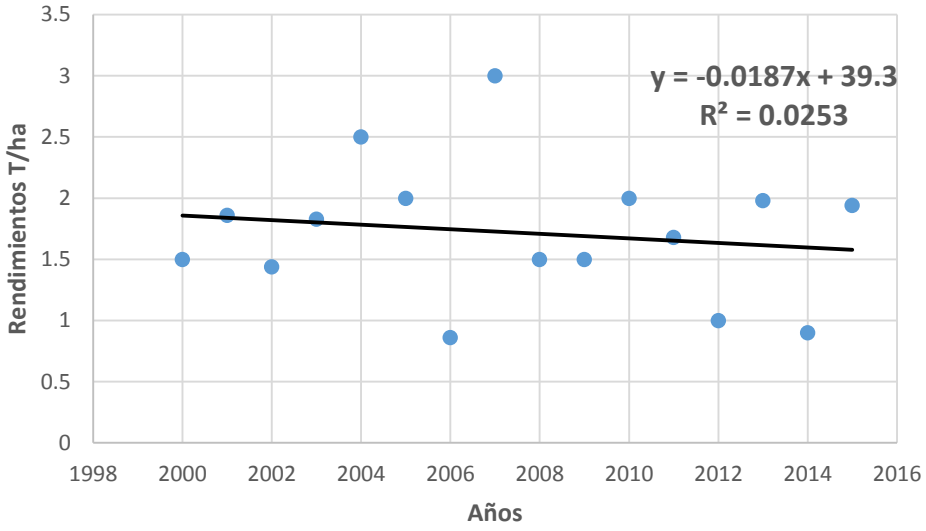
Gráfica:26. Rendimientos I. de Matamoros ciclo otoño – invierno riego
Fuente**:** *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*
Nota: Izúcar de Matamoros no reporta datos de producción en el ciclo otoño-invierno temporal.



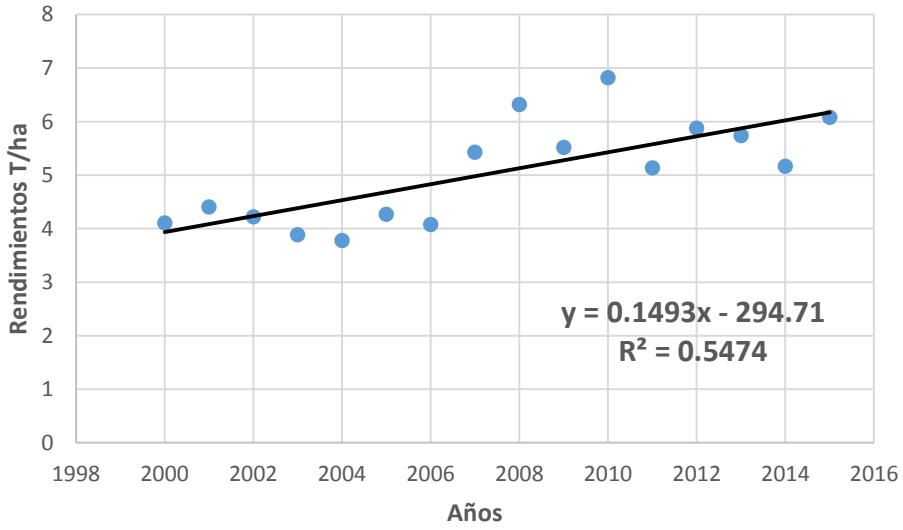
Gráfica:27. Rendimientos Libres ciclo primavera – verano de riego
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*



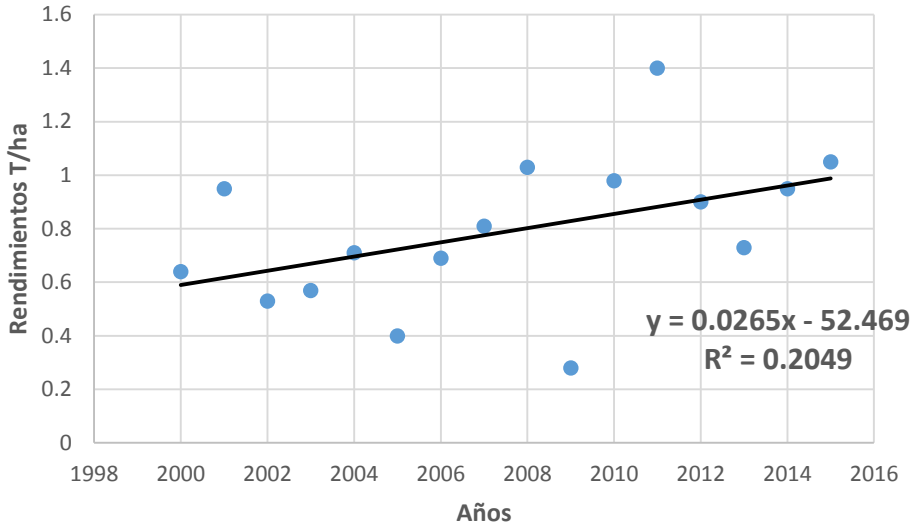
Gráfica:28. Rendimientos Libres ciclo primavera – verano de temporal
Fuente*: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*
Nota: Libres no reporta datos de producción en el ciclo otoño-invierno riego.



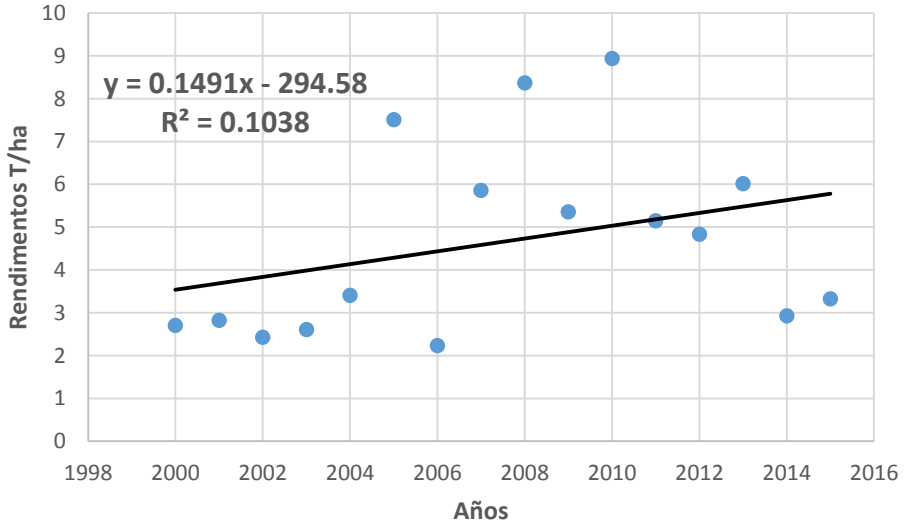
Gráfica:29. Rendimientos Libres ciclo otoño – invierno de riego
Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*



Gráfica:30. Rendimientos Tecamachalco ciclo primavera – verano de riego
Fuente*: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*



Gráfica:31. Rendimientos Tecamachalco ciclo primavera – verano de temporal
***Fuente**: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*



Gráfica:32. Rendimientos Tecamachalco ciclo otoño - invierno de riego
***Fuente**: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*
Nota: Tecamachalco no reporta datos de producción en el ciclo otoño-invierno temporal.

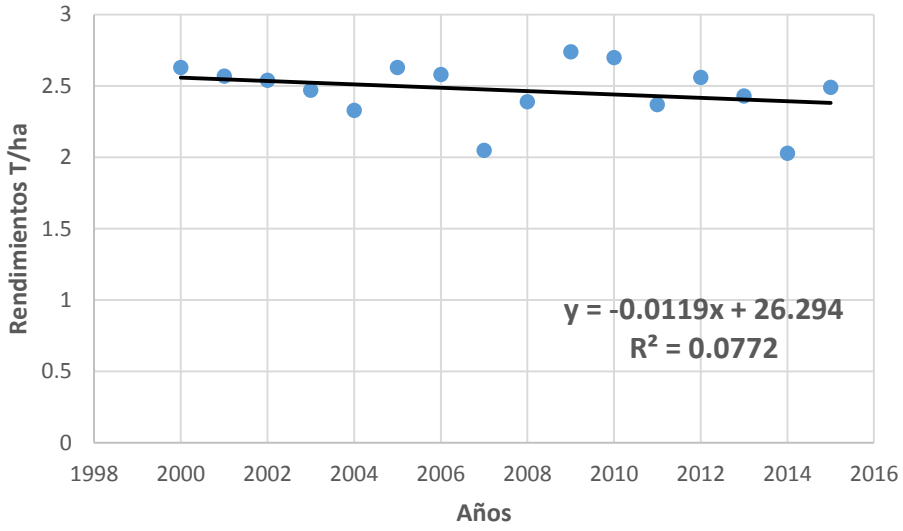


Gráfico 3. Rendimientos Tehuacán ciclo primavera – verano de riego
***Fuente**: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

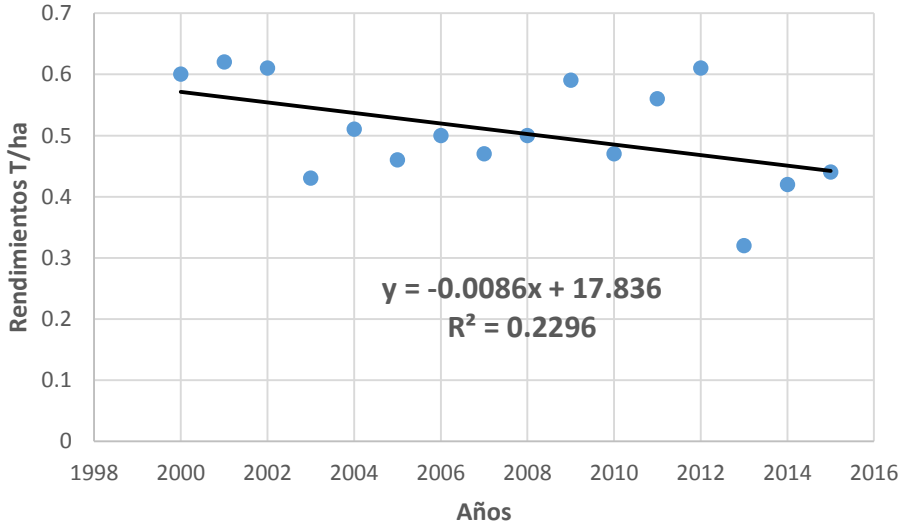


Gráfico 4. Rendimientos Tehuacán ciclo primavera – verano de temporal
***Fuente:** Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*
Nota: Tehuacán no reporta datos de producción en el ciclo otoño-invierno temporal.

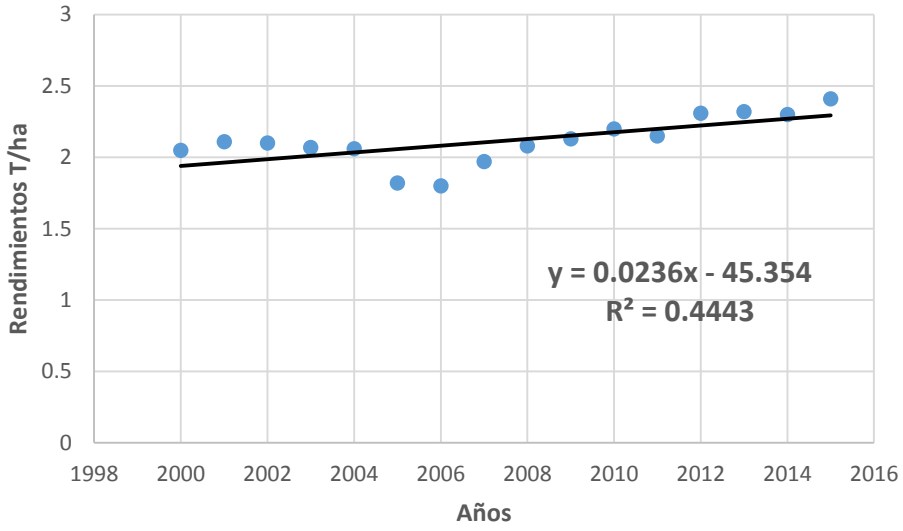


Gráfico 5. Rendimientos Tehuacán ciclo otoño – invierno de riego
***Fuente**: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

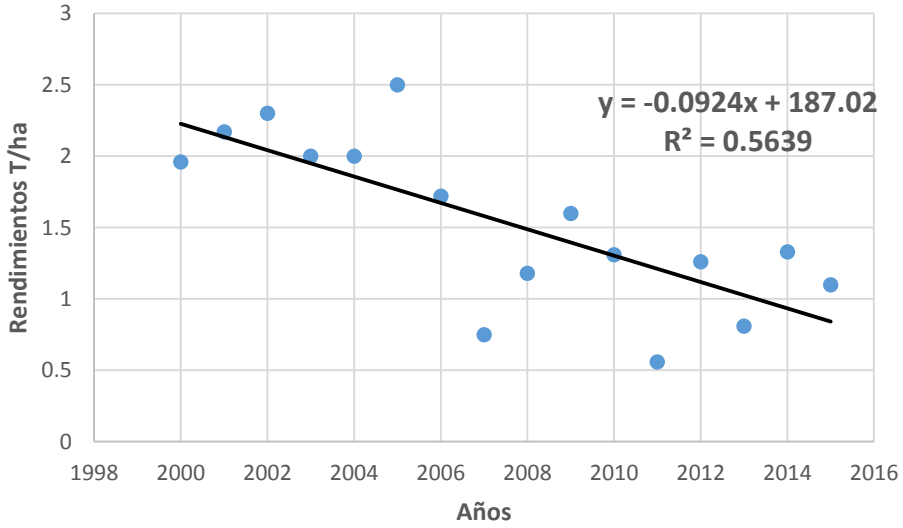


Gráfico 6. Rendimientos Teziutlán ciclo primavera – verano de temporal
***Fuente**: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*
Nota: Teziutlán no reporta datos de producción en los ciclos primavera – verano riego ni otoño-invierno riego.

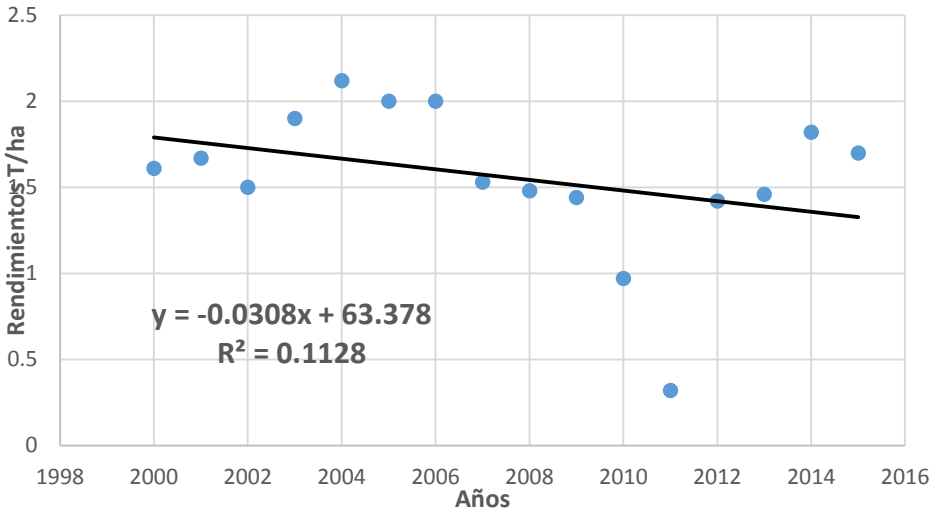


Gráfico 7. Rendimientos Teziutlán ciclo otoño - invierno de temporal
***Fuente**: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

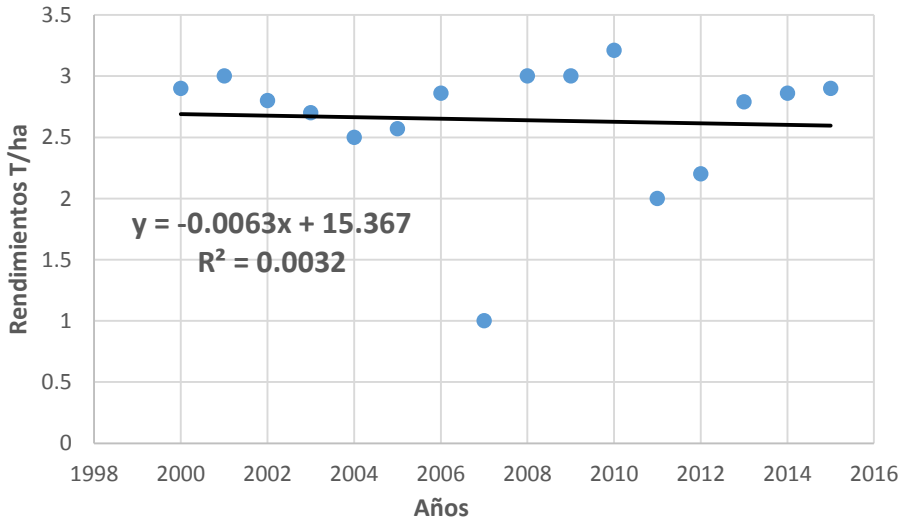


Gráfico 8. Rendimientos Zacatlán ciclo primavera – verano de riego
***Fuente**: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

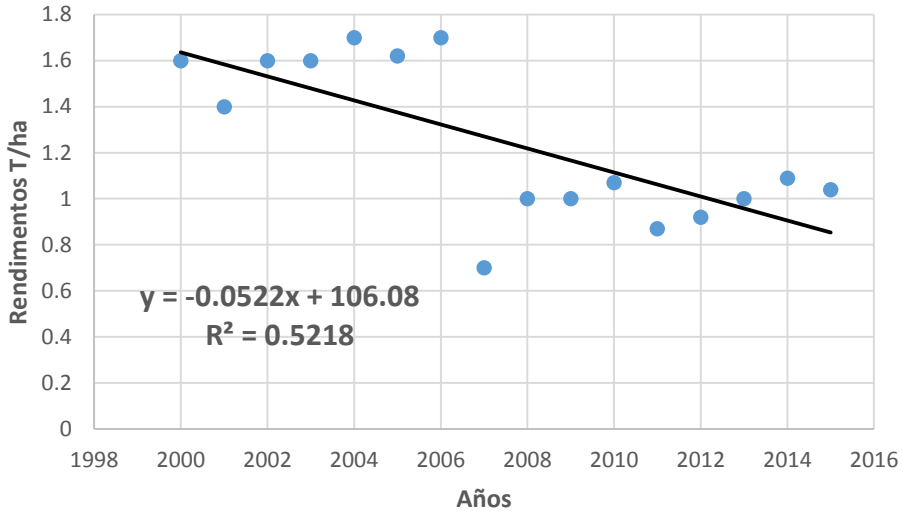


Gráfico 9. Rendimientos Zacatlán ciclo primavera – verano de temporal
***Fuente**: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*
Nota: Zacatlán no reporta datos de producción en el ciclo otoño-invierno riego.

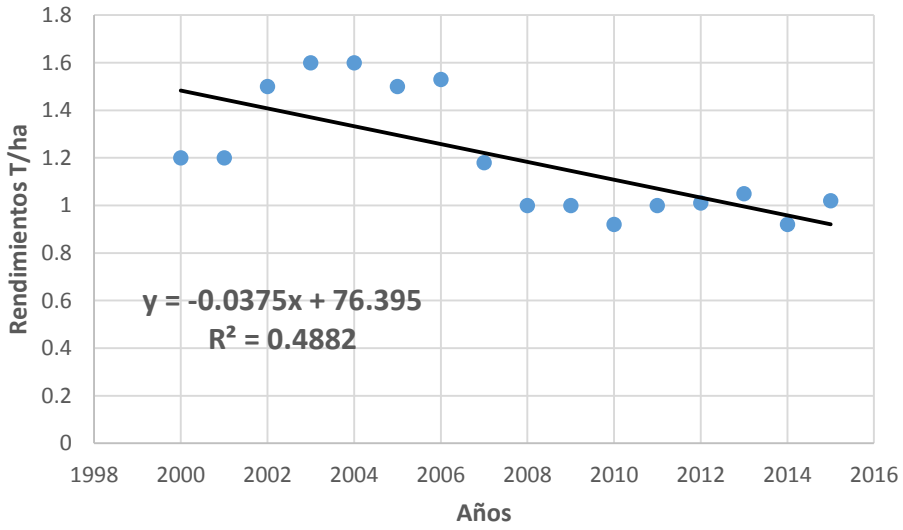


Gráfico 10. Rendimientos Zacatlán ciclo otoño – invierno de temporal
***Fuente**: Elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA.*

Anexo 3 Resumen Costo de la Prima, Suma asegurada y Comparativo Neumann & Morguenstern

DDR		Cholula				Huauchinango				Izúcar de Matamoros			
Términos		primavera-verano riego	primavera-verano temporal	otoño-invierno riego	otoño-inverno temporal	primavera-verano riego	primavera-verano temporal	otoño-invierno riego	otoño-inverno temporal	primavera-verano riego	primavera-verano temporal	otoño-invierno riego	otoño-inverno temporal
Estadístico t	intercepto	2,382691807	0,183671273	4,48813725	S/D	2,825750279	0,740012319	S/D	-1,182352173	-3,267263916	-0,38251544	-0,419981535	S/D
	variable x1	-2,278219137	-0,144464574	-4,412821415		-2,730071458	-0,666877799		1,232814186	3,378325757	0,408197924	0,590938083	
Probabilidad	intercepto	0,031908513	0,85690498	0,00051066		0,013479156	0,471520815		0,256758481	0,005616445	0,707823459	0,680873144	
	variable x1	0,038923204	0,887192668	0,000590078		0,016268981	0,515691329		0,237946296	0,004502917	0,689302921	0,563981226	
R2		0,270464098	0,001488496	0,581752368		0,347419445	0,030788123		0,097928311	0,449102695	0,011761837	0,024336383	
R2 ajustado		0,218354391	-0,069833754	0,551877537		0,300806548	-0,038441297		0,033494619	0,409752887	-0,058826603	-0,045353875	
Error estandar		0,345170004	0,51993488	0,377542112		0,190603779	0,193955753		0,247448853	0,296821892	0,329489387	0,176664503	
Coeficientes:													
intercepto (ordenada)		89,54022059	10,39698529	184,4797794		58,63845588	15,62639706		-31,85294118	-105,5838235	-13,72169118	-8,077867647	
variab x1 (pendiente)		-0,042647059	-0,004073529	-0,090352941		-0,028220588	-0,007014706		0,016544118	0,054382353	0,007294118	0,005661765	
Función		*Y=-0.0426x+89.54*	y=-0.0041x+10.397	y=-0.0904x+184.48		y=-0.0282x+58.638	y=-0.007x+15.626		y=0.0165x-31.853	y=0.0544x-105.58	y=0.0073x-13.722	y=0.0057x-8.0779	
Num. de observaciones		16	16	16		16	16		16	16	16	16	
Suma 0 de los residuos		0	0	0		0	0		0	0	0	0	
Suma de residuos		4,045294118	4,696941176	4,675735294		2,109176471	2,136676471		2,699852941	2,837529412	3,927676471	1,991470588	
Promedio residuos		0,252830882	0,293558824	0,292233456		0,131823529	0,133542279		0,168740809	0,177345588	0,245479779	0,124466912	
Costo de la prima		**$884,91**	**$1.027,46**	**$1.022,82**		**$461,38**	**$424,90**		**$590,59**	**$620,71**	**$859,18**	**$435,63**	
Sup. Siniestrada			0	0			0		0		0		
Sup. Siniestrada %			0	0			0		0		0		
Años siniestrados		0	6	0		0	1		4	0	8	0	
Costo de prima Neumann & M.		**254,919**	**4.545,88**	**155,57**		**124,45**	**641,68**		**2.160,59**	**284,90**	**2.611,35**	**237,74**	
Rend. Esp. 2016		3,66	2,13	2,23		1,79	1,51		1,41	4,09	0,99	3,41	
Precio Ton de Maíz		3.500,00	3.500,00	3.500,00		3.500,00	3.500,00		3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00	
Suma a asegurar (Cobertura)		12.804,40	7.459,90	7.817,60		6.253,80	5.299,00		4.938,50	14.316,40	3.481,80	11.946,55	
Núm. de primas cobradas para cubrir indemnización		14,47	7,26	7,64		13,55	12,47		8,36	23,06	4,05	27,42	
% del costo de la prima con respecto a la cobertura		6,91	13,77	13,08		7,38	8,02		11,96	4,34	24,68	3,65	

DDR		Libres				Tecamachalco				Tehuacán			
Términos		primavera-verano riego	primavera-verano temporal	otoño-invierno riego	otoño-inverno temporal	primavera-verano riego	primavera-verano temporal	otoño-invierno riego	otoño-inverno temporal	primavera-verano riego	primavera-verano temporal	otoño-invierno riego	otoño-inverno temporal
Estadístico t	intercepto	0,301390287	-0,572048491	S/D	0,630578527	-4,045584261	-1,87138749	-1,253681918	s/d	1,194596417	2,102435811	-3,196513765	S/D
	variable x1	-0,25089068	0,614580343		-0,603012157	4,114968891	1,899524454	1,273512329		-1,082408549	-2,042693898	3,345762394	
Probabilidad	intercepto	0,767547073	0,576359934		0,538474071	0,001203611	0,082335762	0,23048933		0,252091425	0,05408881	0,006465211	
	variable x1	0,805543422	0,548690659		0,556143918	0,001050966	0,078295004	0,223575039		0,297362591	0,060383909	0,004804302	
R2		0,004476027	0,026270458		-0,044304721	0,547408462	0,204915582	0,103818392		0,077223736	0,229609342	0,444314917	
R2 ajustado		-0,066632828	-0,043281652		-0,044304721	0,515080495	0,148123838	0,03980542		0,011311145	0,174581438	0,404623125	
Error estandar		0,838702116	0,499016017		0,572443834	0,66911559	0,257526657	2,158211459		0,20216821	0,077922945	0,130323128	
Coeficientes:													
intercepto (ordenada)		27,52036765	-31,07882353		39,29970588	-294,7132353	-52,46904412	-294,5768382		26,29367647	17,83632353	-45,35397059	
variab x1 (pendiente)		-0,011411765	0,016632353		-0,018720588	0,149323529	0,026529412	0,149058824		-0,011867647	-0,008632353	0,023647059	
Función		y=-0.0114x+27.52	y=0.0166x-31.079		y=-0.0187x+39.3	y=0.1493x-294.71	y=0.0265x-52.469	y=0.1491x-294.58		y=-0.0119x+26.294	y=-0.0086x+17.836	y=0.0236x-45.354	
Num. de observaciones		16	16		16	16	16	16		16	16	16	
Suma 0 de los residuos		0	0		0	0	0	0		0	0	0	
Suma de residuos		10,31935294	5,641147059		6,709911765	7,870058824	2,732235294	26,12817647		2,305029412	0,924852941	1,557294118	
Promedio residuos		0,644959559	0,352571691		0,419369485	0,491878676	0,170764706	1,633011029		0,144064338	0,057803309	0,097330882	
Costo de la prima		$2.257,36	$1.234,00		$1.467,79	$1.721,58	$597,68	$5.715,54		$504,23	$202,31	$340,66	
Sup. Siniestrada		0	0		0	0	0	0		0	0	0	
Sup. Siniestrada %		0	0		0	0	0	0		0	0	0	
Años siniestrados		3	15		13	13	16	9		4	9	0	
Costo de prima Neumann & M.		5.397,26	8.320,47		1.904,08	21.203,21	3.329,44	16.996,32		3.527,39	1.410,51	154,87	
Rend. Esp. 2016		4,54	2,39		1,60	6,28	0,95	6,01		2,30	0,50	2,22	
Precio Ton de Maíz		3.500,00	3.500,00		3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00		3.500,00	3.500,00	3.500,00	
Suma a asegurar (Cobertura)		15.881,60	8.353,10		5.602,80	21.975,80	3.342,50	21.019,60		8.062,60	1.744,40	7.782,60	
Núm. de primas cobradas para cubrir indemnización		7,04	6,77		3,82	12,76	5,59	3,68		15,99	8,62	22,85	
% del costo de la prima con respecto a la cobertura		14,21	14,77		26,20	7,83	17,88	27,19		6,25	11,60	4,38	

DDR		Teziutlán				Zacatlán			
Términos		primavera-verano riego	primavera-verano temporal	otoño-invierno riego	otoño-inverno temporal	primavera-verano riego	primavera-verano temporal	otoño-invierno riego	otoño-inverno temporal
Estadístico t	intercepto	S/D	4,290170538	S/D	1,367663972	0,25465998	3,955097551	S/D	3,712833639
	variable x1		-4,25498403		-1,334030451	-0,21085938	-3,90871123		-3,654431235
Probabilidad	intercepto		0,00074763		0,192972251	0,802688331	0,001437294		0,002317685
	variable x1		0,000800371		0,203489649	0,836035303	0,00157453		0,002601905
R2			0,563929346		0,112780618	0,00316578	0,521825645		0,488208089
R2 ajustado			0,532781442		0,049407805	-0,068036664	0,487670334		0,451651524
Error estandar			0,400405165		0,425639065	0,554261726	0,246347201		0,188990379
Coeficientes:									
intercepto (ordenada)			187,0214706		63,37794118	15,36713235	106,0772059		76,39455882
variab x1 (pendiente)			-0,092397059		-0,030794118	-0,006338235	-0,052220588		-0,037455882
Función			**y=-0.0924x+187.02**		**y=-0.0308x+63.378**	**y=-0.0063x+15.367**	**y=-0.0522x+106.08**		**y=-0.0375x+76.395**
Num. de observaciones			16		16	16	16		16
Suma 0 de los residuos			0		0	0	0		0
Suma de residuos			4,546558824		4,639411765	5,872235294	2,998882353		2,436647059
Promedio residuos			0,284159926		0,289963235	0,367014706	0,187430147		0,152290441
Costo de la prima			**$994,56**		**$1.014,87**	**$1.284,55**	**$656,01**		**$533,02**
Sup. Siniestrada			0		0	15	320		0
Sup. Siniestrada %			0		0	1500	32000		0
Años siniestrados			14		8	2	16		3
Costo de prima Neumann & M.			**2.555,04**		**3.373,65**	**2.187,12**	**2.217,60**		**945,62**
Rend. Esp. 2016			0,74		1,29	2,67	0,84		0,80
Precio Ton de Maíz			3.500,00		3.500,00	3.500,00	3.500,00		3.500,00
Suma a asegurar (Cobertura)			2.595,60		4.498,20	9.331,70	2.956,80		2.782,50
Núm. de primas cobradas para cubrir indemnización			2,61		4,43	7,26	4,51		5,22
% del costo de la prima con respecto a la cobertura			38,32		22,56	13,77	22,19		19,16

Fuente: *Elaboración propia con los resultados de la aplicación de las regresiones, tendencias y funciones de cada uno de los procesos representados en los gráficos del Capítulo III.*