



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MÉXICO



FACULTAD DE ECONOMÍA

**“PREDICCIÓN DE LAS PRIMAS EMITIDAS Y DEL COSTO DE SINIESTRALIDAD A
TRAVÉS DE UN MODELO ARIMA: EVIDENCIA EMPÍRICA PARA LOS SEGUROS
AGROPECUARIOS EN MÉXICO”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ACTUARÍA

PRESENTA:

KARLA ELENA NIETO VILLAVICENCIO

ASESOR:

DRA. EN C. GABRIELA RODRÍGUEZ LICEA

REVISORES:

**M. en E. OCTAVIO C. BERNAL RAMOS
M. en D. N. NOELLY K. SARRACINO JIMÉNEZ**

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO

NOVIEMBRE 2017

A MIS PADRES:

COSME RUBÉN NIETO HERNÁNDEZ

MARÍA EUGENIA VILLAVICENCIO HERRERA

A MIS ABUELOS:

ISAURA HERRERA ORTEGA

MARIA DE LA LUZ HERNÁNDEZ LÓPEZ

COSME NIETO PINEDA

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, por su apoyo y amor incondicional. Sin su esfuerzo no habría culminado mis estudios, gracias por su paciencia, por la fuerza que me brindaron y por dejarme el mejor legado de todos. Papi, gracias por ser el mejor ejemplo de lucha y de trabajo, por tu amor y por sacar esto conmigo. Mami gracias por tu amistad, amor incondicional, y también por ser un ejemplo de superación y de esfuerzo. Los amo.

Quiero agradecer a la Dra. Gabriela Rodríguez Licea por la atinada dirección de la presente tesis que hoy se presenta, y también por sus acertadas sugerencias sobre el proceso de investigación. Así mismo quiero agradecer a la directora de la Facultad de Economía, la Dra. Reyna Vergara González por su incansable apoyo para hacer del proceso de titulación algo ágil y agradable.

De la misma manera agradezco al Mtro. Alejandro Alanís Chico por apoyarme durante la etapa de análisis de los datos, y aplicación de la metodología, por tener siempre abiertas las puertas de su oficina, recibirme y resolver mis dudas de forma tan amable.

También quiero agradecer a mis abuelos Lucha, Cosme e Isaura porque este es el fruto del esfuerzo que ellos comenzaron con mis padres. También les agradezco por su amor, por preocuparse siempre por mí, por mis estudios y por mi bienestar.

Quiero agradecer a la Dra. Yoko Sugiura por el apoyo y cariño que siempre le ha brindado a mi familia, porque ha sido un miembro importante de la familia y un símbolo de admiración y respeto para mí.

Finalmente quiero agradecer a los miembros de mi familia que me han impulsado a esforzarme más día con día. Y también a quien ha estado ahí para brindarme su cariño y apoyo en la culminación de mis estudios y en la realización de este trabajo.

ÍNDICE

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	i
CAPÍTULO 1. MARCO CONCEPTUAL: RIESGOS DEL SECTOR AGROPECUARIO.....	1
1.1 Concepto	1
1.2 Clasificación general	1
1.3 Gestión	1
1.4 Tipos de riesgo	3
CONCLUSIÓN CAPITULAR	10
CAPÍTULO 2. MARCO CONTEXTUAL: SEGUROS AGROPECUARIOS	12
2.1 Antecedentes	12
2.2 Surgimiento de los Seguros Agropecuarios	14
2.3 Tipos de Seguros Agropecuarios	18
2.3.1 Seguros comerciales	18
2.3.2 Seguros catastróficos	19
2.3.3 Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera	25
2.3.4 AGROASEMEX	26
2.4 Capacidad operativa de los Seguros Agropecuarios	27
2.4.1 Proceso operativo	29
CONCLUSIÓN CAPITULAR	31
CAPÍTULO 3. PREDICCIÓN ECONÓMICA Y TOMA DE DECISIONES	32
3.1 Economía de la empresa y toma de decisiones	32
3.2 Tipos de predicciones	34

ÍNDICE

3.3 Técnicas de predicción	35
3.3.1 Métodos cualitativos	35
3.3.2 Métodos cuantitativos	35
3.4 Factores de selección	37
3.4.1 Limitaciones de la predicción.....	37
CONCLUSION CAPITULAR	38
CAPÍTULO 4. MARCO SERIES DE TIEMPO Y MODELOS ARIMA	39
4.1 Series de tiempo	39
4.1.1 Elementos	39
4.1.2 Clasificación descriptiva	42
4.1.3 Autocorrelación	42
4.1.4 Métodos de suavizamiento de la serie	44
4.2 Modelos Arima	45
4.2.1 Procesos estocásticos	46
4.2.2 Procesos estocásticos estacionarios	47
4.2.3 Modelos autoregresivos	49
4.2.4 Procesos estocásticos no estacionarios	53
CONCLUSION CAPITULAR	54
CAPÍTULO 5. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS	56
5.1 Identificación de las variables y fuentes de información	56
5.2 Análisis exploratorio de datos	57
5.2.1 Primas emitidas	57
5.2.2 Costos de siniestralidad	58

ÍNDICE

5.3 Modelo Arima	59
5.3.1 Aplicación empírica	60
5.3.1.1 Prueba de estacionariedad (raíz unitaria)	60
5.3.1.2 Correlograma	66
5.3.1.3 Evidencia empírica del modelo Arima	70
5.3.1.4 Ruido blanco	73
5.3.1.5 Heterocedasticidad	76
5.4 Predicción	80
CONCLUSIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

INDICE DE GRAFICOS

Diagrama 1.1 Tipos de riesgos en el Sector Agropecuario	4
Cuadro 1.1 Tipos decisiones para los principales aspectos administrativos	5
Cuadro 1.2 Estrategias de gestión de riesgos agropecuarios	8
Cuadro 2.1 Seguros Agropecuarios que operaron durante 1926-1940	15
Cuadro 2.2 Caracterización de los diferentes tipos de seguros agrícolas y pecuarios.....	22
Cuadro 2.3 Formas de operación de los Seguros Agrícolas, 1961-1990	26
Grafica 4.1 Representación de la tendencia de una serie de tiempo	40
Grafica 4.2 Representación de la tendencia estacional de una serie de tiempo	41
Gráfica 4.3 Representación aleatoria de una serie de tiempo	41
Gráfica 5. 1 México: Primas emitidas para Seguros Agropecuarios, 2001 – 2015. Millones de pesos	58
Gráfica 5.2 México: Costo de siniestralidad de Seguros Agropecuarios: 2001-2015.....	59
Cuadro 5.1 Primas emitidas: Prueba de raíz unitaria, ADF level	61
Cuadro 5.2 Primas emitidas: Prueba de raíz unitaria, ADF 1st difference	62
Cuadro 5.3 Primas emitidas: Prueba de raíz unitaria, ADF 2nd difference	63
Cuadro 5.4 Costos de siniestralidad: Prueba de raíz unitaria, ADF level	64
Cuadro 5.5 Costos de siniestralidad: Prueba de raíz unitaria, ADF 1st difference.....	65
Cuadro 5.6 Costo de siniestralidad: Prueba de raíz unitaria, ADF 2nd difference.....	66
Cuadro 5.7 Identificación del modelo mediante FAC y FAP	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Cuadro 5.8 Correlograma en segunda diferencia: Primas emitidas	69
Cuadro 5.9 Correlograma en segunda diferencia: Costos de siniestralidad	70
Cuadro 5.10 Modelo Arima: Primas emitidas	72
Cuadro 5.11 Modelo Arima: Costos de siniestralidad	73
Cuadro 5.12 Ruido blanco: Primas emitidas	75
Cuadro 5.13 Ruido blanco: Costos de siniestralidad	76
Cuadro 5.14: Correlograma - Heterocedasticidad: Primas emitidas	78
Cuadro 5.15 Correlograma – Heterocedasticidad: Costos de siniestralidad	79
Imagen 5.1 Predicción: Ventana WorkfileStructure. E-Views	80
Imagen 5.2 Predicción: Ventana Forecast equation	81
Gráfica 5.3 Tendencia dinámica de los datos estimados	82
Gráfica 5.4 Serie original y predicciones.....	82

INTRODUCCIÓN

Dada su ubicación geográfica, México es propenso a registrar eventos geológicos e hidrometeorológicos que en muchas ocasiones causan efectos negativos sobre la población y daños económicos en los diferentes sectores productivos (FAO, 2014). Particularmente, las actividades del Sector Agropecuario son muy propensas a los eventos naturales porque ponen en riesgo la productividad, rentabilidad y patrimonio de los productores, y en casos extremos, la integridad física de los mismos.

Ante la situación anterior, los seguros juegan un papel importante al mitigar los efectos financieros y coadyuvar en el uso y asignación óptima de los recursos; sin embargo, la falta de cultura e información sobre éstos, así como de políticas públicas y privadas que impulsen la oferta y demanda en el mercado, han propiciado que los productores muestren poco interés sobre este servicio, el cual podría mitigar las pérdidas económicas provocadas por siniestros (Arias, 2012).

De manera particular, el sector más desprotegido es el de bajos recursos que tienen por objetivo desarrollar actividades agrícolas o ganaderas a pequeña escala, destinando la producción para autoconsumo o, en el mejor de los casos, para la comercialización en mercados locales en los cuales perciben bajos precios por concepto de venta de sus productos. Aunado a esta situación, un aspecto importante que incide sobre la contratación de seguros es el elevado costo que implica llegar a los pequeños productores e impartirles capacitación para hacer frente a los riesgos y prevenirlos; no obstante, de acuerdo con la Comisión Federal de Competencia Económica (COFECE), en la medida que las aseguradoras cuente con mayor información sobre los riesgos que enfrenta el Sector Agropecuario en el país ante inundaciones, sequías, heladas, etc., mayores serán las solicitudes para contratar algún tipo de seguro por parte de los pequeños, medianos y grandes productores.

Como resultado de la poca información y del reducido presupuesto gubernamental para otorgar seguros a los productores de pequeña escala, las coberturas de aseguramiento otorgadas a través de subsidios federales, benefician a un grupo reducido de

Introducción

productores, los cuales se caracterizan por la implementación de modernos sistemas de producción, y por consecuencia tener acceso a créditos y estar protegidos no solamente ante desastres naturales sino también contra fluctuaciones económicas, las cuales inciden de manera importante sobre sus ingresos.

A fin de aminorar la problemática planteada, es necesario analizar la tendencia dinámica de los Seguros Agropecuarios e identificar los factores que inciden sobre ésta, por tal motivo, el presente trabajo de tesis tiene por objetivo realizar un análisis a través de la estructuración y estimación de un modelo Arima sobre el monto de las primas emitidas y los costos de siniestralidad de los Seguros Agropecuarios en México, durante el período 2001-2015; planteando como hipótesis que el monto de las primas emitidas aumentará con variaciones menores a las registradas en años pasados, y que el costo de siniestralidad presentará un crecimiento continuo con variaciones similares a las de los años anteriores.

A fin de cumplir con el objetivo trazado y probar la hipótesis planteada, la estructura del presente trabajo de tesis comprende seis capítulos:

El primer capítulo tiene por objetivo exponer de manera general el marco conceptual sobre los riesgos a los que se enfrenta el Sector Agropecuario. Inicialmente se presenta el concepto de riesgo, su clasificación general y gestión; en un segundo apartado se bosqueja sobre los tipos de riesgos. Por otro lado, en el segundo se expone de manera general el marco contextual sobre Seguros Agropecuarios partiendo de los antecedentes de las aseguradoras que propiciaron el surgimiento de la Ley del Seguro Agrícola Integral y Ganadero, de la Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera (ANAGSA) y de AGROASEMEX.

La finalidad del tercer capítulo es exponer los aspectos más relevantes sobre la predicción y toma de decisiones. Inicialmente se discute la importancia que tiene para la economía de una empresa la toma de decisiones en marketing, finanzas, de personal, organización de la producción, gerencial. Posteriormente, se desglosan los tipos de predicciones (efectos de un suceso, tiempo de ocurrencia de un suceso, de series

Introducción

temporales –de corto, mediano y largo plazo), técnicas de predicción (métodos cualitativos y cuantitativos – análisis de series temporales y causal-), factores de selección y limitaciones de la predicción.

En el cuarto capítulo se presentan los aspectos más relevantes sobre series de tiempo y modelos Arima. En el primer caso se expone la definición, los elementos que la integran (tendencia –lineal y no lineal-, estacionalidad y aleatoriedad), la clasificación descriptiva, autocorrelación y métodos de suavizamiento de las series. En el caso de los modelos Arima se describen los procesos estocásticos (ruido blanco y camino aleatorio), procesos estocásticos estacionarios y no estacionarios y modelos autorregresivos (medias móviles, estacionalidad autoregresiva integrada y de media móvil Arima).

En el quinto Capítulo se presenta la descripción y análisis de los datos, partiendo de la selección de las variables de estudio: primas emitidas y costos de siniestralidad, período de análisis, frecuencia de las series de tiempo y fuentes de información. En la segunda parte se analizan, interpretan y discuten los aspectos más relevantes del modelo Arima: prueba de estacionariedad (Test de raíz unitaria), correlograma de la serie, ruido blanco, y heterocedasticidad. Finalmente, se analiza la predicción estimada.

En el último capítulo se exponen las conclusiones más importantes derivadas de los resultados, así como las recomendaciones.

CAPÍTULO 1. MARCO CONCEPTUAL: RIESGOS DEL SECTOR AGROPECUARIO

El presente capítulo tiene por objetivo exponer de manera general el marco conceptual sobre los riesgos a los que se enfrenta el Sector Agropecuario. Inicialmente se presenta el concepto de riesgo, su clasificación general y gestión; en un segundo apartado se bosqueja sobre los tipos de riesgos.

1.1 Concepto

De acuerdo con Hatch, Núñez y Vila (2015), el riesgo se define como la probabilidad de ocurrencia de un hecho indeseable asociado con pérdidas económicas o humanas derivadas de la amenaza y vulnerabilidad; la primera, referente a sucesos no controlables en un espacio y tiempo específico que pueden causar daño y el segundo a las condiciones resultantes de distintas variables que aumenten la probabilidad de ocurrencia de una amenaza, por lo que se puede controlar.

Las características distintivas del riesgo son el desconocimiento del resultado de los posibles eventos y la pérdida de al menos uno de ellos como consecuencia de la ocurrencia del otro. Para medir el riesgo objetivamente se estima la probabilidad de ocurrencia aplicando métodos cuantitativos a bases de datos históricos; en contraste, para la evaluación subjetiva se utilizan métodos cualitativos que se valen de juicios humanos acerca del futuro.

1.2 Clasificación general

Los riesgos pueden clasificarse como:

- De negocios: corre de manera voluntaria para crear ventajas competitivas.
- Estratégico: surge como resultado de cambios políticos y económicos; financiero, se deriva de la volatilidad en los mercados financieros.

1.3 Gestión

La toma de decisiones que coadyuvan a mitigar las consecuencias del riesgo se basa en la identificación, análisis y cuantificación de la probabilidad de pérdidas y efectos

CAPÍTULO 1
MARCO CONTEXTUAL: RIESGOS DEL SECTOR AGROPECUARIO

secundarios propiciados por desastres, así como la gestión del riesgo, entendido éste como el conocimiento de las acciones preventivas, correctivas y reductivas a implementar, las cuales son esenciales para el desarrollo de proyectos que conlleven a mejorar los resultados en términos de efectividad y eficiencia, al mismo tiempo que contribuyen a alcanzar las metas trazadas, prevenir sucesos indeseables y mejorar el proceso para la toma de decisiones (EIRD, s/f).

De acuerdo con Zitec Consultores (2016), las etapas de la gestión son: i) establecimiento del contexto, éste puede ser externo –entorno legal, tecnológico, competitivo, de mercado, cultural, social y económico-; ii) identificación del riesgo, determinación de sucesos que pueden afectar positiva o negativamente el cumplimiento de los objetivos planeados en los procesos y sistemas de gestión; iii) análisis del riesgo, valoración y toma de decisiones – se debe considerar las causas, fuentes, consecuencias, probabilidad de ocurrencia, controles actuales y eficacia del riesgo-; iv) valoración del riesgo, basado en los diferentes niveles de riesgo y su aceptación (bajo, se acepta; moderado, se busca reducirlo; alto, se evita y se busca compartirlo o transferirlo; extremo, se busca reducirlo, evitarlo, compartirlo o transferirlo); v) tratamiento del riesgo, establecer medidas y controles para mitigarlo o mantenerlo bajo control para que en algún punto se puedan convertir en riesgos de un nivel admisible.

Al concluir el proceso se le debe dar seguimiento y control a las acciones planeadas de forma periódica a fin de asegurar que el plan implementado sea eficaz y que el proceso de gestión de riesgos es el adecuado.

En el Sector Agropecuario la gestión de riesgos es fundamental para el desarrollo del mismo, dado que los productores agropecuarios se enfrentan a múltiples factores de amenaza y vulnerabilidad relacionados con: i) entorno macroeconómico, volatilidad de los precios internacionales y domésticos; ii) factores que afectan su productividad, rentabilidad y bienestar, incentivos o desincentivos de la gestión institucional, infraestructura, servicios sociales rurales, relaciones económicas y sociales; aspectos

climatológicas y biológicos, cambio climáticos, presencia de plagas, manifestación de enfermedades (Hatch, Núñez y Vila, 2015)

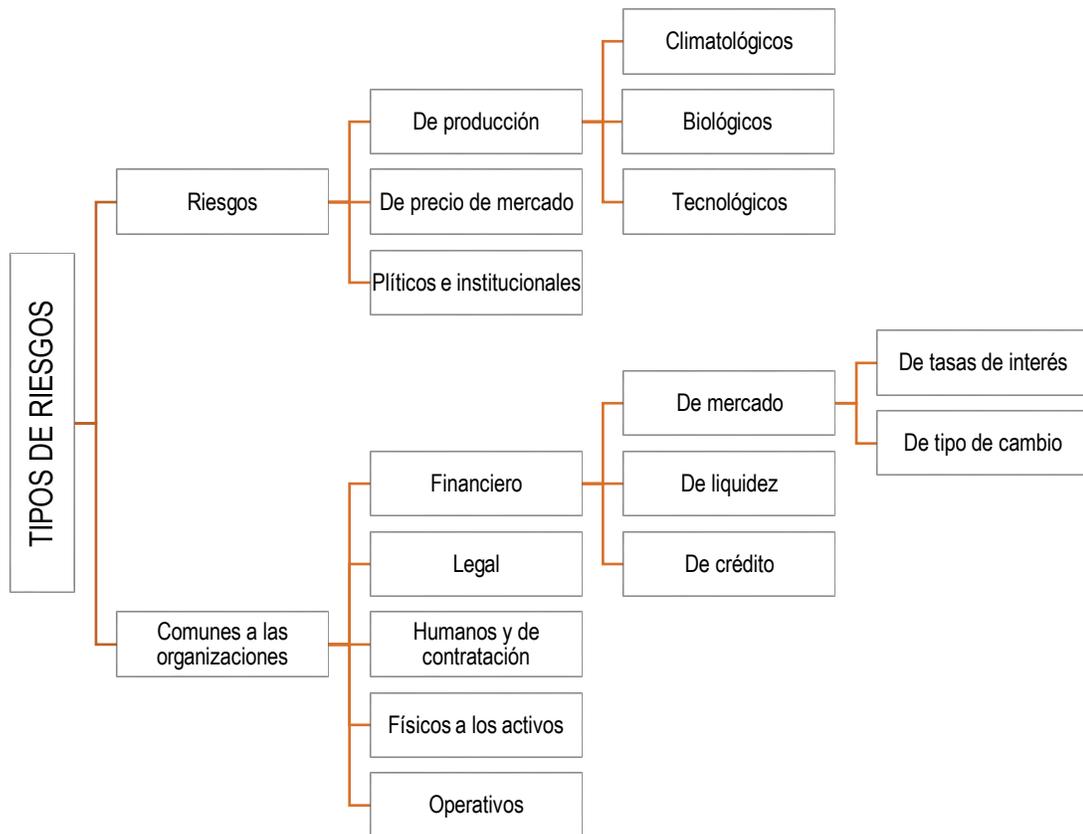
1.4 Tipos de riesgo

De acuerdo con Baquet (1997), los tipos de riesgos a los que se enfrentan los productores que desempeñan diferentes actividades económicas del Sector Agropecuario son de producción (climatológicos, biológicos y tecnológicos), comerciales, financieros, humanos, legales y políticos (véase Diagrama 1).

- Riesgos de producción. Pueden causar afectaciones en el rendimiento, producción y calidad de los productos; y, en consecuencia, sobre los ingresos esperados. Castro (1997) los clasifica en: climatológicos (sequías, ondas de calor, inundaciones, heladas, exceso de humedad, bajas temperaturas, granizo, ciclones, huracanes, tornados, trombas; biológicos); biológicos (enfermedades, plagas y depredadores); tecnológicos (introducción de nuevas variedades, líneas o razas agrícolas o pecuarias, implementación de nuevas técnicas de producción, uso de tecnologías obsoletas).
- Comercial. Depende de los precios de venta de los productos y del acceso a los canales de distribución y comercialización.
- Financiero. Probabilidad de no tener liquidez o capacidad de endeudamiento, resulta de una mala planeación financiera por parte de la empresa, cuando los acreedores no pagan o los ingresos son menores a los esperados.
- Humano. Son difíciles de identificar y medir dado que están relacionados con fallas humanas que afectan la actividad.
- Legal y político. Es resultado de los cambios político-económicos que alteran variables clave como tasas de interés, precios de divisas o del petróleo, etc. Los cambios en la legislación laboral, impositiva, sectorial o de otra índole, también pueden afectar al agronegocio.

CAPÍTULO 1
MARCO CONTEXTUAL: RIESGOS DEL SECTOR AGROPECUARIO

Diagrama 1.1. Tipos de riesgos en el Sector Agropecuario



Fuente. Elaboración propia con datos de AGROASEMEX S.A., (2015).

Ante riesgos o amenazas los agronegocios deben tomar decisiones encaminadas a maximizar las utilidades y disminuir la probabilidad de ocurrencia, aunque existen eventos biológicos y climáticos que se presentan de forma imprevista; o de tipo organizacional que inciden en la dinámica de la producción, comercialización y precios. Sumado a lo anterior, el acceso al financiamiento es limitado por lo que es complicado disponer de inversión pública o privada; y en consecuencia contar con seguros que protejan la producción (Núñez y Vila, 2014).

De acuerdo con Contreras (2016), la toma de decisiones debe centrarse en el uso óptimo de los recursos y abarcar las siguientes fases: iniciar con la identificación de problemáticas, observación o recolección de datos o hechos; identificación, evaluación y

CAPÍTULO 1
MARCO CONTEXTUAL: RIESGOS DEL SECTOR AGROPECUARIO

selección de alternativas; actuación según la selección; evaluación de los resultados; y además debe considerar aspectos cualitativos (apoyados de la intuición, experiencia, hechos y opiniones personales) y cuantitativos (investigación de operaciones, programación lineal y teoría de juegos).

Por su naturaleza, las decisiones pueden ser de tipo organizacional (involucradas con el desarrollo de planes de negocios) u operacional; y de acuerdo al Cuadro 1, pueden enfocarse en la producción, financiamiento, comercialización y personal.

Cuadro 1.1. Tipos decisiones para los principales aspectos administrativos

Producción	Finanzas	Comercialización	Personal
¿Qué, dónde y cuánto producir? ¿Cómo se combinarán los insumos para generar productos?	¿Compra o arrendamiento de la tierra, maquinaria o equipo? ¿Cuál fuente de financiamiento, en qué términos se obtendrán y cómo se utilizarán? ¿Cómo estructurar el capital? ¿Cuáles son los planes de seguros de familia, cosecha, ganado u otras propiedades; cuáles son los planes de pago? ¿Qué tipos de registros y sistemas	Cómo, dónde y cuándo comprar los insumos y vender los productos Cómo fijar los precios de venta	Cómo seleccionar el tipo y cantidad de mano de obra a utilizar Qué tipo de contrato debe utilizarse Cómo capacitar la mano de obra Cómo evaluar el desempeño Como negociar con sindicatos u otro tipo de asociaciones de personal

CAPÍTULO 1
MARCO CONTEXTUAL: RIESGOS DEL SECTOR AGROPECUARIO

	contables debe llevar en la empresa?		
--	--------------------------------------	--	--

Fuente. Elaboración propia con información de Contreras, (2016).

La gestión inicia en el momento en que se identifica la expectativa bajo la cual se va a tomar una decisión para enfrentar un riesgo, y se sirve para anticiparse a la ocurrencia de eventos adversos y en consecuencia aminorar sus efectos. De acuerdo con la CEPAL (2013) los riesgos y amenazas pueden ser:

- Naturales. Sismos, tsunamis, erupciones volcánicas, sequías, granizadas, lluvias intensas, inundaciones, avalanchas, desbordamientos de ríos, heladas, vientos fuertes, enfermedades y plagas.
- Socionaturales. Inundaciones, reducción de polinización, cambios en microclimas por deforestación de cuencas, degradación y pérdida de humedad del suelo por prácticas agrícolas inadecuadas, incendios por descuido, contaminación de fuentes de agua por insumos utilizados o deshechos.
- Tecnológicas. Maquinaria y equipo, técnicas de producción, manipulación de tecnología y desechos tóxicos, variedades de cultivos inadecuadas a las condiciones locales de producción, de mercado o sostenibilidad.
- Económico-financiero. Volatilidad de precios internacionales y domésticos de productos, insumos y tipo de cambio; variación de la demanda doméstica e internacional; aranceles o restricciones de mercado para los productos; liquidez insuficiente; pérdida de patrimonio y aumento de la tasa de interés.
- Antropogénicas en la misma unidad. Accidentes, enfermedades y muerte, daños a terceros, tenencia informal o tierras apropiadas por terceros, pérdidas y daños a tierras, cultivos, equipo, instalaciones y materias primas por robo.
- Antropogénicas en el contexto social, político e institucional. Cambios de políticas, leyes y regulaciones agrícolas y del uso de la tierra y agua; restricciones de importación de productos domésticos; disturbios, guerras, huelgas, delincuencia y debilidad del estado de derecho.

Una vez identificado el origen de la amenaza, Hatch, Núñez y Vila (2015) sugieren que se debe estimar la frecuencia (ocurrencia durante un período de tiempo dado) y severidad (grado de impacto en términos de su intensidad, área afectada o número de víctimas) a partir de registros históricos, información institucional y evidencia de la población. Los resultados de la evaluación pueden ser prospectivos (medidas implementadas para prevenir condiciones de vulnerabilidad o peligro) o correctivos (proceso para reducir la vulnerabilidad ya existente); y pueden contrarrestarse a través de la implementación de sistemas de riego, almacenamiento de agua, retención de humedad del suelo, diversificación de cultivos, etc.).

Bajo el criterio anterior, los Seguros Agropecuarios pueden ser considerados como medidas prospectivas, dado que el productor traslada parte de su riesgo a una empresa a cambio de una prima, resarciendo así las pérdidas ocasionadas por algún siniestro ocurrido en el bien asegurado. Una efectiva gestión del riesgo en este sector implica reducir los efectos no deseados de sucesos extremos, sin empeorar la productividad o los rendimientos.

En el Cuadro 2 se muestran las estrategias preventivas y correctivas que, de acuerdo con la CEPAL (2013), deben comprender los mecanismos endógenos de las unidades de producción y exógenos realizados por otros actores del contexto.

En las estrategias preventivas los mecanismos endógenos pueden ejecutarse en individual o colectivamente a través de técnicas de diversificación productiva, tecnologías de cultivo y mancomunación no formal de riesgos. Para la gestión de riesgos agropecuarios se deben combinar alternativas con diferentes rendimientos e ingresos probables a fin de no generar incertidumbre; y para productores rurales de subsistencia el objetivo principal puede ser la Seguridad Alimentaria propia, ya que ante su limitado capital de inversión buscarán abaratar el costo de los insumos comerciales o beneficiarse con programas de financiamiento público o de extensión agrícola (Hatch, Núñez y Vila, 2015).

CAPÍTULO 1
MARCO CONTEXTUAL: RIESGOS DEL SECTOR AGROPECUARIO

Cuadro 1.2. Estrategias de gestión de riesgos agropecuarios

		Mecanismos endógenos a las unidades productivas	Mecanismos exógenos	
			De mercado	Públicos
Estrategias preventivas	Unidad productiva	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar la exposición al riesgo - Diversificación e intercambio de cultivos - Diversificación de parcelas - Diversificación de las fuentes de ingreso - Acumulación de reservas de existencias de cultivos o activos líquidos - Adopción de técnicas avanzadas de cultivo (agroforestería, fertilización, irrigación, variedades resistentes) 	-	<ul style="list-style-type: none"> - Extensión agrícola - Sistema de gestión de plagas - Infraestructura con medidas estructurales y no estructurales para la reducción de riesgos de desastres (camino, presas, sistemas de irrigación) - Sistemas de información y alertas tempranas para pronósticos de corto, mediano y largo plazo
	Colectivo	<ul style="list-style-type: none"> - Cultivo compartido 	-	<ul style="list-style-type: none"> - Programas de apoyo a microfinancieras facilitando el acceso al crédito, depósitos, garantías y seguros

CAPÍTULO 1
MARCO CONTEXTUAL: RIESGOS DEL SECTOR AGROPECUARIO

Estrategias correctivas	Lidiando con los efectos	- Mancomunidad informal de riesgos	- Contratos de futuros	
		- Venta de activos	- Seguros	
		- Reasignación de la fuerza de trabajo	- Créditos	- Asistencia social
		- Ayuda mutua		- Transferencia de efectivo

Fuente. Elaboración propia con información obtenida de la CEPAL, 2013.

CAPÍTULO 1
MARCO CONTEXTUAL: RIESGOS DEL SECTOR AGROPECUARIO

Los mecanismos exógenos del mercado y del sector público incluyen seguros agropecuarios, programas de capacitación y extensión agrícola, construcción de infraestructura, sistemas de información y alerta temprana, y servicios financieros (incluyendo las micro pymes). Por lo anterior, las estrategias correctivas de las unidades productivas se pueden basar en la venta de activos, en la búsqueda de empleo (por parte del productor o de uno de sus familiares) fuera del sector, en la oferta y otorgamiento de créditos; en la asistencia técnica por parte del sector público asistencia y la utilización de fondos de emergencia para mitigar los efectos de los desastres ya ocurridos (Hatch, Núñez y Vila, 2015).

CONCLUSIÓN CAPITULAR

El riesgo es el factor más importante dentro de los seguros, esto se debe a que el hecho de estar expuesto al riesgo es lo que provoca las pérdidas parciales o permanentes de nuestro patrimonio. De aquí nace la necesidad de crear herramientas para gestionar el riesgo y mitigar sus consecuencias.

Existen diversas estrategias para mitigar el riesgo, pueden ser medidas preventivas o correctivas; en las medidas preventivas se encuentra la adquisición de instrumentos financieros que puedan resarcir los daños ante la ocurrencia de algún evento adverso, o también aplicar medidas preventivas para proteger el patrimonio. Las estrategias correctivas son medidas que se toman después de haber ocurrido el evento que nos afectó.

Todos estamos expuestos al riesgo, pero no a todos nos afecta de la misma manera, esto depende de las medidas que tomemos y de la aversión que tengamos al mismo; si somos personas adictas al riesgo vamos a exponernos más, en cambio sí somos adversos al riesgo vamos a formar estrategias para prevenir el riesgo o vamos a tomar bienes o servicios que no estén tan expuestos al riesgo.

La gestión del riesgo tiene varios pasos que es preciso seguir, es importante saber en qué contexto estamos ubicados, identificar los riesgos a los que estamos expuestos,

CAPÍTULO 1
MARCO CONTEXTUAL: RIESGOS DEL SECTOR AGROPECUARIO

valorarlos, y tomar medidas para prevenirlo. Una vez que se llevan a cabo estas etapas se debe dar seguimiento a la estrategia implementada y, si es necesario, mejorarla.

El sector agropecuario está expuesto a diversos tipos de riesgo, se puede perder la producción, bajar los precios de los productos, no tener liquidez suficiente para hacer frente a las obligaciones financieras, fallas humanas y cambios políticos que pueden derivar también en fallas en la producción o cambios en los precios u otras consecuencias. Para mitigar estos riesgos se aplican medidas que maximizan la utilidad y disminuyen la probabilidad de ocurrencia, sin embargo, el sector agropecuario está expuesto a eventos de tipo climatológico y biológico que no se pueden prevenir, por lo tanto, es importante contar con un instrumento que proteja la producción.

CAPÍTULO 2. MARCO CONTEXTUAL: SEGUROS AGROPECUARIOS

En el presente capítulo se expone de manera general el marco contextual sobre Seguros Agropecuarios, partiendo de los antecedentes de las aseguradoras que propiciaron el surgimiento de la Ley del Seguro Agrícola Integral y Ganadero, de la Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera (ANAGSA) y de AGROASEMEX.

2.1 Antecedentes

De acuerdo con Zayas (2010), en México el concepto de seguro tuvo su origen en la época prehispánica, específicamente durante el período de la cultura azteca, la cual se caracterizó por otorgarles casa y sustento a guerreros notables que resultarán incapacitados durante la guerra.

Para la época colonial, el mercado de los granos se estabilizaba a través de un sistema conocido como “pósitos”, el cual consistía en otorgar una aportación económica a sus integrantes a fin de asegurar la disponibilidad de crédito y abasto de granos ante una contingencia: se acaparaban y almacenaban cereales obtenidos en buenas cosechas para venderlos a precios justos en épocas de escasez o hacer préstamos a bajos intereses. Otro sistema de aseguramiento que surgió en esta época fue el de las “Cajas de Comunidades”, basado en el depósito de fondos en el Banco de San Carlos, los que eran destinados para cubrir las demandas de los indígenas por enfermedad o pérdida de la cosecha. En 1820 desapareció este banco y con él las cajas.

Para 1864, durante la época del México Independiente surge en la Ciudad de México el Código Lares, en éste se establecieron las funciones de inspección y vigilancia que podría desempeñar un funcionario autorizado por el gobierno para poder otorgar contratos de seguros en la figura de agentes consulares.

En 1865 surgieron diversas aseguradoras con cobertura de vida e incendios, habiendo sido las más destacadas La previsora, Compañía de seguros contra incendios; La bienhechora, Compañía de seguros mutuos sobre vida; El porvenir, Compañía de seguros sobre la vida; y La mexicana, Compañía de seguros mutuos contra incendio

(Villareal, 2015). También se creó la figura del interventor nombrado por la “Autoridad Suprema”, quien desempeñaba funciones de inspección y vigilancia para el cumplimiento de los estatutos de las aseguradoras y recibía un sueldo de 2 mil pesos pagados por las aseguradoras.

En 1892 se promulgó la primera ley sobre compañías de seguros en México con el fin de regular la actividad aseguradora implementada en el siglo XIX para coberturas de incendio y vida; surgiendo con ello las aseguradoras La Mexicana, Compañía General de Seguros Anglomexicana S.A.; La Fraternal; La Nacional; La Latinoamericana; y La Compañía de seguros Veracruzana (Zayas, 2010). Para octubre de 1904 se creó el departamento de Inspección General de Instituciones de Crédito y Compañías de Seguros; y, en 1910 se promulgó la Ley Relativa a la Organización de las Compañías de Seguros sobre vida, dando personalidad jurídica al Departamento Especial de Seguros a fin de vigilar el cumplimiento por parte de las compañías de seguros de los preceptos de la Ley recién promulgada.

En el proyecto de la Constitución Política del Presidente Venustiano Carranza de 1916, se abordó la responsabilidad de los empresarios ante la ocurrencia de accidentes de sus trabajadores y la conveniencia de otorgar un seguro de resguardo por enfermedad y vejez; no obstante, fue hasta 1921 cuando el Presidente Alvaro Obregón promovió el proyecto de la Ley del Seguro Social, promulgada hasta el período presidencia del Manuel Avila Camacho (1940-1946).

Para 1926 se promulgó la Ley General de Sociedades de Seguros, la cual tenía por objetivo regular la organización y funcionamiento de las compañías aseguradoras con cobertura para seguros de vida, accidentes, enfermedades, incendio, riesgos marítimos y de transporte.

En 1931 el Presidente Pascual Ortiz Rubio promulgó un decreto que modificó esta ley, planteando como nueva disposición que en la administración y capital social de las aseguradoras intervendrían mayoritariamente mexicanos; mientras que la Secretaría de la Industria, Comercio y Trabajo aprobaron los modelos de póliza, tarifas de primas y

papelería a utilizar por las instituciones de seguros con la figura de S.A. y sociedades mutualistas de seguros (Zayas, 2010)

2.2 Surgimiento de los Seguros Agropecuarios

Durante los períodos referidos no se registraron indicios de Seguros Agropecuarios; sin embargo, los relacionados a materia de vida e incendios sentaron las bases para estructurar un modelo para la protección del Sector Agropecuario (véase Cuadro 2.1). Las instituciones de crédito de carácter gubernamental y privadas encontraron en las pólizas de Seguro Agrícola un instrumento para mejorar la recuperación de sus carteras ante eventos naturales catastróficos que afectarán esa rama económica (Villareal, 2015).

No todas las aseguradoras que surgieron entre 1926-1956 tuvieron éxito para seguir operando, en 1962 finalizó sus actividades el Consorcio Mexicano del Seguro Agrícola Integral y Ganadero S.A. de C.V., propiciando con ello que de 1963 a 1988 el aseguramiento agropecuario lo realizará únicamente el Estado.

Los eventos sistémicos son elementales para estructurar las primas y diseñar las coberturas de las aseguradoras, las cuales estiman los montos que deben recaudar para enfrentar cualquier siniestro. La estimación de los montos se basa en la frecuencia o magnitud del daño a cubrir; la Ley de Grandes Números (mayor cantidad de asegurados mayor será la dispersión del riesgo y la capacidad para resarcir los daños); Principio de Mutualidad (las aportaciones de los agentes asegurados cubrirán las pérdidas de algunos de ellos (Vila y Núñez, 2014).

CAPÍTULO 2. | MARCO CONTEXTUAL: SEGUROS AGROPECUARIOS

Cuadro 2.1 Seguros Agropecuarios que operaron durante 1926-1940

Año/período	Seguro	Características
1926-1931	Ley de Crédito Agrícola	- Se estableció por primera vez la posibilidad de operar Seguros Agrícolas por medio de sociedades locales cooperativas con fondos de previsión
1935	Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros	- Emitida por el General Lázaro Cárdenas del Río en el Diario Oficial de la Federación - Tiene cobertura para el Seguro General y Agropecuario, aunque el Seguro Agrícola y de Animales quedó inscrito como un ramo más dentro de las operaciones de los seguros de daños.
1940	Esquema de financiamiento para el campo	- Operado a través del Banco a través del otorgamiento de dos vías, el Crédito Ejidal para otorgar financiamiento a ejidatarios y del Crédito Agrícola para financiar a pequeños propietarios.
	Banco de Crédito Ejidal y Agrícola	-Se implementó por el Gobierno Federal con el objetivo de otorgar financiamiento a ejidatarios y a pequeños propietarios. - Fue el pionero en realizar estudios para implementar un seguro contra granizo.
1942	Fondo de Previsión de Riesgos Agrícolas y Mutualidad de Seguros Agropecuarios de la Laguna	- Se encargaba de proteger contra riesgos por: granizo y helada para trigo y algodón, muerte de ganado a través del Seguro Ganadero, accidentes de trabajo rural y aseguramiento de camiones de los ejidos. - Todas las operaciones eran vigiladas por el Departamento Especial de Seguros.

CAPÍTULO 2. | MARCO CONTEXTUAL: SEGUROS AGROPECUARIOS

1946	Comisión Nacional de Seguros	<ul style="list-style-type: none"> - Su objetivo era vigilar las compañías de seguros en Nombre de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). - La vigilancia se regía por el principio mutualista que consistía en repartir entre los agricultores las pérdidas que sufrían algunos de sus miembros. - Generó una importante experiencia financiera que sentó las bases para el surgimiento de diferentes aseguradoras privadas en 1950.
1950	Aseguradora Mexicana S.A., El Mundo, La Azteca, Orientes de México, y Seguros del Centro	Consideraron al Seguro Agropecuario como una opción rentable de negocio, enfocada exclusivamente en la cobertura de protección contra granizo.
1953	Fondo Nacional de Garantía Agrícola	<ul style="list-style-type: none"> - Implementado por el Gobierno Federal para estimular los recursos financieros a la Agricultura. - Garantizaba la recuperación parcial de créditos en los casos de afectaciones por granizo, inundaciones y daños por plagas ocurridas en unidades de producción que no hubiesen contrato un seguro con las aseguradoras
	Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros	- A través de las Organizaciones Auxiliares de Seguros, se dio sustento a los operadores del Seguro Agropecuario y se permitió la Asociación de Aseguradoras.

CAPÍTULO 2. | MARCO CONTEXTUAL: SEGUROS AGROPECUARIOS

	Oficina de Estudios del Seguro Agrícola	- Su objetivo era extender la protección del aseguramiento a más regiones del país y así descargar la presión que ejercían los siniestros sobre las Finanzas Públicas.
1954	Comisión para el Estudio de Planeación del Seguro Agrícola Integral	- Facilitó la creación del Consorcio Mexicano del Seguro Agrícola Integral y Ganadero S.A. de C.V., el cual estaba conformado por 9 aseguradoras privadas y 2 de mutualidades agrícolas. Las empresas asociadas tenían la facultada para practicar la actividad aseguradora agropecuaria acorde con las reglas de la SHCP y de la Comisión Nacional de Seguros
1956	Federación de Sociedades Mutualistas del Seguro Agrícola y Ganadero	- Se conformó con 200 mil agricultores y tenía por objetivo proteger 30 cultivos. - Tenía por objetivo unificar la política de operación del seguro, estudios técnicos y jurídicos, exención de impuestos, dirección técnica administrativa y actuarial. - Aseguraba anualmente 1.6 millones de hectáreas (mdh) de los estados de Sinaloa, Jalisco, Michoacán, Durango y Chiapas.

Fuente. Elaboración propia con información obtenida de Villareal (2015), Zayas (2010).

2.3 Tipos de Seguros Agropecuarios

De acuerdo con Núñez y Vila (2014), en la actualidad se ofertan dos tipos de seguros: comerciales y catastróficos.

2.3.1 Seguros comerciales

Son pólizas que contratan los productores de mediano o alto potencial productivo a través de una compañía privada o fondo de aseguramiento, participan cuatro compañías privadas y 426 fondos de aseguramiento, AGROASEMEX participa como reasegurador por lo que es el organismo encargado de realizar la operación.

El gobierno apoya subsidiando un porcentaje de la prima acorde al tipo de cultivo y región del país. De acuerdo con las reglas de operación del Programa de Subsidio a la prima del Seguro Agropecuario, en 2015 los porcentajes a nivel regional fueron: región 1 (Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán), 60%; región 2 (Aguascalientes, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas), 45%; región 3 (Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Jalisco, Nayarit, Nuevo León y Tamaulipas), 40%; Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora), 35% (Villareal, 2015).

Este tipo de seguros cubrió los siguientes cultivos básicos: ajonjolí, algodón, arroz, avena, cacahuate, cártamo, cebada, frijol, garbanzo, haba, lenteja, maíz, sorgo, soya y trigo. Para los cultivos que no existían restricciones de aseguramiento se aplicó un subsidio del 35% de la prima.

Dentro de esta clasificación se ofrecen los seguros de inversiones, a la cosecha y por planta viva.

Seguro de inversiones

Es el de mayor difusión y operación. Consiste en proteger las inversiones que el productor realiza en su unidad de producción durante el ciclo agrícola, desde la preparación de la

tierra hasta la cosecha, por lo que la suma asegurada es de menor cuantía que el de la cosecha por obtener. Dentro de esta clasificación entran los siguientes seguros:

- De granizo. Es el más usual, cubre la pérdida de producción ocasionada por la caída de granizo, previo pacto de los kg (ó qq/ha) que se desean cubrir y el precio de los mismos, quedando así determinada la suma asegurada. El monto de prima a pagar está en función de estos parámetros multiplicados por la tasa de prima correspondiente. En caso de siniestro se paga una porción de la suma asegurada equivalente al porcentaje de daño que sufrió el cultivo: si por granizada se perdió el 45% de los cultivos asegurados (según revisión del perito tasador), la indemnización será por el 45% de la suma asegurada.
- De granizo, viento y/o helada: Es una variante del primero, dado que se le añade el riesgo contra viento y/o helada.
- Multirriesgo Agrícola. Tiene por objetivo cubrir al asegurado contra todos los riesgos climatológicos (y eventualmente biológicos) a los que están expuestas sus unidades de producción agrícola; la suma asegurada varía acorde a lo que se pacte entre la aseguradora y el tomador; además, presenta distintas modalidades y variantes de cobertura que son ofrecidas en la actualidad por las principales aseguradoras dedicadas al ramo agrícola.

Seguro a la cosecha

Protege el valor total de la cosecha esperada por el productor de acuerdo a su propia estadística, la suma asegurada es el valor esperado de su cosecha con base en el precio pactado del producto y su rendimiento.

Seguro por planta viva

Protege el valor que el cultivo tenga al momento de ocurrir el siniestro; siempre y hay pérdida total de la unidad asegurada o parcial bajo condiciones especiales.

2.3.2 Seguros catastróficos

Esta cobertura surgió en 2003 como un instrumento de administración de riesgos para los estados y la Federación. Su objetivo es fortalecer los programas de apoyos otorgados a las actividades agropecuarias realizadas en zonas de mayor vulnerabilidad que no

cuentan con un seguro comercial y que son afectadas por eventos catastróficos. Cubre riesgos meteorológicos y garantiza niveles de rendimiento determinados a partir de estadísticas de producción registradas por SAGARPA. La unidad de riesgo la constituye el ejido, núcleo agrario o localidad.

Su operación se basa en las reglas de operación del Componente de Atención a Desastres Naturales en el Sector Agropecuario y Pesquero (CADENA), en el cual participan tres compañías privadas y AGROASEMEX. Las características principales de este esquema son: masivos, para eventos catastróficos, bajos costos de operación, transferencia de los mercados internacionales.

De acuerdo con Villareal (2015), el Gobierno Federal y los estatales eran los encargados de contratar el seguro y cubrir el costo de la prima de las unidades elegibles de cada municipio. En 2013, AGROASEMEX otorgó cobertura a 31 entidades, 1453 municipios y 10,800 ejidos, núcleos agrarios o localidades. El 65% de la superficie asegurada fue de temporal. Para 2014, las compañías privadas habían incursionado con los esquemas de protección de seguros indexados. En 2014 CADENA aseguraba hasta 20 ha por productor de cultivos cíclicos (\$1.500.00, temporal; \$2,500, riego).

Dentro de esta clasificación se ofrece el seguro paramétrico, agrícola con evaluación en el campo, de vida, de daños y multicultivo.

Seguro catastrófico paramétrico

Se basa en los requerimientos de agua y temperatura que un cultivo requiere para alcanzar el máximo rendimiento, por lo que es importante conocer la disponibilidad de agua procedente de la precipitación pluvial y del almacenamiento en presas o mantos acuíferos. Durante la vigencia del seguro estaciones meteorológicas registran la precipitación pluvial y temperaturas diarias para detectar el momento en que la precipitación acumulada requerida en cada etapa por el cultivo es inferior a la protegida e identificar temperaturas inferiores a las toleradas por el cultivo; en estos casos, la aseguradora deberá cubrir la indemnización total.

Seguro agrícola catastrófico con evaluación en el campo

Garantiza un rendimiento promedio ponderado por cultivo, modalidad, ciclo y municipio. La valoración de los daños se efectúa a través de inspecciones físicas y muestreos en las unidades de riesgo. El siniestro ocurre cuando el cultivo pierde la capacidad productiva o su rendimiento resulta inferior al promedio protegido; indemnizándose en este caso la suma por el total de la superficie asegurada. Este seguro complementa el mercado de coberturas comerciales y atiende demandas específicas, aunque cada compañía y fondo ofrece distintos tipos de seguros.

Seguro multicultivo

Cubre riesgos por exceso de humedad, granizo, heladas, bajas temperaturas, huracanes, ciclones, tornados, trombas, inundaciones, sequías y deslaves. Abarca el Seguro de Daños para Agostaderos con Imágenes de Satélite (cubre la disminución en la productividad de biomasa vegetal en la Unidad de Riesgo, estimada a través de índices productivos).

En el Cuadro 2.2, se presenta una caracterización de diferentes seguros que operan actualmente para el Sector Agropecuario.

CAPÍTULO 2. | MARCO CONTEXTUAL: SEGUROS AGROPECUARIOS

Cuadro 2.2 Caracterización de los diferentes tipos de seguros agrícolas y pecuarios

Seguro	Características
Agropecuario	Protege a los animales contra el riesgo de muerte ocasionada por accidentes y enfermedades o sacrificio forzoso. En el caso de los animales de trabajo también se protege ante incapacidad física.
De radiación	La cobertura básica ofrece indemnización por los siguientes riesgos: muerte del animal por accidentes, enfermedad y/o sacrificio forzado. Ofrece una cobertura adicional por robo de ganado.
Robo de ganado	Cubre la pérdida de animales asegurados que fueron sustraídos por personas sin derecho o consentimiento de los socios, utilizando fuerza física, amago o amenaza, causándoles un daño presente o inmediato a los animales e intimidación al propietario o encargado de estos.
En adaptación	Cubre animales contra riesgo de muerte por accidente, enfermedad o sacrificio forzoso en su nuevo hábitat a partir de su llegada procedente de otra unidad productiva del territorio nacional o extranjero. Se debe respetar el plazo que establece la Constancia.
Estancia temporal	Cubre animales que corren el riesgo de muerte por accidente, enfermedad o sacrificio forzoso durante su permanencia temporal en ferias, exposiciones, subastas, concursos, corrales de acopio o estaciones cuarentenarias.
Accidentes	Cubre muerte o sacrificio forzoso de animales por accidente que ocurran dentro de las 72 horas siguientes a la ocurrencia del evento. En el caso de las abejas se considera la fuga el enjambre.

..... Continua

CAPÍTULO 2. | MARCO CONTEXTUAL: SEGUROS AGROPECUARIOS

Enfermedades específicas	Cubre animales en zonas libres de: influenza aviar notificable, Newcastle en su presentación velogénica, salmonelosis aviar, fiebre porcina clásica, Aujeszky; así como animales sanos expuestos al brote conforme a lo que determine la Autoridad de Salud animal.
Tuberculosis bovina	Cubre el sacrificio sanitario de animales contagiados en campo, previas las pruebas de tuberculización cervical comparativa o simple realizadas por el Médico Veterinario Oficial o Aprobado. También cubre a bovinos que entran a rastro como matanza regular y que durante la inspección física se les detectan lesiones sugestivas a Tuberculosis, las cuales son confirmadas mediante pruebas histopatológicas, bacteriológicas o de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) que se aplican a los bovinos sacrificados.
Enfermedades exóticas	Muerte por enfermedad exótica confirmada por la Secretaria de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
Por transporte	Cubre animales contra el riesgo de muerte por accidente, enfermedad y/o sacrificio forzoso, y accidentes por riesgos ordinarios de tránsito durante el transporte. Esta cobertura comprende el embarque en la zona de producción, el transporte y el desembarque del ganado en el lugar de destino. Algunas coberturas adicionales son: robo total con violencia, extravío o robo como consecuencia de un accidente de tránsito
Apícola	Cubre el valor de la colmena y su colonia contra daños totales o parciales provocados por riesgos expresos y específicos: fenómenos meteorológicos (heladas, granizo, inundaciones, incendios,

CAPÍTULO 2. | MARCO CONTEXTUAL: SEGUROS AGROPECUARIOS

	huracanes, ciclones, trombas, ondas cálidas, terremotos y erupciones volcánicas), accidentes provocados por vehículos motorizados.
--	--

Fuente. Elaboración propia con información reportada por AGROASEMEX (2007).

2.3.3 Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera

En 1961, el presidente Adolfo López Mateos promulgó la Ley de Seguro Agrícola Integral y Ganadero (LSAIG); y dos años después, se creó la Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera S.A. (ANAGSA) por acuerdo del Ejecutivo y Federal con el objetivo de ratificar los seguros agrícolas, ganadero, conexo a la actividad agropecuaria y de vida campesina. El primero extendió su cobertura al esquema agrícola multi-riesgo que abarcaba sequía, exceso de humedad, helada, bajas temperaturas, plagas, depredadores y enfermedades; y en el ganadero las coberturas se ampliaron a muerte por enfermedad o accidente y pérdida de la función específica (Villareal, 2015).

En 1970, se crea la Comisión Nacional Bancaria y de Seguros y un año después de le permitió a la ANAGSA ampliar sus operaciones al ramo vida en la modalidad del seguro de vida para el campesino. La LSAIG obligaba a la ANAGSA a aceptar todas las solicitudes provenientes de acreditados de la Banca de Desarrollo, afectando los resultados financieros (Zayas, 2010). De 1961 a 1990 los Seguros Agrícolas operaban bajo el régimen obligatorio considerando las inversiones como unidad de riesgo; sin embargo, de acuerdo con el Cuadro 2.2, existieron significativas diferencias de operación entre los periodos 1961-1980 y 1981-1990.

La participación de las aseguradoras privadas fue poco significativa dado que éstas consideraban que la inversión en este sector era poco rentable; como consecuencia, la ANAGSA se monopolizó y, en 1980, se promulgó la Ley del Seguro Agropecuario y de Vida del Campesino: se amplió la suma asegurada en un 100% el valor de la producción esperada; se incluyeron como indemnizables los intereses de crédito, la asistencia técnica y la prima de aseguramiento; se aceptó el riesgo con la simple presentación de la solicitud en cualquier cultivo, zona dinámica y nivel de siniestralidad. Para 1987, el nivel de aseguramiento subió a 7.3 mdh, de las cuales el 75% correspondía a zonas de temporal de alta siniestralidad (Villareal, 2015).

Más del 25% de la superficie nacional sembrada se aseguró bajo la cobertura multi-riesgo, propiciando con ello bajos rendimientos y una siniestralidad del 111%, registrada en 1985.

Cuadro 2.3 Formas de operación de los Seguros Agrícolas, 1961-1990

Aspecto	1961 – 1980	1981 – 1990
Unidad asegurable	Predio	Hectárea
Aceptación del riesgo	A partir del arraigo o nacencia del cultivo, previa verificación en campo.	Con la solicitud de aseguramiento.
Cobertura de riesgos	Un paquete de 8 riesgos, 7 climatológicos y 1 de biológicos.	Un paquete de 16 riesgos, incluyendo los de no nacencia, baja población, imposibilidad de realizar la siembra y otras causas no imputables al productor.
Suma asegurada	50, 60 y 70 por ciento del valor de la producción esperada	Costo del paquete tecnológico y hasta el 100% del valor de la producción, incluyendo la prima y los intereses del financiamiento.

Fuente: Elaboración propia con información reportada por Zayas (2010).

2.3.4 AGROASEMEX

A fin de no desproteger al Sector Agropecuario, en 1990 se liquidó ANAGSA para dar pie a la creación de AGROASEMEX, organismo que tenía por objetivo realizar las mismas funciones del extinto, con base a la Ley 16 sobre el Contrato de Seguro y en la LGISMS (Zayas, 2010). De 1990 a 2001, otorgó el aseguramiento directo a los productores, promovió la creación de fondos de aseguramiento y estimuló la incursión de empresas privadas al sector. Sumado a lo anterior, este organismo tenía por objetivos: diseñar y desarrollar nuevos esquemas y productos de aseguramiento; atraer apoyo y cobertura del reaseguro internacional; desarrollar una fuerza de venta especializada en seguro agropecuario.

En 2002, AGROASEMEX dejó de funcionar como aseguradora directa e inició sus operaciones como reaseguradora e institución de fomento al aseguramiento del medio rural; surgiendo así el Sistema Nacional de Aseguramiento al Medio Rural (SNAMR):

otorgó un subsidio a la prima del 30% diferenciado por tipo de cultivo y región del país. El descuento se hace al momento de pagar el monto total de su prima y AGROASEMEX canaliza el subsidio, haciéndole llegar a las aseguradoras privadas y Fondos de Aseguramiento la parte de prima que no es cubierta por el asegurado y que se carga al Gobierno Federal (Zayas, 2010).

De manera general, esta aseguradora tiene cobertura para seguros de vida (cobertura de saldo deudor, de últimos gastos y ahorro, gastos de sepelio y enfermedades graves, anticipo de suma asegurada) contra daños (de transporte terrestre y marítimo –cubre insumos y productos agropecuarios, maquinaria y equipo, semovientes).

2.4 Capacidad operativa de los Seguros Agropecuarios

Hatch *et al.* (2012), refiere que para el aseguramiento agropecuario la cooperación entre empresas públicas y privadas facilita la ejecución de sistemas de coberturas eficientes y adecuados para cubrir las necesidades de este sector; empero, los primeros son costosos y demandan muchos requisitos, por lo que los productores no gestionan el aseguramiento del riesgo bajo esta modalidad, aunque, ante siniestros de alto impacto, el Estado se encarga de resarcir todos los daños.

De acuerdo con este autor, una buena opción para los productores son los seguros público-privados adaptados a la cobertura de este sector: implican bajo costo fiscal y presupuestado, otorgan estabilidad a través del Sector Público y se basa en conocimientos que sobre riesgos tiene el Sector Privado, el cual se encarga de compartirlos y asumirlos con el Estado. La estructuración de este tipo de seguros también se da a partir de información meteorológica, imágenes satelitales, fenología de los cultivos, superficie sembrada, siniestrada y cosechada, uso de los recursos naturales, costos y resultados económicos, entre otros.

Después de generar la información se estructuran modelos para diseñar las coberturas; y, con el objetivo de contar con un sistema integral se incorpora el tipo de producción, especies, variedades, superficie, tipo, gravedad y posibles fechas de ocurrencia del riesgo. Una vez estimadas las coberturas y primas del seguro, el proceso asegurador comprende las siguientes fases: i) decisión de los agricultores para contratar un seguro

y pago de una prima a la aseguradora que asumirá el riesgo; ii) compromiso de la aseguradora para indemnizar al contratante en caso de siniestro y con base a las condiciones establecidas la póliza, iii) ceder parte del riesgo asumido al reasegurado para dar cobertura a los excesos de siniestralidad, iv) indemnizar el daño previa verificación del siniestro. Para estimar y otorgar la indemnización las aseguradoras también se basan en aspectos macro y microeconómicos, y sociopolíticos (Hatch et al., 2012).

De acuerdo con Núñez y Vila (2014), el contrato de un seguro le otorga a los productores una gran ventaja, dado que a través de este pueden acceder a otro tipo de financiamientos que pudieran destinar para introducir nuevas tecnologías y mitigar los riesgos a los que están expuestos. No obstante, para los pequeños productores (principalmente de maíz y frijol), la contratación de un seguro no es una buena alternativa, dado que son los más vulnerables a la siniestralidad como consecuencia de eventos sistémicos; y sus recursos económicos son limitados para contratar este tipo de seguros.

La dispersión espacial de estos productores dificulta la difusión de programas de capacitación para la prevención de eventos dañosos e incrementa los costos de operación. No obstante, en el Sector Agropecuario únicamente 14 aseguradoras cuentan con la autorización de la Comisión Nacional de Seguros y Finanzas para operar: sin emisión, 6; operación marginal, 4; empresas privadas, 3; y AGROASEMEX. Esta oferta de seguros se complementa con 455 Fondos de Aseguramiento (FA) el promedio anual de ha aseguradas por seguros comerciales o tradicionales multi-riesgos es de 2.1 millones ha, cuya capacidad productiva es mediana o alta.

Particularmente los FA cubren el 64% de la superficie agrícola asegurada y el 88% del ganado asegurado, éste último demandado por las asociaciones locales y regionales de ganado y, operado a través de la Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (CNOG). En ambos casos, el Gobierno Federal se ha dado a la tarea de complementar el costo de seguro mediante el Programa de Subsidio a la Prima del Seguro Agropecuario (SPSA), el cual es ejecutado por AGROASEMEX con recursos asignados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y con base al Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF), el cual anualmente es aprobado por el Congreso de la Unión (Núñez y Vila, 2014).

Uno de los objetivos del SPSA es ampliar la cobertura de los SA, implementando las siguientes acciones: reducir el costo de las primas de los seguros agropecuarios, impulsar el desarrollo de mecanismos de prevención y protección de riesgos a nivel nacional; facilitar el acceso al financiamiento agropecuario.

2.4.1 Proceso operativo

De acuerdo con Núñez y Vila (2014), una vez registrada la prima de subsidio ante AGROASEMEX, el asegurador envía una relación de las pólizas en las que consta que el importe con cargo al productor fue cubierto durante el mes anterior y, una vez habiendo revisado el cumplimiento de los criterios de elegibilidad, esta instancia tramita una transferencia bancaria a nombre de la aseguradora, la cual complementa el importe total de la prima del riesgo tomado.

El subsidio a la prima se otorga con criterios diferenciados por el tipo de bien y la ubicación geográfica. Para operaciones agrícolas se maneja una tasa del 35, 40 y 60 por ciento del costo del seguro, y se apoya más a las regiones con menos desarrollo (sursureste) y a los productores de cultivos básicos. Por otro lado, para el ganado, el subsidio es del 20, 30 y 50 por ciento, dependiendo de la especie, tamaño del hato y finalidad zootécnica.

Los seguros catastróficos se ofertan a través de las aseguradoras comerciales y AGROASEMEX; empero, la parte operativa la realiza el CADENA. Estos seguros son adquiridos por los gobiernos federal y estatal o por los ganaderos a través de las organizaciones sin importa la ubicación y sin tener que pactar con el propietario o usufructuario de la superficie o propiedad.

Es importante destacar que el CADENA pertenece al Programa de Prevención y Manejo de Riesgos, por lo que en las Reglas de Operación de los Programas de SAGARPA se especificó que el principal objetivo de dicho programa era contribuir al Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018, lo cual ha logrado a través del impulso de la Gestión Integral del Riesgo; de la promoción de estudios y mecanismos tendientes a la transferencia de riesgos; del diseño y establecimiento de mecanismos integrales de aseguramiento frente

a riesgos climáticos y de mercado que comprendan los eslabones de la cadenas de valor; y fomentando la inclusión financiera y gestión eficiente de riesgos. Gracias a lo anterior, el CADENA ha generado información confiable en materia de la cantidad de seguros otorgados a nivel nacional y de las indemnizaciones otorgadas (Núñez y Vila, 2014).

La estructura operativa de esta institución ha coadyuvado a integrar un patrón de información precisa de los beneficiarios que se encuentra registrada en un Atlas de Riesgo para el Sector Agropecuario. Sumado a esto, ha incentivado a las aseguradoras adquirir mayores conocimientos sobre la evaluación de los riesgos catastróficos y sobre el diseño de seguros apegados a las necesidades de cobertura de este sector.

La regla de operación de este programa se enfocó en productores que deseen asegurar un monto adicional por ha bajo un esquema catastrófico por desastres naturales y a los que no cuenten con ningún tipo de seguro pero que se vean afectados por fenómenos hidro-meteorológicos o geológicos. En ambos casos, la probabilidad de ocurrencia será determinada por SAGARPA, el INIFAP o alguna institución educativa o de investigación de la entidad (Núñez y Vila, 2014).

La estructura operativa de los seguros referidos también consideró las necesidades detectadas de los productores de bajos ingresos: i) agrícolas, hasta 20 ha de cultivos anuales de temporal y riego, plantaciones de frutales perennes, hasta 10 ha de café o nopal; ii) pecuarios, hatos ganaderos de hasta 60 Unidades Animal (uno a uno bovinos o equinos, seis caprinos, cuatro porcinos, cien aves, cinco colmenas); iii) pesqueros, embarcaciones menores a 10.5 m de eslora inscritos en el Registro Nacional de Pesca y con permiso o concesión de pesca vigente matriculados en la Secretaria de Comunicaciones y Transportes; iv) acuícolas, hasta 2 ha en sistema extensivo o semi-intensivo o dos unidades para intensivos (Núñez y Vila, 2014).

CONCLUSIÓN CAPITULAR

Los antecedentes de los seguros agropecuarios se remontan a la época prehispánica, aunque no se conocía aun el concepto de seguro ya se tenía la necesidad de proteger sus sembradíos. Si bien no se vio el concepto formal de los seguros agropecuarios hasta el siglo XX, la gente ya buscaba formas de no tener grandes pérdidas mediante la implementación de técnicas que protegieran sus cultivos.

En la actualidad un tema de gran preocupación es el cambio climático ya que este ha provocado grandes catástrofes que generan pérdidas para los productores del sector agropecuario, por lo tanto, la necesidad de instrumentos que protejan la producción de este sector es cada vez más grande, sobre todo porque el factor climático es algo que el hombre no puede controlar. Existen seguros que cubren todo tipo de especies animales y vegetales, estos permiten que grandes productores se vean cada vez menos afectados por los desastres naturales, sin embargo, existe también la necesidad de crear instrumentos que lleguen hasta los productores de más bajos recursos, esto debido a que este tipo de productores se alimentan de su producción y aunque no aporten a la economía nacional son un sector que necesita protección.

CAPÍTULO 3. PREDICCIÓN ECONÓMICA Y TOMA DE DECISIONES

El objetivo de este apartado es exponer los aspectos más relevantes sobre la predicción y toma de decisiones. Inicialmente se presenta la importancia que tiene para la economía de una empresa la toma de decisiones en marketing, finanzas, de personal, organización de la producción, gerencial. Posteriormente, se desglosan los tipos de predicciones (efectos de un suceso, tiempo de ocurrencia de un suceso, de series temporales –de corto, mediano y largo plazo), técnicas de predicción (métodos cualitativos y cuantitativos – análisis de series temporales y causal-), factores de selección y limitaciones de la predicción.

3.1 Economía de la empresa y toma de decisiones

La ciencia económica tiene por objetivo estudiar la toma de decisiones de los agentes económicos y analizar las consecuencias que de éstas se deriva. La economía de la empresa y la macroeconomía plantean la complejidad de la toma de decisiones: cada opción dará lugar a un resultado distinto que puede ser medido en términos de utilidad, costo o beneficio, por lo que se deben considerar las alteraciones que pueden producirse durante un horizonte de tiempo. (González, 2009)

Según González (2009), a fin de evitar la incertidumbre e incurrir en errores al momento de tomar una decisión, es importante considerar la dinámica de los factores o sucesos que la condicionan; es decir, se deben hacer predicciones únicas y constantes, o múltiples y continuas que reflejen el impacto sobre las acciones.

El campo de aplicación de la predicción es muy amplio en el área de la economía, dentro de las economías domésticas se encuentran las siguientes predicciones: evolución futura del salario y otras rentas para decidir que parte de su tiempo dedican al ocio y que parte a la actividad laboral; rentabilidad que se espera recibir en el futuro para decidir entre consumo y ahorro deberán tener alguna idea; nivel de renta futura y evolución de los precios para adquirir bienes duraderos. (González, 2009)

CAPÍTULO 3 PREDICCIÓN ECONÓMICA Y TOMA DE DECISIONES

La planeación y control de operaciones, así como la previsión departamental se basa en las predicciones estimadas por las empresas, a través de:

- Marketing. Predicciones de la demanda entre mercados regionales o grupos de consumidores para establecer estrategias publicitarias efectivas con base a las preferencias de los consumidores y las políticas de los competidores.
- Finanzas. Tipo de interés para poder planear y financiar las próximas adquisiciones de capital –predicción de ingresos y gastos para mantener la liquidez de la empresa.
- De personal. Conocer el número de trabajadores por área para establecer políticas de contratación.
- Organización de la producción. Predicciones de la demanda por cada línea de producto –planeación en innovación tecnológica, materia prima, inventarios, mano de obra, sueldos y salarios, precios y recursos disponibles.
- Gerencial. Condiciones económicas generales, precios, costos, factores de producción, inventarios, progresos tecnológicos, etc.

Adicionalmente, las empresas pueden verse afectadas por la macroeconomía y la economía sectorial, es por ello que las predicciones son necesarias para el Gobierno, la industria y los agentes financieros.

El Gobierno necesita predicciones para tomar decisiones de política económica (presupuestar ingresos y egresos) y de financiación del déficit (dinámica del tipo de interés y su efecto). Además, dado el efecto de las importaciones y exportaciones sobre la Renta Nacional, a través de las políticas monetaria y fiscal se debe determinar el valor del tipo de cambio. Por otro lado, se debe prever la infraestructura carretera (niveles futuros de tráfico), termoeléctrica (consumo de luz) e hidrológica (consumo de agua) que demanda el territorio nacional; así como los servicios de educación que se demandan en todos los niveles. (González, 2009)

En los mercados financieros la interacción entre el valor presente y el futuro de la cartera de valores tiene una gran importancia. La interacción entre los tipos de interés en el corto

y largo plazo; entre los tipos de cambio presentes y futuros; y entre la política monetaria y fiscal afectan las perspectivas que tienen los agentes del mercado.

3.2 Tipos de predicciones

Según González (2009), las predicciones están diferenciadas por los enfoques y técnicas empleadas; pero, de manera general estas pueden ser: efectos de un suceso, del tiempo de ocurrencia de un suceso, series temporales. Por otro lado, por el tiempo de ocurrencia se clasifican en de corto, mediano y largo plazo.

- Efectos de un suceso. Se tiene la certeza de ocurrencia de un suceso en el futuro, por lo que se quiere determinar cuáles serán sus efectos. Dado que el suceso será único, no se dispone de información relevante o es difícil de adquirir; ante esto, es necesario generar datos relevantes utilizando instrumentos como el sondeo o pruebas de mercado.
- De series temporales. Una serie temporal se define como el conjunto de observaciones registradas durante intervalos de tiempo regulares; por ej., temperaturas horarias, precios diarios de acciones al cierre de la bolsa, tasa de desempleo mensual o renta nacional anual.
- Tiempo de ocurrencia de un suceso. En estas predicciones se cuestiona cuándo se producirá un suceso, el cual puede ser resultado de un hecho similar en el pasado o de patrón de comportamiento, por lo que se deben identificar los indicadores que son susceptibles de ocurrencia a fin de poder estimar apropiadamente la predicción. Este tipo de predicción se utiliza mucho para identificar los puntos de cambio en la evolución de la economía.
 - Corto plazo. Son predicciones a un plazo menor de tres meses estimadas con base en los patrones y relaciones económicas, por lo que, al cambiar alguna relación el resultado no es inmediato. Debido a la inercia y retardos en la respuesta, los patrones establecidos se pueden extrapolar con cierto grado de precisión.
 - Mediano plazo. Cubre el período comprendido de tres meses a dos años y se caracterizan por no ser muy precisas dado que en ocasiones puede ser complicado predecir los puntos de cambio en los ciclos económicos (recesiones

o expansiones); sin embargo, son necesarias para tomar decisiones sobre presupuestos o asignación de recursos.

- Largo plazo. Cubren un período de dos años en adelante por lo que se puede incurrir en errores provocados por cambios imprevistos en las tendencias, discontinuidades o nuevos sucesos; por lo tanto, son imprecisas pero necesarias para la planeación estratégica y presupuestaria.

3.3 Técnicas de predicción

Son instrumentos para pronosticar acertadamente la ocurrencia de posibles sucesos durante un período de tiempo y lugar determinados. Una herramienta importante es la econometría la cual se aplica a series de tiempo a fin de obtener análisis explícitos; sin embargo, los métodos para estimar la predicción pueden ser de tipo cualitativo (los datos son escasos o no están disponibles, y el patrón de comportamiento puede cambiar) o cuantitativo (se espera que el patrón de comportamiento de los datos persista en el tiempo). (González, 2009)

3.3.1 Métodos cualitativos

Conocidos como métodos sin historia, son utilizados cuando el pasado no proporciona información directa sobre el suceso considerado; por ej., el lanzamiento de nuevos productos al mercado, la implementación de nuevas técnicas de producción o investigación sociopolítica.

En las predicciones cualitativas las técnicas estadísticas juegan un papel secundario, dado que se fundamentan en la intuición, entre las más importantes destacan el método brainstorming, basado en la discusión de ideas entre un grupo de expertos; y el Delphi, ejecutado a partir de la combinación de conocimientos de expertos e identificación de coincidencias y discrepancias (diferencia de opiniones). (González, 2009)

3.3.2 Métodos cuantitativos

González (2009), afirma que en este tipo de predicciones se debe disponer de información sobre el pasado del suceso a analizar, la cual generalmente aparece en forma de series de tiempo. Inicialmente se analizan los datos para identificar el patrón a

CAPÍTULO 3 PREDICCIÓN ECONÓMICA Y TOMA DE DECISIONES

utilizar para describirlos, posteriormente se extrapola dicho patrón de comportamiento en el futuro para estimar la predicción; por lo tanto, la técnica de predicción se basa en dos fases: i) construcción de un modelo a partir de los datos disponibles y de la teoría económica; ii) predicción obtenida a partir del modelo, el cual debe mantener sus parámetros constantes durante el período de predicción. Los métodos cuantitativos pueden aplicarse a partir de análisis de series temporales o del análisis causal:

- Análisis de Series Temporales. A través de este análisis se trata de identificar los patrones históricos y hacer las predicciones bajo el supuesto de que estos se mantendrán en el futuro. Es importante destacar que este análisis trata el sistema como una caja negra dado que no tiene por objetivo identificar los factores que afectan que afectan su funcionamiento; es decir permite predecir lo que va a pasar y no el por qué sucederá. No obstante, este análisis permite conocer el comportamiento del sistema, proporcionar puntos de referencia y comparar su efectividad en relación con otros modelos. Para una serie temporal Y_t para $t = 0$ a $t = T$ la predicción se basa en el valor que tomará la serie en momentos futuros, $T + n$, donde n representa el número de periodos hacia adelante a considerar: si $n = 1$, entonces la predicción es para un periodo adelante.
- Análisis Causal. Supone que el valor está en función de una o más variables y trata de identificar las relaciones que causaron los resultados observados en el pasado, para así aplicar estas relaciones al futuro. A través de este método se puede desarrollar una gama de predicciones para diferentes variables explicativas: se puede evaluar el impacto de decisiones alternativas; empero, requiere la estimación de los valores futuros de los factores de predecir.

Es importante destacar que la diferencia entre el enfoque económico tradicional y el de series de tiempo radica en que en el primero el énfasis se sitúa en el modelo de partida, efectuándose contrastes sobre la adecuación entre el modelo y los datos; y en el segundo, el punto de partida son los datos por lo que el modelo es el resultado final de la investigación; aunque, los modelos de series temporales puros pueden ser inestables a lo largo del tiempo y, en consecuencia, las predicciones altamente imprecisas, por lo que

CAPÍTULO 3 PREDICCIÓN ECONÓMICA Y TOMA DE DECISIONES

la elección de las variables explicativas debe garantizar la estructura de un modelo en el que los parámetros permanezcan constantes durante el periodo de tiempo considerado. (González, 2009)

3.4 Factores de selección

Al momento de elegir la técnica de predicción se deben considerar los siguientes factores: tipo de predicción (única o por intervalos), horizonte temporal (corto, mediano o largo plazo), patrón de los datos (tendencia, estacionalidad, etc.), disponibilidad de datos (en caso de no tenerlos, determinar si se pueden obtener –comprar- o estimar), costo de la predicción (desarrollo del método de predicción, acumulación de datos, técnica de predicción), facilidad operacional y de comprensión de resultados (el mejor método de predicción no siempre es el más preciso, por lo que se debe ajustar a las necesidades correspondientes). El principio de Parsimonia refiere que, ante diferentes modelos, se debe elegir el más simple. (González, 2009)

3.4.1 Limitaciones de la predicción

Entre las críticas que se han hecho a las predicciones se encuentran desarrollos inesperados, hechos predichos que nunca suceden, grandes errores de predicción y en el momento, intensidad en los cambios predichos entre otros; por ello siempre es importante identificar que se puede predecir y que no. Un prerrequisito para poder predecir sea con el método que sea, es que exista un patrón de comportamiento sobre el suceso que se quiere analizar, de otro modo, se pueden dar opiniones subjetivas basadas en situaciones pasadas semejantes.

En economía la predictibilidad de un fenómeno varía, dado que los patrones y las relaciones se mezclan con componentes aleatorios y pueden cambiar de forma impredecible a través del tiempo como consecuencia de la aleatoriedad del comportamiento humano, la capacidad de influencia sobre acciones del futuro, cantidad de información disponible y el horizonte de predicción. (González, 2009)

CAPÍTULO 3

PREDICCIÓN ECONÓMICA Y TOMA DE DECISIONES

CONCLUSION CAPITULAR

La toma de decisiones es un factor muy importante en el desarrollo de una empresa, ya que de eso depende su estatus económico y financiero. Para hacer una mejor toma de decisiones es necesario realizar predicciones dentro de todos los departamentos y niveles de la empresa, esto con el fin de obtener mejor utilidad y disminuir las pérdidas. Las predicciones son necesarias en todos los ámbitos de la economía, dentro del hogar, en las empresas, en el gobierno, etc. Las predicciones realizadas siempre deben tomar en cuenta factores de tipo micro y macroeconómico para realizar una predicción más cercana a la realidad y que pueda ser de mayor utilidad.

Dependiendo de los datos que se tengan, se va a aplicar algún tipo de predicción, en caso de no tener información se tiene que buscar la manera de obtenerla para poder realizar un análisis que nos permita predecir el comportamiento de la variable que queremos analizar. En caso de tener información de tipo cualitativa, las bases históricas pasan a segundo plano y para poder realizar una predicción se hace uso de la intuición y combinación de conocimientos de diferentes expertos para predecir el comportamiento del suceso considerado. Cuando se cuenta con información histórica relevante se usan métodos cuantitativos para construir un modelo que nos permita analizar el comportamiento futuro de un suceso; tanto el análisis de series temporales como el análisis causal son útiles dentro del método cuantitativo.

Al elegir el método de predicción es necesario considerar diversos factores, los cuales determinan si el modelo va a ser complejo o sencillo. También es importante tomar en cuenta que las predicciones pueden presentar errores o que lo que se predijo puede cambiar, por ello es necesario que exista un patrón en el comportamiento sobre el suceso que se va a analizar. Pero sigue siendo imposible realizar predicciones cien por ciento certeras debido a la aleatoriedad de los componentes de un suceso.

CAPÍTULO 4. MARCO SERIES DE TIEMPO Y MODELOS ARIMA

En este apartado se presentan los aspectos más relevantes sobre series de tiempo y modelos Arima. En el primer caso se expone la definición, los elementos que la integran (tendencia –lineal y no lineal-, estacionalidad y aleatoriedad), la clasificación descriptiva, autocorrelación y métodos de suavizamiento de las series. En el caso de los modelos Arima se describen los procesos estocásticos (ruido blanco y camino aleatorio), procesos estocásticos estacionarios y no estacionarios y modelos autorregresivos (medias móviles, estacionalidad autoregresiva integrada y de media móvil Arima).

4.1 Series de tiempo

Una serie de tiempo es una consecuencia provocada por N observaciones o datos ordenados y equidistantes cronológicamente sobre una o varias características de una unidad observable en diferentes momentos. Las observaciones se eligen para diferentes intervalos de tiempo (hora, día o mes); y, se parte del supuesto que la variable X ha sido observada en los instantes 1, 2, . . . , t; por lo tanto, la serie de tiempo observada de la variable X estará representada por $X_1, X_2, X_3, \dots, X_t$. En las series de tiempo se representa gráficamente cada observación X_t frente al instante t en que se observa, y luego unir con segmentos cada uno de los T puntos, dicho gráfico permitirá observar la evolución de la serie a través del tiempo. (Mauricio, 2007)

4.1.1 Elementos

Villavicencio (2010), explica que el análisis de las series de tiempo se basa en el supuesto de que los valores que toma la variable observada es consecuencia de su tendencia, estacionalidad y aleatoriedad.

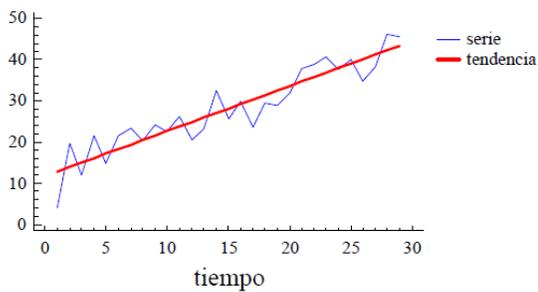
Tendencia

Se entiende como un cambio a largo plazo que se produce en la relación al nivel medio, o el cambio a largo plazo de la media. La tendencia se identifica con un movimiento suave de la serie a largo plazo.

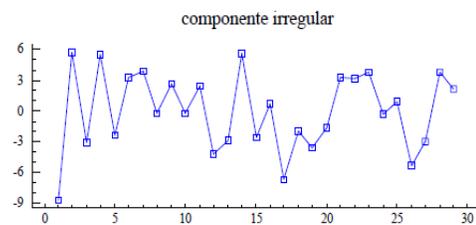
CAPÍTULO 4 SERIES DE TIEMPO Y MODELOS ARIMA

En las Gráficas 4.1a y 4.1b se ejemplifica la tendencia lineal y no lineal de una serie de tiempo; la primera con un comportamiento creciente y aproximada a una línea recta, la cual muestra el incremento o disminución a ritmo constante de la variable en cuestión: el método que se utiliza para obtener la línea recta de mejor ajuste es el de Mínimos Cuadrados, el cual se aplica para analizar variables relacionadas con actividades económicas de los diferentes sectores productivos.

Gráfica 4.1 Representación de la tendencia de una serie de tiempo



(a) Tendencia lineal



(b) Tendencia no lineal

Fuente. Tomadas de Marín (s/f)

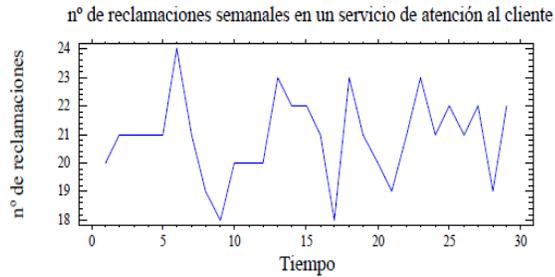
Estacionalidad

Las series de tiempo pueden presentar una tendencia estacional con marcadas variaciones durante un rango de tiempo determinado, la cuales pueden ser mensuales, bimestrales, trimestrales, semestrales u otras. Los efectos pueden interpretarse fácilmente o medirse explícitamente, sin embargo a fin de no eliminar la serie de los datos, se puede desestacionalizar la serie (Villavicencio, 2010). En la Gráficas 4.2 se expone el patrón de variación periódico.

CAPÍTULO 4

SERIES DE TIEMPO Y MODELOS ARIMA

Grafica 4.2 Representación de la tendencia estacional de una serie de tiempo



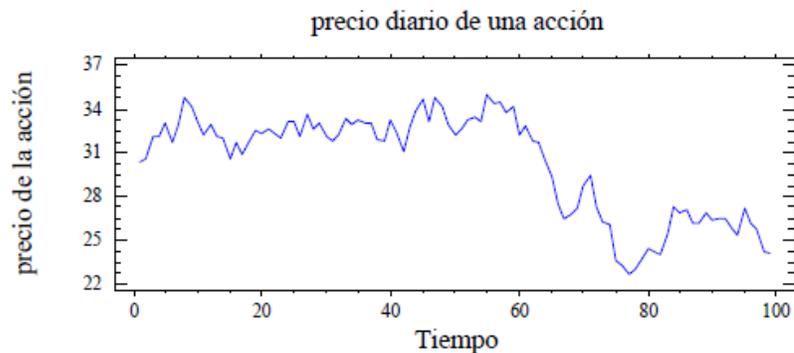
(a) Tendencia estacional de una serie

Fuente. Tomada de Marín (s/f)

Aleatoriedad

Esta componente no responde a ningún patrón de comportamiento, sino que es el resultado de factores fortuitos o aleatorios que inciden de forma aislada en una serie de tiempo. Se considera que las series de tiempo tienden a ser cíclicas, lo que significa que cuentan con variaciones recurrentes dentro de su comportamiento que pueden ayudar a hacer una proyección más acertada (Villavicencio, 2010). En la Gráfica 4.3 se observan los puntos en que una serie de tiempo presenta un factor aleatorio.

Gráfica 4.3 Representación aleatoria de una serie de tiempo



Fuente. Tomada de Marín (s/f)

CAPÍTULO 4 SERIES DE TIEMPO Y MODELOS ARIMA

De los tres componentes de una serie de tiempo que presenta aleatoriedad, los dos primeros son determinísticos y el tercero aleatorio. La denotación integral se puede dar por la siguiente expresión matemática:

$$X_t = T_t + E_t + I_t \quad (1)$$

Donde T_t es el componente tendencia, E_t el de estacionariedad e I_t el de aleatoriedad (Villavicencio, 2010).

4.1.2 Clasificación descriptiva

Las series temporales se clasifican en estacionarias, son estables a lo largo del tiempo, es decir, la media y la varianza son constantes en el tiempo; y no estacionarias, la tendencia y/o variabilidad cambia en el tiempo, propiciando que los cambios en la media determinen una tendencia creciente o decreciente en el largo plazo (Villavicencio, 2010).

4.1.3 Autocorrelación

Se usa para saber si una serie es estacionaria; se presenta cuando los valores que toma una variable en el tiempo no son independientes entre sí, sino que un valor determinado depende de los valores anteriores. Las dos formas para medir la dependencia entre variables son: función de autocorrelación simple y parcial, y Prueba de Ljung-Box (Villavicencio, 2010).

Función de autocorrelación simple (ACF)

Mide la correlación entre dos variables separadas por k periodos y se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$P_j = \text{corr}(X_j, X_{j-k}) = \frac{\text{cov}(X_j, X_{j-k})}{\sqrt{V(X_j)}\sqrt{V(X_{j-k})}} \quad (2)$$

Las funciones de esta autocorrelación son: $p_0 = 1$; $-1 \leq p_j \leq 1$; simetría $p_j = p_{-j}$

CAPÍTULO 4

SERIES DE TIEMPO Y MODELOS ARIMA

Función de Autocorrelación Parcial (PACF)

Mide la correlación entre dos variables separadas por k periodos cuando no se considera la dependencia creada por los retardos intermedios existentes entre ambas. Matemáticamente autocorrelación parcial se expresa como:

$$\pi_j = \text{corr}\left(X_j, \frac{X_{j-k}}{X_{j-1}X_{j-2}\dots X_{j-k+1}}\right) \quad ; \quad \pi_j = \frac{\text{cov}(X_j - \hat{X}_j, X_{j-k} - \hat{X}_{j-k})}{\sqrt{V(X_j - \hat{X}_j)}\sqrt{V(X_{j-k} - \hat{X}_{j-k})}} \quad (3)$$

Prueba de Ljung-Box

Permite probar en forma conjunta que todos los coeficientes de autocorrelación son simultáneamente iguales a cero, es decir que son independientes. Matemáticamente se expresa como:

$$LB = n(n + 2) \sum_{k=1}^m \left(\frac{\hat{p}_k^2}{n-k} \right) \sim X_{(m)}^2 \quad (4)$$

Donde n es el tamaño de la muestra y m la longitud del rezago

Para la Prueba de Ljung-Box se deben plantear las siguientes hipótesis: H_0 : Las autocorrelaciones son independientes y H_a : Las autocorrelaciones no son independientes. En una aplicación si Q calculada excede el valor de Q crítico de la tabla ji cuadrada al nivel de significancia seleccionado, no se acepta la hipótesis nula de que todos los coeficientes de autocorrelación son iguales a cero; por lo que al menos algunos deben ser diferentes de cero (Villavicencio,2010).

El primer objetivo del análisis econométrico es elaborar un modelo estadístico que describa la procedencia y evolución de la serie y cuyas implicaciones sean compatibles con las pautas muestrales observadas. Además, el modelo deberá contrastar alguna teoría sobre las características o variables a las que se refieren sus componentes (Mauricio, 2007).

4.1.4 Métodos de suavizamiento de la serie

Los métodos para suavizar las series de tiempo son: promedios móviles, promedios móviles ponderados y el suavizamiento exponencial.

Promedio móvil

Según Larios y Figueroa (s/f) se construye sustituyendo cada valor de una serie por la media obtenida con esa observación y algunos de los valores inmediatamente anteriores y posteriores. Matemáticamente se expresa como:

$$\text{Promedio móvi} = \frac{\Sigma(n \text{ valores mas recientes de datos})}{n} \quad (5)$$

Promedios móviles ponderados

Se asigna un factor de ponderación distinto para cada dato: al dato más reciente a partir del que se quiere pronosticar se le asigna el mayor peso, el cual va disminuyendo para los valores o datos más antiguos (Larios y Figueroa, s/f).

Suavizamiento exponencial

Larios y Figueroa (s/f) afirman que se emplea un promedio ponderado de la serie de tiempo pasada como pronóstico; por lo que solo se selecciona un peso o factor de ponderación, el cual generalmente es el de la observación más reciente. En la práctica se inicia haciendo que F_1 , el primer valor de la serie de valores uniformados sea igual a Y_1 , que es el primer valor real de la serie. El modelo básico de suavizamiento exponencial es:

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)F_t \quad (6)$$

Dónde: F_{t+1} = pronóstico de la serie de tiempo para el periodo t+1; Y_t = valor real de la serie de tiempo en el periodo t; F_t =pronóstico de la serie de tiempo para el periodo t; α = constante de suavizamiento, $0 \leq \alpha \leq 1$.

4.2 Modelos Arima

Estos modelos paramétricos fueron propuestos por Yule y Slutsky en la década de los 20's para obtener la representación de la serie en términos de la interrelación temporal de sus elementos. Los modelos Arima caracterizan las series como sumas o diferencias, ponderadas o no, de variables aleatorias o de series resultante, por lo que son una importante herramienta para analizar las propiedades de una serie en términos de la interrelación temporal de sus observaciones a través del coeficiente de auto correlación el cual mide el grado de asociación lineal entre observaciones separadas en k periodos (Cortés, 2016).

Sumado a lo anterior, los modelos Arima se pueden estructurar para datos discretos (medidos en números enteros) o continuos (medidos en intervalos fraccionarios –con cifras decimales-), pero en intervalos de tiempo, por lo que los datos pueden ser producto de la acumulación durante un periodo de tiempo o de la medición instantánea periódicamente (Cortés, 2016).

De acuerdo con Box y Jenkins (1970) para elaborar un modelo ARIMA se requieren mínimo 50 observaciones y en el caso de series con patrones estacionales se aconseja una serie con gran número de muestras observadas. Este tipo de modelos han tenido una gran importancia para diferentes análisis financieros, especialmente para las predicciones a corto plazo de series con alta frecuencia (Cortés, 2016).

Los modelos ARIMA constan de las siguientes etapas: identificación del modelo, estimación de los parámetros involucrados, validación de los supuestos en que se fundamenta el modelo, pronóstico; a través del último se deben estimar los parámetros que caracterizan el proceso estocástico y validar las hipótesis que han permitido la estimación de dichos parámetros (Pérez y Pertuz, s/f).

Si los supuestos no se llegan a cumplir, la fase de verificación sirve como retroalimentación para la nueva fase de identificación, por lo que cuando se satisfagan las condiciones de partida se podrá utilizar el modelo para pronosticar.

CAPÍTULO 4

SERIES DE TIEMPO Y MODELOS ARIMA

La caracterización anterior se deriva de las fases de aplicación de los modelos Arima, las cuales son: recolección de datos, representación gráfica, transformación de la varianza, eliminación de la tendencia, identificación del modelo, estimación de los coeficientes, contrastes de validez, análisis de errores, selección del modelo, predicción. Por otro lado, la estimación y validación se puede obtener mediante procesos estocásticos, estocásticos estacionarios, estocásticos no estacionarios o modelos autoregresivos (Pérez y Pertuz, s/f).

4.2.1 Procesos estocásticos

Una serie de tiempo es por naturaleza un proceso estocástico, es decir, una familia de variables aleatorias asociadas a un conjunto índice de números reales, en el tiempo (T), de tal forma que a cada elemento del conjunto le corresponde una y solo una variable aleatoria. También es considerado como una sucesión de variables aleatorias Y_t ordenadas, en la que t puede tomar cualquier valor entre $-\infty < t < \infty$. Matemáticamente un proceso estocástico se puede expresar como:

$$Y_{-5}, Y_{-4}, Y_{-3}, Y_{-2}, \dots, Y_3, Y_4 \quad (7)$$

El subíndice t representará el paso del tiempo y las variables Y_t tendrán su propia función de distribución con sus correspondientes momentos; además, cada par de esas variables tendrán su correspondiente función de distribución conjunta y sus funciones de distribución marginales (De Arce & Mahía, 2003).

Para caracterizar un proceso estocástico se deben especificar las funciones de distribución conjunta de cualquier conjunto de variables:

$$(Y_{t_1}, Y_{t_2}, Y_{t_3}, \dots, Y_{t_m}) \quad (8)$$

Cualesquiera que fueran los valores de (t_1, t_2, \dots, t_m) y cualquiera que fuera el valor de m ; por ej.,

$$Y_1, Y_2, Y_3 \quad (t_1 = 1 \text{ y } m = 3) \quad (9)$$
$$Y_3, Y_4, Y_5, Y_6 \quad (t_1 = 3 \text{ y } m = 4)$$

CAPÍTULO 4 SERIES DE TIEMPO Y MODELOS ARIMA

Para caracterizar un proceso estocástico también se debe especificar la media y varianza para cada Y_t y la covarianza para variables referidas a distintos valores de t :

$$\begin{aligned} E[Y_t] &= \mu_t & (9) \\ \sigma_t^2 &= \text{Var}(Y_t) = E[Y_t - \mu]^2 \\ Y_t &= \text{Cov}(Y_y, Y_s) = E[(Y_t - \mu_t)(Y_s - \mu_s)] \end{aligned}$$

Las distribuciones de probabilidad, conjuntas o marginales podrían no estar completamente caracterizadas y los momentos podrían no coincidir o no existir para alguna de las variables aleatorias (De Arce & Mahía, 2003).

Ruido blanco

Conocido como White noise, es un caso simple de los procesos estocásticos, donde los valores son independientes e idénticamente distribuidos a lo largo del tiempo con media cero e igual varianza, se denota por ε_t (Villavicencio, 2010).

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2) \quad \text{cov}(\varepsilon_{t_i}, \varepsilon_{t_j}) = 0 \quad \forall t_i \neq t_j \quad (10)$$

Camino aleatorio

Conocido como Random walk o camino al azar, es un proceso estocástico X_t , donde la primera diferencia de este proceso estocástico es un ruido blanco, esto es $\nabla X_t = \varepsilon_t$ (Villavicencio, 2010).

4.2.2 Procesos estocásticos estacionarios

Las funciones de distribución conjuntas son invariantes con respecto a la variación de t ; considerando que $t, t+1, t+2, \dots, t+k$ reflejan períodos sucesivos, tal como se expone en la siguiente expresión matemática:

$$F(Y_t, Y_{t+1}, \dots, Y_{t+k}) = F(Y_{t+m}, Y_{t+1+m}, \dots, Y_{t+k+m}) \quad (11)$$

Esta definición de estacionariedad se utiliza para determinar si un proceso estocástico es débil o no, dado que será débilmente estacionario si:

CAPÍTULO 4

SERIES DE TIEMPO Y MODELOS ARIMA

- Las esperanzas matemáticas de las variables aleatorias no dependen del tiempo, son constantes:

$$E[Y_t] = E[Y_{t+m}] \quad \forall m \quad (12)$$

- Las varianzas no dependen del tiempo y son finitas:

$$Var[Y_t] = Var[Y_{t+m}] \neq \infty \quad \forall m \quad (13)$$

- Las covarianzas entre dos variables aleatorias del proceso correspondientes a períodos distintos valores de t dependen del tiempo transcurrido entre ellas:

$$Cov[Y_t, Y_s] = Cov[Y_{t+m}, Y_{s+m}] \quad \forall m \quad (14)$$

De la última condición se desprende que, si un fenómeno es estacionario, la relación entre dos variables sólo depende de la distancia temporal k transcurrida entre ellas. Además, la estacionariedad en sentido estricto garantiza la del sentido amplio pero no al revés, por lo tanto, al tener una serie de tiempo con esas propiedades, las expresiones matemáticas son:

$$\text{Media } E(X_t) = E(X_{t+k}) = \mu \quad (15)$$

$$\text{Varianza } V(X_t) = V(X_{t+k}) = \sigma^2$$

$$\text{Covarianza } Y_k = E[(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu)]$$

donde Y_k es la covarianza (o autocovarianza) al rezago; k la covarianza entre los valores de X_t y X_{t+k} , que están separados k periodos.

Ante lo planteado anteriormente se puede resumir que, si una serie de tiempo es estacionaria, su media, varianza y autocovarianza en diferentes rezagos, permanecen iguales sin importar el momento en que se midan; es decir, son invariantes respecto al tiempo; por lo tanto, dentro de los procesos estocásticos estacionarios se pueden estructurar modelos autoregresivos, de medias móviles o autoregresivos de medias móviles (Villavicencio, 2010).

4.2.3 Modelos autoregresivos

Un modelo es autoregresivo si la variable endógena de un período t es explicada por las observaciones de ella misma correspondientes a períodos anteriores añadiéndose un término de error. En el caso de procesos estacionarios con distribución normal, la teoría estadística de los procesos estocásticos dice que, bajo determinadas condiciones previas, toda Y_t puede expresarse como una combinación lineal de sus valores pasados (parte sistemática) más un término de error (innovación) (De Arce & Mahía, 2003).

Los modelos autorregresivos se abrevian como AR indicando el orden del modelo: AR (1), AR (2),...etc.; el cual expresa el número de observaciones rezagadas de la serie temporal analizada que intervienen en la ecuación. Así, por ej., un modelo AR (1) tendría la siguiente expresión:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + a_t \quad (16)$$

El término de error se conoce como ruido blanco cuando cumple las tres hipótesis básicas: media nula, varianza constante y covarianza nula entre errores correspondientes a observaciones diferentes (De Arce & Mahía, 2003).

Por otro lado la expresión genérica de un modelo autorregresivo, no ya de un AR (1) sino de un AR(p) sería la siguiente:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t \quad (17)$$

Pudiéndose escribir de forma abreviada como:

$$\phi_p(L)Y_t = \phi_0 + a_t \quad (18)$$

Donde $\phi_p(L)$ es lo que se conoce como operador polinomial de retardos:

$$\phi_p(L) = 1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p \quad (19)$$

CAPÍTULO 4 SERIES DE TIEMPO Y MODELOS ARIMA

El término L es el operador retardo, el cual, aplicado al valor de una variable en t , debe dar como resultado el valor de esa misma variable en $t-1$:

$$LY_t = Y_{t-1} \quad (20)$$

Y aplicado sucesivamente p -veces retarda el valor en p -períodos

$$L^p Y_t = Y_{t-p} \quad (21)$$

Normalmente se trabaja con modelos autorregresivos de órdenes bajos: AR (1) o AR(2), o con órdenes coincidentes con la periodicidad de los datos de la serie analizada (si es trimestral AR(4), si es mensual AR(12)....) (De Arce & Mahía, 2003).

Medias móviles

Explican el valor de una variable en un período t en función de un término independiente y una sucesión de errores correspondientes a períodos precedentes ponderados. Estos modelos se denotan como MA, seguidos del orden entre paréntesis; por lo tanto, un modelo con q términos de error MA (q) respondería a:

$$Y_t = \mu + a_t + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + \dots + \theta_q a_{t-q} \quad (22)$$

que puede abreviarse utilizando el polinomio de retardos:

$$Y_t = \theta_q(L)a_t + \mu \quad (23)$$

El orden de los modelos de medias móviles suele ser bajo MA (1), MA (2) o corresponderse con la periodicidad de los datos analizados MA (4), para series trimestrales o MA (12) para series mensuales (De Arce & Mahía, 2003).

Proceso autoregresivo de medias móviles

Es muy probable que una serie de tiempo X_t , tenga características de AR y de MA a la vez y, por consiguiente, sea ARMA. Así, si X_t sigue un proceso ARMA (p, q), en este proceso habrá p términos autoregresivos y q términos de media móvil.

CAPÍTULO 4
SERIES DE TIEMPO Y MODELOS ARIMA

$$X_t = c + \underbrace{\phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p}}_{\text{AR}(p)} + \underbrace{\theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t}_{\text{MA}(q)} \quad (24)$$

donde ε_t es un proceso de ruido blanco, y $c, \phi_1, \dots, \phi_p, \theta_1, \dots, \theta_q$ son los parámetros del modelo. Para un proceso ARMA (p, q) una condición de estacionariedad es la misma que para un proceso AR(p); y, la condición de invertibilidad es la misma que para el proceso MA(q) (Villavicencio, 2010).

El modelo ARMA (p, q) se puede escribir en términos del operador de retardos de la siguiente manera:

$$(1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p) X_t = (1 - \theta_1 L - \theta_2 L^2 - \dots - \theta_q L^q) \varepsilon_t \quad (25)$$

$$\phi_p(L) X_t = \theta_q(L) \varepsilon_t$$

Donde: $\phi_p(L)$: es el polinomio autoregresivo y $\theta_q(L)$: es el polinomio de medias móviles.

Si el proceso es estacionario su representación MA (∞) es:

$$X_t = \frac{\theta_q(L)}{\phi_p(L)} \varepsilon_t, \text{ entonces } X_t = \varepsilon_t + \varphi_1 \varepsilon_{t-1} + \varphi_2 \varepsilon_{t-2} + \varphi_3 \varepsilon_{t-3} + \dots \quad (26)$$

Si el proceso es invertible una representación AR (∞) es:

$$\frac{\theta_q(L)}{\phi_p(L)} X_t = \varepsilon_t, \text{ entonces } X_t = \varepsilon_t + \pi_1 Y_{t-1} + \pi_2 Y_{t-2} + \pi_3 Y_{t-3} + \dots \quad (27)$$

CAPÍTULO 4 SERIES DE TIEMPO Y MODELOS ARIMA

Los pesos de la representación $MA(\infty)$ y la forma $AR(\infty)$ dependen del vector finito de parámetros del modelo ARMA (p, q) : $\phi_1, \dots, \phi_p, \theta_1, \dots, \theta_q$; por lo tanto, un ARMA (p, q) es estacionario sí y solo sí el módulo de las raíces del polinomio autoregresivo $\phi_p(L)$ está fuera del círculo unitario (Villavicencio, 2010).

Por otro lado, las condiciones de estacionariedad del ARMA (p, q) están impuestas por la parte autoregresiva; por lo tanto el modelo será invertible sí y solo sí el módulo de las raíces del polinomio de medias móviles $\theta_q(L)$ está fuera del círculo unitario. Además, las condiciones de invertibilidad están determinadas por las medias móviles, dado que la parte autoregresiva es siempre invertible, porque siempre está directamente escrita en forma autoregresiva (Villavicencio, 2010).

Por lo anterior, los ARMA (p, q) tendrán media cero, varianza constante y finita y una función de autocorrelación infinita. La función de autocorrelación es infinita decreciendo rápidamente hacia cero (Villavicencio, 2010).

Proceso estacional autoregresivo integrado y de media móvil Arima $(p, d, q)(P, D, Q)_s$

Cuando una serie de tiempo tiene intervalos de observación menores a un año, puede tener variaciones o patrones sistemáticos, cada cierto periodo que son inferiores a un año; por ej., semestral, mensual, diario, etc. En estos procesos se deben captar los factores estacionales al estructurar el modelo, los cuales pueden ser aditivos o multiplicativos, estacionarios o no estacionarios (Villavicencio, 2010).

En los modelos multiplicativos se combinan términos ordinarios y estacionales del proceso ARMA, así como diferencias regulares y estacionales para transformar en series estacionarias, esto es $\nabla_s^D \nabla^d X_t$. Sumado a lo anterior, estos modelos se caracterizan por tener dos componentes: ARIMA (p, d, q) , modela la dependencia regular o dependencia asociada a observaciones consecutivas; ARIMA (P, D, Q) , modela la dependencia estacional asociada a observaciones separadas por s periodos. La estructura general de un modelo ARIMA $(p, d, q)(P, D, Q)$, es:

$$\begin{aligned}
 X_t = c + & \underbrace{\phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p}}_{\text{AR}(p)} + \underbrace{\theta_1 X_{t-s} + \dots + \theta_p X_{t-ps}}_{\text{SAR}(P)} \\
 & + \underbrace{\varepsilon_t - \phi_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \phi_q \varepsilon_{t-q}}_{\text{MA}(q)} - \underbrace{\vartheta_1 \varepsilon_{t-s} - \dots - \vartheta_Q \varepsilon_{t-Qs}}_{\text{SMA}(Q)}
 \end{aligned} \tag{28}$$

Los parámetros son $\phi_1, \dots, \phi_p, \theta_1, \dots, \theta_p, \vartheta_1, \dots, \vartheta_Q$ y $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$. (Villavicencio, 2010).

4.2.4 Procesos estocásticos no estacionarios

Proceso Autoregresivo Integrado y de Media Móvil ARIMA (p, d, q)

Muchas series de tiempo, especialmente las económicas, no son estacionarias porque la varianza no es constante en el tiempo, por lo tanto, forman parte de los los Modelos Autoregresivos Integrados de Medias Móviles Arima (p, d, q), en los cuales para convertir una serie de tiempo a estacionaria se debe diferenciar d-veces y luego aplicarle un modelo ARMA (p, q).

La serie original es una serie de tiempo autoregresiva integrada de media móvil; donde p denota el número de términos autoregresivos, d el número de veces que la serie debe ser diferenciada para hacerla estacionaria y q el número de términos de la media móvil invertible.

Su expresión algebraica es:

$$\begin{aligned}
 X_t^d = c + & \underbrace{\phi_1 X_{t-1}^d + \dots + \phi_p X_{t-p}^d}_{\text{AR}(p)} + \underbrace{\theta_1 \varepsilon_{t-1}^d + \theta_2 \varepsilon_{t-2}^d + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}^d + \varepsilon_t^d}_{\text{MA}(q)} \tag{29}
 \end{aligned}$$

Expresado en forma del polinomio operador de retardos el modelo ARIMA (p, d, q) es:

$$\Phi(L)(1 - L)^d X_t = c + \Theta(L)\varepsilon_t \tag{30}$$

CAPÍTULO 4

SERIES DE TIEMPO Y MODELOS ARIMA

Donde X_t^d es la serie de la diferencia de orden d , ε_t^d es un proceso de ruido blanco, y $c, \phi_1, \dots, \phi_p, \theta_1, \dots, \theta_q$ son los parámetros del modelo (Villavicencio, 2010).

CONCLUSIÓN CAPITULAR

Una serie de tiempo es un conjunto de datos observados a lo largo de un intervalo de tiempo determinado, estos datos cumplen con las mismas características. El análisis clásico de las series temporales se basa en la suposición de que los valores que toma la variable de observación es la consecuencia de tres componentes, cuya actuación conjunta da como resultado los valores medidos, estos componentes son: tendencia, estacionariedad y aleatoriedad. La tendencia es el patrón gradual de las variaciones de la serie, esto como consecuencia de factores que afectan el crecimiento o decrecimiento de la misma. La estacionariedad es el comportamiento periódico que presenta la misma. La aleatoriedad es el comportamiento irregular que presenta la serie, se trata de un comportamiento imprevisible que se debe a factores que la afectan en el corto plazo.

Un proceso estocástico es una sucesión de variables aleatorias ordenadas según el tiempo en el que suceden y cuyas características varían a lo largo del tiempo. Un caso de proceso estocástico es la caminata aleatoria, la idea básica de una caminata aleatoria es que el valor de una serie mañana es el valor de hoy más un cambio impredecible. Otro caso de proceso estocástico es el ruido blanco, donde los valores son independientes de los anteriores en el tiempo.

La función de autocorrelación simple, autocorrelación parcial y la prueba de linjun box sirven para verificar si la serie presenta estacionariedad. El promedio móvil ponderado y el suavizamiento exponencial sirven para analizar si la serie presenta tendencia.

Los modelos ARIMA son modelos paramétricos que tratan de obtener la representación de la serie en términos de la interrelación temporal de sus elementos. Estos modelos constan de distintas etapas donde se trata de identificar el proceso estocástico que ha generado los datos, estimar los parámetros que caracterizan dicho proceso, y validar las

CAPÍTULO 4

SERIES DE TIEMPO Y MODELOS ARIMA

hipótesis que han permitido la estimación de dichos parámetros. Una vez concluidas estas etapas se puede proceder a realizar el pronóstico de la serie.

Los procesos estocásticos pueden ser estacionarios o no estacionarios, en los primeros la media, varianza y covarianza permanecen constantes a lo largo del tiempo; en los segundos la media varianza y covarianza pueden ser diferentes en cada periodo de tiempo. Dentro de los procesos estocásticos estacionarios se encuentran los Modelos Autoregresivos (AR), los Modelos de Media Movil (MA) y los Modelos Autoregresivos de Media Movil (ARMA). Dentro de los procesos estocásticos no estacionarios se encuentran los Modelos Autoregresivos Integrados de Media Móvil (ARIMA), que son los que se estudian en este trabajo.

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

CAPÍTULO 5. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

En este quinto apartado se presenta la descripción y análisis de los datos, partiendo de la selección de las variables de estudio: primas emitidas y costos de siniestralidad, período de análisis, frecuencia de las series de tiempo y fuentes de información. En la segunda parte se analizan, interpretan y discuten los aspectos más relevantes del modelo Arima: prueba de estacionariedad (Test de raíz unitaria), correlograma de la serie, ruido blanco, y heterocedasticidad. Finalmente, se analiza la predicción estimada.

5.1 Identificación de las variables y fuentes de información

Los factores que explican la dinámica de los Seguros Agropecuarios en México son de tipo climatológico, técnico-productivo o tecnológico, comercial, económico-financiero, político-legal, cultural y humano; dentro de éstos, los montos de las primas emitidas y los costos de siniestralidad juegan un papel muy importante como variables explicativas, por ello el modelo Arima se estructuró y estimó a partir de ellas. El software utilizado para la estimación de los modelos y obtención de los correlogramas fue E-views Vers.

Para el análisis se utilizan series de tiempo anuales comprendidas en el periodo 2001-2015, las cuales fueron desagregadas trimestralmente para obtener un total de 60 observaciones tanto para los montos de las primas emitidas como para los costos de siniestralidad. La información en ambos casos se obtuvo de la Comisión Nacional de Seguros y Finanzas (CNSF) y están expresados en millones de pesos. El período elegido evidencia la ocurrencia de eventos climatológicos de gran relevancia que causaron afectaciones al Sector Agropecuario: Huracán Kenna, 2002 (entro por la Costa del Océano Pacífico afectando las actividades primarias de los estados de Sinaloa, Nayarit y Durango); Huracán Katrina, 2005; inundaciones en Chiapas y Tabasco, 2007; entre otros.

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

5.2 Análisis exploratorio de datos

En este apartado se presenta un análisis exploratorio de los datos trimestrales de las primas emitidas y costos de siniestralidad reportados para 2001-2015.

5.2.1 Primas emitidas

Una prima se define como la cantidad que ha de pagar el tomador a la Compañía Aseguradora para que ésta le cubra un determinado riesgo; en otras palabras, es el precio del seguro. En la Gráfica 5.1 se muestra la tendencia dinámica de las primas emitidas para los Seguros Agropecuarios en México durante 2001-2015.

Como se puede observar, a partir de 2007 se registró un marcado crecimiento, el cual pudo ser resultado de los estragos ocasionados en Veracruz y Tabasco provocados por las inundaciones en 2007; dao que a pesar de haberse presentado el Huracán Kena en 2002, el cual entró por la Costa del Océano Pacífico y afectó las actividades primarias de Sinaloa, Nayarit y Durango; y, el Huracán Katrina en 2005; de 2001 a 2006 prácticamente se registró una dinámica constante, excepto en 2004, año en el que se registró un importante crecimiento.

Durante el primer trimestre de 2001 el monto de las primas emitidas fue de 70.24 millones de pesos y en 2015 llegó a 1,229.38, incremento que fue resultado del crecimiento medio trimestral registrado, el cual fue de 4.97%. Este indicador pone en evidencia la creciente necesidad por parte de los productores de contratar un seguro que los proteja contra diversos riesgos, por ello es recomendable evaluar los programas que apoyan la contratación de seguros a fin de determinar su eficiencia tanto en el otorgamiento de los seguros como en la difusión de estos instrumentos, principalmente entre productores de pequeña escala.

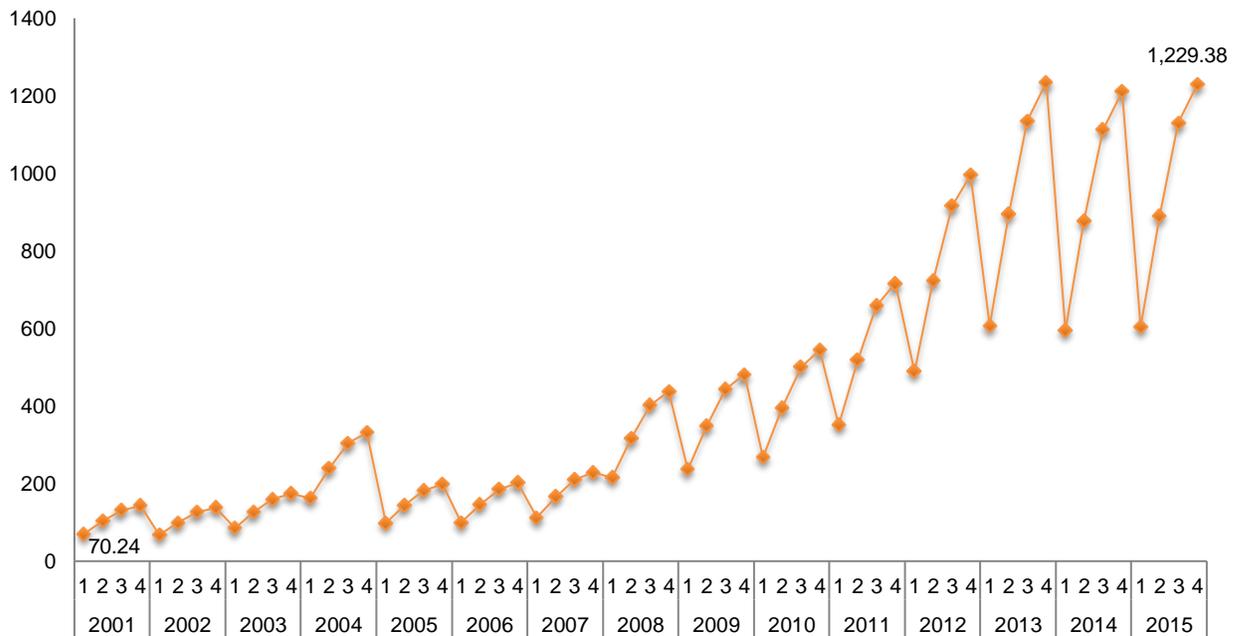
Del año 2008 al 2013, las primas comercializadas y capital asegurado en México representaron menos del 2% de las contratadas conjuntamente con Estados Unidos y

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Canadá. Similarmente, el área asegurada pasó del 3.95% en 2008 a 7.5% en 2013; mientras que, los pagos por siniestros fueron prácticamente nulos.

Un factor que pudiera explicar los bajos porcentajes es el número de compañías aseguradoras que operan en México, dado que mientras en la región Andina operan 13 compañías aseguradoras, en Centroamérica 14 y en Sudamérica 68; en México únicamente 5 compañías ofrecen Seguros Agropecuarios, las cuales le dan prioridad a los siguientes cultivos: maíz, trigo, caña y sorgo (CEPAL, 2014)

Gráfica 5. 1 México: Primas emitidas para Seguros Agropecuarios, 2001 – 2015.
Millones de pesos



Fuente. Elaboración propia con información obtenida de CNSF, 2016.

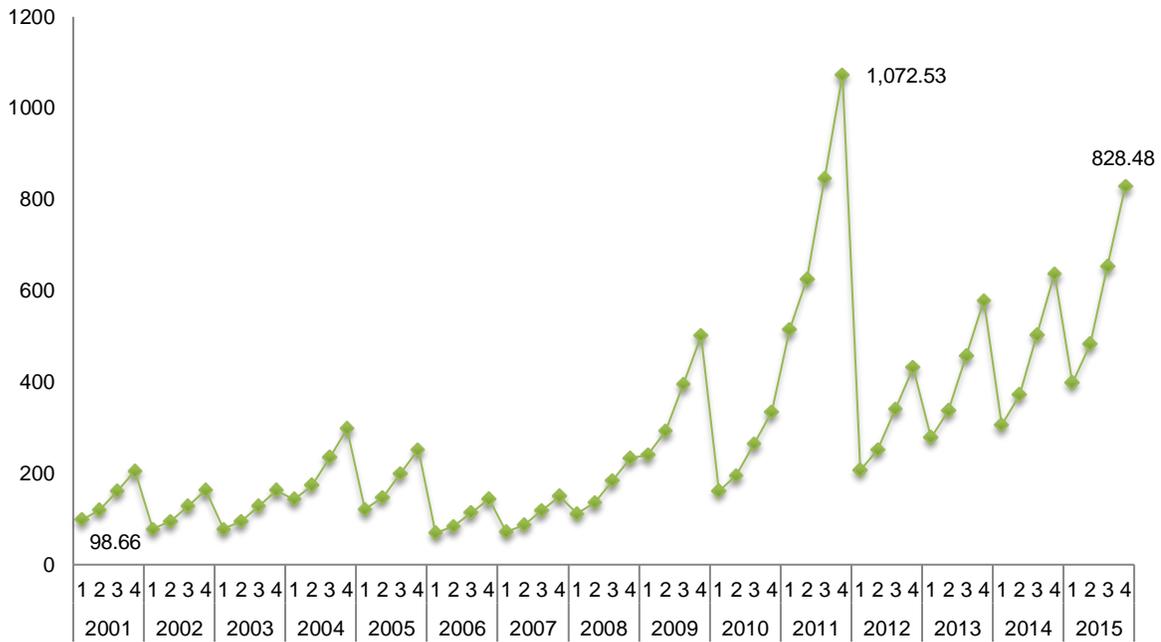
5.2.2 Costos de siniestralidad

Las estadísticas básicas sobre costos de siniestralidad son representadas en la Gráfica 5.2, en la cual se puede observar el marcado crecimiento registrado de 2008 a 2015, el cual fue resultado del incremento en la contratación grupal de seguros agropecuarios. Ante los siniestros provocados principalmente por cambio climatológicos durante este

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

período, las aseguradoras se vieron obligadas a pagar grandes cantidades a fin de cubrir los daños causados.

Gráfica 5.2 México: Costo de siniestralidad de Seguros Agropecuarios: 2001- 2015
Millones de pesos



Fuente. Elaboración propia con información de CNSF, 2016.

5.3 Modelo Arima

La estructuración y estimación del modelo se basó en la metodología propuesta por Box y Jenkins (1970), por lo que, para la predicción se utilizaron series del tiempo pasadas, las cuales sirven como punto de referencia.

El primer objetivo del análisis econométrico de las series de tiempo es estructurar un modelo estadístico que describa apropiadamente la tendencia dinámica de las series de tiempo para las dos variables. Una vez estructurado el modelo la serie sirvió de base para describir la tendencia dinámica de ésta, determinar su evolución histórica y presentar evidencia empírica de los resultados.

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para estructurar el modelo Arima a estimar para las primas emitidas y los costos de siniestralidad se procedió a identificar si las series tenían un comportamiento estacionario, para lo cual se aplicó la prueba Dickey-Fuller (1979). Al identificarse el rechazo de la prueba se estimaron las diferencias necesarias hasta el punto en que la serie ya no presentó raíz unitaria; y, una vez conocido el valor de d para cada variable se obtuvo el correlograma a fin de identificar p y q a través de los gráficos de autocorrelación y autocorrelación parcial.

Del modelo estructurado se fueron modificando los parámetros AR y MA para minimizar los criterios de información y así no comprometer la significancia de los parámetros ni del modelo. Una vez seleccionado el modelo Arima definitivo que tuviera el menor error cuadrático medio (MSE) para cada variable, se obtuvo la predicción para el período 2016-2030; previa comprobación de que cumpliera con la condición de ruido blanco y heterocedasticidad.

5.3.1 Aplicación empírica

En esta sección se presenta el modelo seleccionado para las primas emitidas y costos de siniestralidad, así como los coeficientes estimados para cada variable explicativa de cada modelo.

5.3.1.1 Prueba de estacionariedad (raíz unitaria)

La existencia de raíces unitarias en las series de datos condiciona la modelación, por lo que su estimación es esencial. Con base en la metodología Box-Jenkins, la estructuración de un modelo ARIMA inicia con la prueba de la estacionariedad, ya sea por la prueba de raíz unitaria de Dickey Fuller Aumentado (ADF) o por la prueba de raíz unitaria de Phillips Perron (PP). La prueba se realiza en primer nivel esperando que no se rechace la hipótesis para estimar las primeras diferencias y que no se vuelva a rechazar para obtener las segundas diferencias, lo cual permitirá estacionalizar la serie.

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

El primer paso consiste en plantear dos hipótesis, H_0 y H_1 : i) Si $H_0: \gamma \geq 0 (|\theta_1| \geq 1)$, la serie tiene raíz unitaria y por lo tanto no es estacionaria; ii) Si $H_1: \gamma < 0 (|\theta_1| < 1)$, la serie no tiene raíz unitaria, y en consecuencia, es estacionaria.

La primera parte de la prueba de raíz unitaria proporciona información sobre la forma de la prueba (tipo de prueba, variables exógenas y longitud de retardo), y contiene la salida de prueba, los valores críticos asociados, y en este caso, el *valor p*. Por otro lado, la segunda parte de la salida muestra la ecuación de prueba intermedia que E-Views utiliza para calcular la estadística de ADF.

Raíz unitaria – Primas emitidas

En el Cuadro 5.1 se muestra una probabilidad de 0.8662, la cual no es estadísticamente al 5% de significancia, por lo que la serie tiene raíz unitaria y por lo tanto no es estacionaria, lo que significa que se trata de una serie de tiempo en la que la media y/o variabilidad cambian en el tiempo, y en consecuencia tienden a crecer o decrecer en el largo plazo dado que no oscila sobre un valor constante.

Ante este resultado se procede a realizar el test ADF en primeras diferencias.

ADF o Dickey-Fuller Aumentado contrasta la raíz unitaria y se basa en la estimación de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y en el estadístico t, el cual tiene los mismos valores críticos tabulados por Dickey-Fuller.

Cuadro 5.1 Primas emitidas: Prueba de raíz unitaria, ADF level

		t-Statistic	Prob*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-0.580511	0.8662	
Test critical values:	1% level	-3.555023		
	5% level	-2.915522		
	10% level	-2.595565		
Variable	Coefficient	Std. Error	s-Statistic	Prob
PRIMA EMITIDA_TRIMESTRAL(-1)	-0.016937	0.029176	-0.580511	0.5642
D(PRIMA EMITIDA_TRIMESTRAL(-1))	-0.190864	0.107427	-1.775004	0.0821
D(PRIMA EMITIDA_TRIMESTRAL(-2))	-0.218140	0.105780	-2.306572	0.0445

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

D(PRIMA EMITIDA_TRIMESTRAL(-3))	-0.241429	0.104670	-2.307572	0.0253
D(PRIMA EMITIDA_TRIMESTRAL(-4))	0.876624	0.113198	7.722171	0.0000
C	19.93424	14.28244	1.332702	0.1888
<hr/>				
R-squared	0.900585	Mean dependent var	21.12288	
Adjusted R-squared	0.890441	S.D. dependent var	185.1200	
S.E. of regresión	61.27425	Akaike info criterion	11.17127	
Sum squared resid	183972.1	Schwarz criterion	11.39025	
Log likelihood	-301.2098	Hannan-Quinn criter	11.25595	
E-statistic	88.77675	Durbin-Watson stat	1.761791	
Prob (F-statistic)	0.000000			

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

Al aplicar primeras diferencias la probabilidad obtenida en el test sigue sin ser estadísticamente significativa al 5% de significancia (véase Cuadro 5.2), dado que tiene raíz unitaria y por lo tanto no es estacionaria. Ante este resultado se procede a aplicar el test ADF en segundas diferencias.

Cuadro 5.2 Primas emitidas: Prueba de raíz unitaria, ADF 1st difference

		t-Statistic	Prob*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.403466	0.1455	
Test critical values:	1% level	-3.555023		
	5% level	-2.915522		
	10% level	-2.595565		
<hr/>				
Variable	Coefficient	Std. Error	s-Statistic	Prob
PRIMA EMITIDA_TRIMESTRAL(-1)	-0.873838	0.363595	-2.403466	0.0200
D(PRIMA EMITIDA_TRIMESTRAL(-1),2)	-0.347278	0.279454	-1.242701	0.2198
D(PRIMA EMITIDA_TRIMESTRAL(-2),2)	-0.591890	0.193020	-3.066475	0.0035
D(PRIMA EMITIDA_TRIMESTRAL(-3),2)	-0.854782	0.106025	-8.060055	0.0000
C	13.13067	9.961616	1.318127	0.1935
<hr/>				
R-squared	0.959294	Mean dependent var	3.182055	
Adjusted R-squared	0.956038	S.D. dependent var	290.2941	
S.E. of regresión	60.86664	Akaike info criterion	11.14176	
Sum squared resid	185237.4	Schwarz criterion	11.32424	
Log likelihood	-301-3983	Hannan-Quinn criter	11.21232	

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

E-statistic	294.5801	Durbin-Watson stat	1.730198
Prob (F-statistic)	0.000000		

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

La probabilidad obtenida al realizar el test ADF en segundas diferencias es de 0.0001, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, lo que significa que la serie no tiene raíz unitaria y por lo tanto es estacionaria y cumple las siguientes condiciones:

Formalmente, una serie temporal y_t es estacionaria si se satisfacen las siguientes condiciones: i) $E(y_t) = \mu$ para todo $t = 1, 2, \dots, n$; ii) $E[(y_t - \mu)^2] = \gamma_0$ para todo $t = 1, 2, \dots, n$; iii) $E[(y_t - \mu)(y_{t-k} - \mu)] = \gamma_k$ para todo $t = 1, 2, \dots, n$; y para todo $k = \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$; donde μ , γ_0 y γ_p son valores finitos. Estas condiciones exigen que la media (i) y varianza (ii) sean constantes e independientes del tiempo; y que la covarianza (iii) entre la serie en dos momentos del tiempo separados por un lapso temporal k sea constante e independiente del tiempo

Cuadro 5.3 Primas emitidas: Prueba de raíz unitaria, ADF 2nd difference

		t-Statistic	Prob*
<hr/>			
Augemented Dickey-Fuller test statistic		-42.54057	0.0001
<hr/>			
Test critical values:	1% level	-3.555023	
	5% level	-2.915522	
	10% level	-2.595565	
<hr/>			
Variable	Coefficient	Std. Error	s-Statistic
<hr/>			
D(PRIMA EMITIDA_TRIMESTRAL(-1),2)	-4.151637	0.097592	-42.54057
D(PRIMA EMITIDA_TRIMESTRAL(-1),3)	2.137946	0.072625	29.43832
D(PRIMA EMITIDA_TRIMESTRAL(-2),3)	1.0911668	0.040945	26.66190
C	-0.409076	8.591866	-0.047612
<hr/>			
R-squared	0.984065	Mean dependent var	-0.955418
Adjusted R-squared	0.983127	S.D. dependent var	490.0385
S.E. of regresión	63.65323	Akaike info criterion	11.21472
Sum squared resid	206638.4	Schwarz criterion	11.36071
Log likelihood	-304.4049	Hannan-Quinn criter	11.27118
E-statistic	1049.822	Durbin-Watson stat	1.897494

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Prob (F-statistic) 0.000000

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

Raíz unitaria – costo de siniestralidad

Se obtuvo una probabilidad de 0.1118 (véase Cuadro 5.4), no es estadísticamente significativa al 5% de significancia. No se rechaza la hipótesis nula, tiene raíz unitaria y es no estacionaria. Al igual que en el caso de las primas emitidas, se trata de una serie de tiempo en la que la media y/o variabilidad cambian en el tiempo, y en consecuencia tienden a crecer o decrecer en el largo plazo dado que no oscila sobre un valor constante.

Cuadro 5.4 Costos de siniestralidad: Prueba de raíz unitaria, ADF level

		t-Statistic	Prob*	
Augemented Dickey-Fuller test statistic		-2.538359	0.1118	
Test critical values:	1% level	-3.546099		
	5% level	-2.91173		
	10% level	-2.593551		
Variable	Coefficient	Std. Error	s-Statistic	Prob
COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-1)	-0.247634	0.097557	-2.53359	0.0139
C	80.62300	33.42622	2.411969	0.0191
R-squared		0.1011559	Mean dependent var	12.36991
Adjusted R-squared		0.085797	S.D. dependent var	159.5243
S.E. of regresión		152.5266	Akaike info criterion	12.92587
Sum squared resid		1326069	Schwarz criterion	12.99629
Log likelihood		-379.3130	Hannan-Quinn criter	12.95336
E-statistic		6.443264	Durbin-Watson stat	1.964271
Prob (F-statistic)		0.013894		

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

Se obtuvo una probabilidad de 0.0705 (véase Cuadro 5.5), no es estadísticamente significativa al 5% de significancia. No se rechaza la hipótesis nula, tiene raíz unitaria y es no estacionaria.

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Cuadro 5.5 Costos de siniestralidad: Prueba de raíz unitaria, ADF 1st difference

		t-Statistic	Prob*
Augemented Dickey-Fuller test statistic		-2.765250	0.0705
Test critical values:	1% level	-3.565430	
	5% level	-2.919952	
	10% level	-2.597905	

Variable	Coefficient	Std. Error	s-Statistic	Prob
D(COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-1))	-2.267881	0.820136	-2.765250	0.0084
D(COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-1),2)	1.001797	0.732380	1.367865	0.1786
D(COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-2),2)	0.699583	0.640933	1.091507	0.2813
D(COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-3),2)	0.429136	0.546675	0.7849993	0.4369
D(COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-4),2)	0.317319	0.452592	0.701115	0.4871
D(COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-5),2)	0.081830	0.354311	0.230954	0.8185
D(COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-6),2)	-0.173788	0.252271	-0.688894	0.4947
D(COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-7),2)	-0.421258	0.149595	-2.815992	0.0074
C	21.57025	19.62353	1.097526	0.2787

R-squared	0.768983	Mean dependent var	5.094240
Adjusted R-squared	0.724979	S.D. dependent var	255.6416
S.E. of regresión	134.0646	Akaike info criterion	12.79331
Sum squared resid	754879.9	Schwarz criterion	13.13422
Log likelihood	-317.2293	Hannan-Quinn criter	12.92358
E-statistic	17.47556	Durbin-Watson stat	1.909266
Prob (F-statistic)	0.000000		

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

En la prueba se segundas diferencias se obtuvo una probabilidad del 0% (véase Cuadro 5.6), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, lo que significa que la serie no tiene raíz unitaria y por lo tanto es estacionaria.

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Cuadro 5.6 Costo de siniestralidad: Prueba de raíz unitaria, ADF 2nd difference

		t-Statistic	Prob*
Augemented Dickey-Fuller test statistic		-7.994844	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.565430	
	5% level	-2.919952	
	10% level	-2.597902	

Variable	Coefficient	Std. Error	s-Statistic	Prob
D(COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-1),2)	-7.052734	0.882160	-7.994844	0.0000
D(COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-1),3)	5.050874	0.824543	6.125666	0.0000
D(COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-2),3)	4.024578	0.723988	5.558900	0.0000
D(COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-3),3)	3.021412	0.585068	5.164211	0.0000
D(COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-4),3)	2.202516	0.417729	5.272597	0.0000
D(COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-5),3)	1.433745	0.257529	5.567321	0.0000
D(COSTO_DE_SINIESTRALIDAD_(-6),3)	0.697489	0.119652	5.829333	0.0000
C	5.619049	20.18782	0.278339	0.7821

R-squared	0.906220	Mean dependent var	2.420803
Adjusted R-squared	0.890954	S.D. dependent var	436.2338
S.E. of regresión	144.0538	Akaike info criterion	12.92135
Sum squared resid	892314.8	Schwarz criterion	13.22438
Log likelihood	-321.4945	Hannan-Quinn criter	13.03715
E-statistic	59.36010	Durbin-Watson stat	2.098472
Prob (F-statistic)	0.000000		

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

5.3.1.2 Correlograma

A partir de los correlogramas se identificaron los modelos a estimar con base a las barras que salen de las bandas al límite: los procesos AR se identifican en la columna de Autocorrelation y MA en la de Partial Correlation. Los correlogramas se obtuvieron en el mismo nivel en el que se rechazó la hipótesis nula.

Los modelos de pronóstico de Box-Jenkins se identifican en forma tentativa examinando el comportamiento de la función de autocorrelación muestral (SAC) y la función de

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

autocorrelación parcial muestral (SPAC) para los valores de una serie temporal estacionaria, pueden ser los valores originales de la serie o los transformados.

Primero se considera la SAC, que en el caso de Eviews es autocorrelation (AC); esta cantidad mide la relación lineal entre las observaciones de la serie temporal, separadas por un desfaseamiento de k unidades de tiempo. Estos valores siempre se encuentran entre -1 y 1; un valor cercano a 1 quiere decir que, las observaciones separadas por un desfaseamiento de k unidades de tiempo, tienen una fuerte tendencia a moverse juntas en forma lineal con pendiente positiva; si el valor es cercano a -1, las observaciones separadas por un desfaseamiento de k unidades de tiempo tiene una fuerte tendencia a desplazarse juntas en forma lineal con pendiente negativa (Bowerman & O'Connell, 2007).

La autocorrelación de una serie Y en el retardo k se estima como:

$$\tau_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}$$

donde \bar{Y} es la media muestral de Y . Este es el coeficiente de correlación para los valores de la serie a k periodos de distancia: i) Si τ_k es distinto de cero, la serie es de primer orden serialmente correlacionada; ii) Si disminuye más o menos geométricamente con retardo creciente k , la serie obedece a un proceso autorregresivo de orden inferior (AR); iii) Si τ_k cae a cero después de un pequeño número de retardos, la serie obedece a un proceso de media móvil de orden inferior (MA).

Cuando existe autorrelación parcial, la cantidad es la función de autocorrelación muestral de las observaciones de la serie temporal separadas por un desfaseamiento de k unidades de tiempo sin los efectos de las observaciones que intervienen (Bowerman & O'Connell, 2007).

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Por otro lado, la PAC mide la autocorrelación de los valores Y que están a k periodos de distancia después de la eliminación de la correlación de los retrasos que intervienen. Si el patrón de autocorrelación puede ser capturado por una autorregresión de orden menor a k , la autocorrelación parcial en el retardo k estará cerca de cero. La PAC de un proceso autorregresivo puro de orden p , $AR(p)$, se corta en el retardo p , mientras que las asíntotas del PAC de un proceso puro de media móvil (MA) se acercan gradualmente a cero (véase Cuadro 5.7).

En esta etapa se identifica cual es el modelo Arima que mejor se puede ajustar a la serie. De acuerdo con la metodología clásica, las herramientas que permiten identificar el patrón que sigue la serie son las funciones de autocorrelación, dado que cada modelo tiene asociadas funciones de autocorrelación teóricas, las cuales se compararon con las estimadas a fin de seleccionar el modelo tentativo que más se aproxime a ambas a partir del cual se analiza en el resto de las etapas para comprobar que realmente es el adecuado (Maté, 2010).

Cuadro 5.7 Identificación del modelo mediante FAC y FAP

Indicador	FAC	FAP
MA(q)	Se anula para retardos superiores a q	Decrecimiento rápido sin llegar a anularse
AR(p)	Decrecimiento rápido sin llegar a anularse	Se anula para retardos superiores a p
ARMA(p,q)	Decrecimiento rápido sin llegar a anularse	Decrecimiento rápido sin llegar a anularse

Fuente: Elaboración propia con datos de González, (2009).

Primas emitidas

A través del Correlograma de primas emitidas se identifican los rezagos bajo los cuales se va a estructurar el modelo Arima, el cual de acuerdo con el Cuadro 5.8 se trata de un Arima (3, 2, 2).

CAPÍTULO 5
DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Cuadro 5.8 Correlograma en segunda diferencia: Primas emitidas

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.425	-0.425	11.024	0.001
		2 -0.154	-0.408	12.496	0.002
		3 -0.330	-0.873	19.406	0.000
		4 0.803	-0.160	61.004	0.000
		5 -0.328	-0.198	68.070	0.000
		6 -0.129	-0.128	69.180	0.000
		7 -0.243	0.062	73.219	0.000
		8 0.587	-0.071	97.210	0.000
		9 -0.227	-0.076	100.86	0.000
		10 -0.100	-0.090	101.59	0.000
		11 -0.190	-0.183	104.26	0.000
		12 0.454	-0.056	119.83	0.000
		13 -0.176	-0.052	122.22	0.000
		14 -0.078	-0.042	122.71	0.000
		15 -0.164	-0.140	124.88	0.000
		16 0.392	-0.069	137.60	0.000
		17 -0.158	-0.063	139.72	0.000
		18 -0.064	-0.031	140.07	0.000
		19 -0.136	0.038	141.73	0.000
		20 0.326	0.001	151.48	0.000
		21 -0.132	-0.002	153.12	0.000
		22 -0.053	-0.013	153.39	0.000
		23 -0.100	0.052	154.39	0.000
		24 0.244	0.038	160.50	0.000

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

Costos de siniestralidad

En las series de primas emitidas y de costos de siniestralidad se puede hacer referencia a un proceso Arima, dado que se encuentran procesos autoregresivos, de medias móviles e integración en segundo nivel. En el correlograma del Cuadro 5.9 se identifica un proceso Arima (4,2,7).

CAPÍTULO 5
DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Cuadro 5.9 Correlograma en segunda diferencia: Costos de siniestralidad

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.451	-0.451	12.434	0.000
		2	-0.107	-0.390	13.140	0.001
		3	-0.078	-0.475	13.529	0.004
		4	0.274	-0.148	18.376	0.001
		5	-0.086	-0.071	18.866	0.002
		6	-0.090	-0.088	19.407	0.004
		7	-0.249	-0.567	23.632	0.001
		8	0.577	0.000	46.772	0.000
		9	-0.247	-0.012	51.108	0.000
		10	-0.081	0.019	51.587	0.000
		11	-0.135	-0.174	52.940	0.000
		12	0.352	0.037	62.301	0.000
		13	-0.134	0.020	63.685	0.000
		14	-0.076	0.032	64.145	0.000
		15	-0.072	0.247	64.569	0.000
		16	0.207	-0.022	68.104	0.000
		17	-0.082	-0.058	68.675	0.000
		18	-0.040	-0.064	68.815	0.000
		19	-0.089	0.050	69.528	0.000
		20	0.223	-0.062	74.099	0.000
		21	-0.086	-0.056	74.797	0.000
		22	-0.045	-0.046	74.994	0.000
		23	-0.072	-0.203	75.512	0.000
		24	0.182	0.000	78.884	0.000

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

5.3.1.3 Evidencia empírica del modelo Arima

El R-cuadrado (R^2) mide el éxito de la regresión para predecir los valores de la variable dependiente en la muestra. En la configuración estándar, puede ser interpretado como la fracción de la varianza de la variable dependiente explicada por las variables independientes. Sin embargo, un problema con el uso de R^2 como una medida de la bondad de ajuste, es que R^2 nunca va a disminuir a medida que se incorporen más

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

regresores. En el caso extremo, siempre se puede obtener un R^2 de uno si se incluye el mismo número de regresores independientes como de observaciones de la muestra.

El R^2 ajustado, comúnmente denota como \bar{R}^2 , penaliza a R^2 por la adición de regresores que no contribuyen a la potencia explicativa del modelo; y, \bar{R}^2 nunca es más grande que R^2 , puede disminuir a medida que se agreguen regresores, y para los modelos mal ajustados, puede ser negativo.

El error estándar de la regresión es una medida basada en la varianza estimada de los residuos. EViews informa el valor de la función de probabilidad logarítmica (suponiendo errores distribuidos normalmente) evaluada en los valores estimados de los coeficientes. La probabilidad del ratio de pruebas pueden llevarse a cabo observando la diferencia entre los valores de probabilidad de registro de las versiones restringidas y no restringidas de una ecuación.

Por otro lado, el estadístico de Durbin-Watson se estimó para medir la correlación serial en los residuos (si DW es menor que 2, hay evidencia de correlación serial positiva); AIC se aplicó en la selección del modelo para alternativas no probadas identificando los valores más pequeños; y el Schwarz Criterion (SC) ese eligió como una alternativa a la AIC que impone una penalización mayor para los coeficientes adicionales.

El F-estadístico reportado en la salida de regresión es de una prueba de la hipótesis de que todos los coeficientes de la pendiente (con exclusión de la constante, o en el origen) en una regresión son cero.

El valor de p dado justo debajo de la F-estadística denotado Prob (F_statistic), y se define como el nivel de significación marginal de la prueba F: si p es menor que el nivel de significancia que se está probando, por ej., 0.05, se rechaza la hipótesis nula de que todos los coeficientes de las pendientes son iguales a cero. Dado que el estadístico F depende sólo de los residuos sumas-de-cuadrado de la ecuación estimada, no es robusta a la heterogeneidad o correlación serial; es decir que el uso de estimadores robustos de

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

las covarianzas de los coeficientes (“Los errores estándar robustos”) no tendrá ningún efecto en la F-estadística.

Primas emitidas

Cuadro 5.10 Modelo Arima: Primas emitidas

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob
C	0.088034	2.883968	0.030525	0.9758
AR(1)	-0.976080	0.096195	-10.14693	0.0000
AR(2)	-0.965613	0.104527	-9.237971	0.0000
AR(3)	-0.975366	0.025859	-37.73165	0.0000
MA(1)	-0.076879	0.335520	-0.229133	0.8197
MA(2)	-0.161205	0.217845	-0.739998	0.4627
SIGMASQ	4023.773	841.9427	4.779153	0.0000
R-squared	0.948809	Mean dependent var	1.142292	
Adjusted R-squared	0.942786	S.D dependent var	282.8104	
S.E. of regression	67.64655	Akaike info criterion	11.55294	
Sum squared resid	233378.8	Schwarz creterion	11.80162	
Log likelihood	-328.0353	Hannan-Quinn criter	11.64981	
F-Statical	157.5440	Durbin-Watson stat	1.981880	
Prob (F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.01-.99i	.01+.99i	-.99	
Inverted MA Roots	.44	-0.36		

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

CAPÍTULO 5
DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Costos de siniestralidad

Cuadro 5.11 Modelo Arima: Costos de siniestralidad

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob
C	0.317099	0.572084	0.554287	0.5810.0
AR(1)	-0.035967	0.502038	-0.071642	0.9432
AR(8)	0.536997	0.166019	3.234562	0.0022
AR(12)	0.246528	0.228359	1.079564	0.2856
MA(1)	-1.198566	0.869667	-1.378189	0.1744
MA(2)	-0.052044	0.740574	0.070275	0.9443
MA(3)	0.118285	0.622180	0.190114	0.8500
MA(7)	0.135869	0.213500	0.636389	0.5275
SIGMASQ	11842.36	8523.390	1.389395	0.1710
R-squared	0.793936	Mean dependent var	2.652312	
Adjusted R-squared	0.760293	S.D dependent var	241.8213	
S.E. of regression	118.3955	Akaike info criterion	12.71479	
Sum squared resid	686856.9	Schwarz creterion	13.03451	
Log likelihood	-359.7288	Hannan-Quinn criter	12.83932	
F-Statcal	23.59876	Durbin-Watson stat	2.009960	
Prob (F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.97	.67+.51i	.67-.51i	.51+.68i
	.51-.68i	-.00+.97i	-.00+.97i	-.52-.67i
	-.52-.67i	-.68-.52i	-.68-.52i	-.98
Inverted MA Roots	1.00-.03i	1.00+.03i	.30+63i	.30+63i
	-.37+.53i	-.37+.53i	-.67	

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

5.3.1.4 Ruido blanco

Después de estimar el modelo se debe proceder a revisar que se cumpla el supuesto de ruido blanco, bajo el cual las probabilidades obtenidas en los rezagos deben ser mayores al 5%, si se cumple eso se considera que los rezagos ya no contienen información que

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

sea moldeable y así se vence el problema de autocorrelación de sus residuos. Las hipótesis se plantean como siguen: H_0 : ruido blanco; H_1 : no existe ruido blanco. Q-estadística en el retardo es una prueba estadística para la hipótesis nula de que no hay autocorrelación hasta el orden k , en caso de que se de este supuesto es necesario calcular la significancia para τ_k , esto se construye con el error típico:

$$S_{r_k} = \begin{cases} \frac{1}{n} & \text{si } k = 1 \\ \sqrt{\frac{1 + 2 \sum_{t=1}^{k-1} \tau_i^2}{n}} & \text{si } k = 2, 3, \dots \end{cases}$$

En conjunto con este valor, se puede estimar la estadística t_{r_k} del error típico que está asociada a la estimación del coeficiente de autocorrelación simple, para juzgar sobre la significancia del mismo:

$$t_{r_k} = \frac{\tau_k}{S_{r_k}}$$

donde τ_i es la i -ésima autocorrelación y n es el número de observaciones. Si la serie no se basa en los resultados de la estimación ARIMA, entonces, bajo la hipótesis nula, Q se distribuye asintóticamente como una χ^2 con grados de libertad igual al número de autocorrelaciones. Si la serie representa los residuos de la estimación ARIMA, los grados de libertad apropiados deben ajustarse para representar el número de autocorrelaciones menos el número de términos AR y MA estimados previamente. Se debe tener en cuenta también que algunos se debe tener cuidado en la interpretación de los resultados de una prueba de Ljung-Box aplicado a los residuos de una especificación ARMAX.

El Q-estadístico se utiliza a menudo como una prueba de si la serie es ruido blanco. Queda el problema práctico de elegir el orden de retraso a utilizar para la prueba. Si elige un retraso demasiado pequeño, la prueba no puede detectar la correlación serial en un alto orden de retraso. Sin embargo, si elige demasiado grande el retraso, la prueba puede tener baja potencia ya que la correlación significativa en un desfase se puede diluir mediante correlaciones insignificantes en otros retardos.

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Al realizar esta prueba EViews mostrará las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de los residuos, junto con el Q-estadístico de Ljung- de la correlación serial de alto orden. Si no existe una correlación serial en los residuos, las autocorrelaciones y autocorrelaciones parciales en todos los grupos de acción local debe ser casi cero, y todos estadístico Q's deben ser insignificantes con gran valor en p .

Primas emitidas

Cuadro 5.12 Ruido blanco: Primas emitidas

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.009	0.009	0.0049	
		2	-0.006	-0.006	0.0074	
		3	-0.164	-0.164	1.7107	
		4	0.050	0.054	1.8690	
		5	-0.092	-0.098	2.4236	
		6	-0.098	-0.126	3.0666	0.080
		7	-0.087	-0.073	3.5830	0.167
		8	0.057	0.022	3.8085	0.283
		9	-0.054	-0.092	4.0192	0.403
		10	-0.085	-0.117	4.5427	0.474
		11	-0.074	-0.084	4.9459	0.551
		12	-0.091	-0.169	5.5769	0.590
		13	-0.076	-0.149	6.0234	0.645
		14	-0.023	-0.093	6.0669	0.733
		15	0.008	-0.106	6.0724	0.809
		16	0.366	0.293	17.200	0.102
		17	0.000	-0.074	17.200	0.142
		18	0.015	-0.046	17.221	0.189
		19	-0.044	0.016	17.391	0.236
		20	0.185	0.131	20.535	0.152
		21	0.010	0.049	20.544	0.197
		22	-0.033	0.012	20.651	0.242
		23	-0.066	0.023	21.081	0.275
		24	-0.165	-0.289	23.881	0.201

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

El modelo final de costo de siniestralidad presenta ruido blanco en sus residuos, por lo tanto, presenta media nula, varianza constante y covarianza nula para cualquier valor.

CAPÍTULO 5
DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Costo de siniestralidad

Cuadro 5.13 Ruido blanco: Costos de siniestralidad

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.012	-0.012	0.0082	
		2	-0.007	-0.007	0.0111	
		3	-0.010	-0.010	0.0172	
		4	-0.045	-0.045	0.1457	
		5	0.009	0.008	0.1512	
		6	0.018	0.018	0.1737	
		7	-0.058	-0.058	0.3995	
		8	-0.006	-0.009	0.4017	0.526
		9	-0.074	-0.074	0.7916	0.673
		10	-0.114	-0.117	1.7404	0.628
		11	-0.085	-0.098	2.2699	0.686
		12	-0.042	-0.053	2.4026	0.791
		13	-0.054	-0.070	2.6243	0.854
		14	-0.096	-0.124	3.3531	0.851
		15	-0.082	-0.110	3.9029	0.866
		16	-0.051	-0.087	4.1167	0.904
		17	0.024	-0.022	4.1649	0.940
		18	0.014	-0.035	4.1828	0.964
		19	0.017	-0.034	4.2090	0.979
		20	-0.045	-0.106	4.3952	0.986
		21	-0.016	-0.087	4.4192	0.992
		22	-0.019	-0.098	4.4540	0.996
		23	-0.009	-0.106	4.4614	0.998
		24	0.135	0.035	6.3176	0.991

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

El modelo final de costo de siniestralidad presenta ruido blanco en sus residuos, por lo tanto, ya no se cuenta con un patrón modelable.

5.3.1.5 Heterocedasticidad

Ahora vamos a evaluar si el modelo presenta heterocedasticidad condicionada. Para esto es necesario que las probabilidades calculadas sean mayores al 5% de significancia. Las hipótesis se plantean de la siguiente forma: H_0 : no heterocedasticidad condicionada ; H_1 : existe heterocedasticidad condicionada

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Esta prueba muestra las autocorrelaciones y autocorrelaciones parciales de los residuos al cuadrado hasta cualquier número especificado de retardos y calcula el Q estadístico de Ljung-Box para los retardos correspondientes. Los correlogramas de los residuos al cuadrado se pueden utilizar para comprobar heterocedasticidad condicional autorregresiva en los residuos.

Si no hay heterocedasticidad condicional autorregresiva en los residuos, las autocorrelaciones y autocorrelaciones parciales deben ser cero en todos los retardos y los Q estadísticos no deben ser significativos.

Esta opción está disponible para todas las ecuaciones estimadas por mínimos cuadrados, mínimos cuadrados de dos etapas, y la estimación de mínimos cuadrados no lineales. En el cálculo de la probabilidad para los Q estadísticos, los grados de libertad se ajustan para la inclusión de términos ARIMA.

CAPÍTULO 5
DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Cuadro 5.14: Correlograma - Heterocedasticidad: Primas emitidas

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.080	-0.080	0.3885	0.533
		2	-0.035	-0.042	0.4665	0.792
		3	-0.035	-0.042	0.5459	0.909
		4	0.221	0.215	3.6976	0.448
		5	-0.111	-0.084	4.5032	0.479
		6	-0.086	-0.090	5.0000	0.544
		7	-0.071	-0.081	5.3423	0.618
		8	-0.073	-0.151	5.7124	0.679
		9	-0.081	-0.072	6.1770	0.722
		10	-0.073	-0.076	6.5664	0.766
		11	-0.076	-0.095	6.9915	0.800
		12	0.013	0.013	7.0049	0.857
		13	-0.044	-0.067	7.1542	0.894
		14	-0.041	-0.076	7.2899	0.923
		15	-0.046	-0.085	7.4621	0.944
		16	0.244	0.181	12.408	0.715
		17	-0.041	-0.038	12.549	0.766
		18	-0.043	-0.066	12.707	0.809
		19	-0.042	-0.076	12.864	0.845
		20	0.240	0.105	18.153	0.577
		21	-0.052	-0.016	18.405	0.623
		22	-0.032	-0.013	18.504	0.676
		23	-0.040	-0.034	18.667	0.720
		24	-0.019	-0.112	18.702	0.768

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

La tabla muestra probabilidades mayores al 5% de significancia, por lo tanto, los residuos del modelo no son estadísticamente significativos, no se rechaza la hipótesis nula, por lo que no existe autocorrelación.

CAPÍTULO 5
DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Cuadro 5.15 Correlograma – Heterocedasticidad: Costos de siniestralidad

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.173	0.173	1.8194	0.177
		2	0.078	0.050	2.2013	0.333
		3	-0.010	-0.032	2.2070	0.531
		4	0.170	0.179	4.0668	0.397
		5	-0.027	-0.088	4.1161	0.533
		6	0.023	0.022	4.1508	0.656
		7	-0.004	0.008	4.1521	0.762
		8	0.149	0.119	5.6982	0.681
		9	-0.015	-0.046	5.7139	0.768
		10	-0.029	-0.046	5.7741	0.834
		11	-0.072	-0.045	6.1550	0.863
		12	-0.043	-0.072	6.2941	0.901
		13	-0.083	-0.037	6.8250	0.911
		14	-0.049	-0.023	7.0153	0.934
		15	-0.048	-0.016	7.2016	0.952
		16	-0.011	-0.009	7.2122	0.969
		17	-0.037	-0.011	7.3301	0.979
		18	-0.033	-0.012	7.4230	0.986
		19	-0.036	-0.007	7.5414	0.991
		20	-0.028	-0.010	7.6128	0.994
		21	-0.036	-0.012	7.7331	0.996
		22	-0.023	-0.011	7.7863	0.998
		23	-0.024	-0.017	7.8439	0.999
		24	0.030	0.034	7.9339	0.999

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

La tabla muestra probabilidades mayores al 5% de significancia, por lo tanto los residuos del modelo no son estadísticamente significativos, no se rechaza la hipótesis nula, por lo que no existe autocorrelación.

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

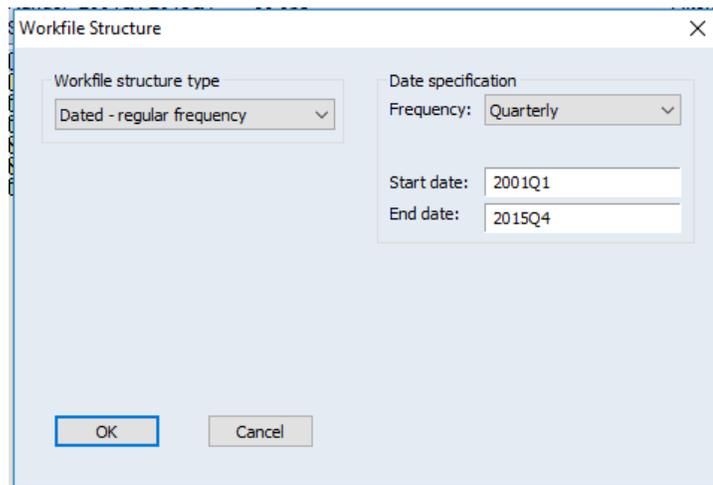
5.4 Predicción

Los modelos descritos anteriormente se seleccionaron a través de su estimación parcial y posterior estimación a partir de los parámetros encontrados, lo que permitió elegir el modelo con el menor error absoluto medio (MAE).

Antes de presentar y discutir los resultados, a continuación, se desglosan los pasos para la estimación de la predicción. Una vez estimado el modelo y verificado que cumple con los supuestos de ruido blanco y el de heterocedasticidad, se procedió a estimar la predicción para los siguientes quince años, para lo cual se cambió el período que se tenía inicialmente; es decir, se sustituyó el de 2001-2015 por el de 2001-2030 a fin de que los datos a obtener se encuentren dentro de la serie.

Para las dos variables: primas emitidas y costos de siniestralidad; se utilizó el mismo procedimiento el cual inicia de acuerdo con la imagen 5.1, en la cual se puede observar las variables para estructurar el nuevo modelo.

Imagen 5.1 Predicción: Ventana WorkfileStructure. E-Views



Fuente. Tomada de la pantalla de E-views

En el modelo estimado se seleccionó la opción “Forecast” y en la ventana de “Forecast sample” se ingresó el periodo que se desean estimar: 2016q1 a 2030q4 (véase imagen 5.2).

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Imagen 5.2 Predicción: Ventana Forecast equation

Forecast equation
ARIMA_COSTOSIN

Series to forecast
 COSTO_DE_SINIESTRALIDA D(COSTO_DE_SINIESTRALIDA,2)

Series names
Forecast name: costo_de_sf
S.E. (optional):
GARCH(optional):

Method
 Dynamic forecast
 Static forecast
 Structural (ignore ARMA)
 Coef uncertainty in S.E. calc

Forecast sample
2016q1 2030q4

Output
 Forecast graph
 Forecast evaluation

Insert actuals for out-of-sample observations

OK Cancel

Fuente. Tomada de la pantalla de E-views

Finalmente se obtuvo la gráfica de la tendencia dinámica de los datos estimados, al mismo tiempo que se creó una variable en el archivo que contiene los datos de la serie original, así como los datos que fueron obtenidos de la predicción.

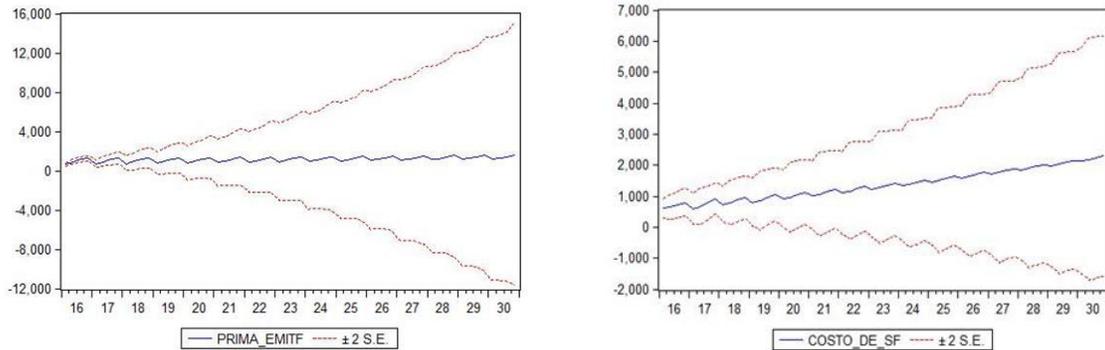
Tendencia dinámica de los datos estimados

Para ver en conjunto los datos y su comportamiento gráfico se seleccionan ambas variables, primero vamos a ver la tabla de datos donde la variable predictiva ya contiene los datos faltantes en la serie y original, y al graficar esa serie se puede ver en color rojo la serie original y el color azul la continuación de la serie original con los datos que fueron estimados.

Se puede observar que el monto de prima emitida (Gráfica 5.3.a) va a seguir teniendo un comportamiento creciente, sin embargo, va a seguir presentando fluctuaciones en todo el periodo estimado. En el caso del Costo de Siniestralidad (Gráfica 5.3.b) se puede observar que va a seguir teniendo un comportamiento creciente durante los 15 años estimados, pero cada vez va a presentar menos fluctuaciones.

CAPÍTULO 5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Gráfica 5.3 Tendencia dinámica de los datos estimados



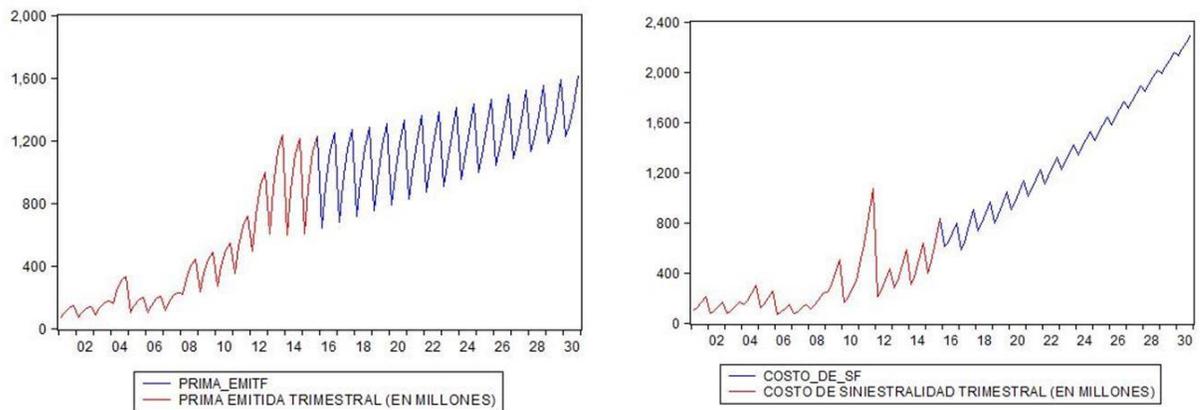
(a) Primas emitidas

(b) Costos de siniestralidad

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

Serie original y predicciones

Gráfica 5.4 Serie original y predicciones



(a) Primas emitidas

(b) Costos de siniestralidad

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos

CONCLUSIONES

En el presente trabajo de tesis se exploraron diferentes modelos paramétricos utilizados en la predicción de los Seguros Agropecuarios en México. Las series objeto de la predicción fueron las primas emitidas y los costos por siniestros; y el período de estimación muestral abarca del primer trimestre de 2001 al cuatro trimestre de 2015. Las predicciones se generaron a partir de modelos univariantes Arima, y el análisis inicia con el contraste de raíces unitarias para determinar si las series objeto de la modelación tienen raíz unitaria o no, es decir, si la serie necesita ser diferenciada para alcanzar o no la estacionariedad. Para probar lo anterior se realizaron tres pruebas.

Con base a los resultados obtenidos, se concluye que los Seguros Agropecuarios son un instrumento de gestión de riesgo bastante útiles para hacer frente a eventos adversos que provocan pérdidas de gran magnitud, sin embargo, es importante mencionar que estos instrumentos únicamente están al alcance de productores de altos niveles, esto se debe a que no existen programas que incluyan a los productores que se dedican a esta actividad para consumo propio. México, debido a su ubicación geográfica, es altamente propenso a enfrentar eventos climáticos que afectan las utilidades del sector primario.

Las grandes empresas del Sector Primario cuentan con mecanismos de tipo tecnológico que los ayudan a disminuir la probabilidad de pérdidas económicas en caso de ocurrir algún siniestro, si bien estos mecanismos no son 100% efectivos ante desastres naturales, plagas o enfermedades, se debe admitir que pueden mitigar las pérdidas en un gran porcentaje.

Otro factor que influye de manera importante en el consumo de seguros en México se relaciona con el desconocimiento de su forma de operación y la utilidad que tienen ante la ocurrencia de sucesos imprevistos. Es claro que no se han desarrollado políticas que fomenten el acceso a los seguros, y menos aún en el rubro de los seguros agropecuarios.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo la metodología de Box Jenkins resultó pertinente pues permitió la construcción de dos modelos capaces de describir de forma adecuada el comportamiento de dos variables de estudio: el monto de primas emitidas para seguros agropecuarios y el costo de siniestralidad de los seguros agropecuarios. Los modelos planteados cumplen con las condiciones que propone la metodología para que sean adecuados en la obtención de pronósticos.

Los modelos obtenidos fueron los siguientes: Arima (3, 2, 2) para la serie de monto de primas emitidas y Arima (12, 2, 7) para la serie de costo de siniestralidad

Estos modelos fueron utilizados para conocer el comportamiento futuro del aseguramiento agropecuario en el periodo comprendido entre enero de 2016 y diciembre de 2030. La información generada puede ser utilizada para una mejor toma de decisiones y para la implementación de políticas adecuadas que impulsen el desarrollo de esta rama de los seguros. Cabe mencionar que los pronósticos de las series de tiempo son más certeros en periodos de tiempo cortos, por lo tanto, las proyecciones de los últimos años resultan menos confiables comparadas con las de los primeros años.

En la hipótesis inicial de este trabajo se planteó que el monto de primas emitidas aumentaría con variaciones menores a las registradas en años pasados, y el costo de siniestralidad presentaría un crecimiento continuo con variaciones similares a las de los años anteriores.

Al finalizar el estudio se encontró que la hipótesis se cumple parcialmente para el monto de primas emitidas, la gráfica 5.4.a muestra que el comportamiento de la serie presenta picos que aumentan a lo largo del tiempo y no se registra un crecimiento muy notable. En la gráfica 5.4.b se muestra que para el caso del costo de siniestralidad, la hipótesis se cumple parcialmente debido a que la serie presenta un comportamiento más lineal a lo largo del tiempo con picos que disminuyen a lo largo del tiempo, pero crece de manera muy notable.

CONCLUSIONES

Es importante referir que dado que se trata de procesos estocásticos que por su naturaleza son indeterminísticos, se complica obtener un pronóstico certero porque las series de tiempo están expuestas a factores externos que no son predecibles. Sin embargo, la decisión de diseñar una metodología adecuada posibilita la predicción del comportamiento futuro de los procesos estocásticos mencionados. De la misma manera, es importante destacar que los pronósticos propuestos se hallan expuestos a los mismos factores externos, es decir cambios climáticos, enfermedades y plagas, por lo que no es posible tener la certeza absoluta de que el comportamiento futuro de las series estudiadas será como el propuesto.

BIBLIOGRAFÍA

Ariza, C. J. A. (2017). *El riesgo en la administración de empresas agropecuarias*. Recuperado de: <https://agroietal3.wordpress.com/el-riesgo-en-la-administracion-de-empresas-agropecuarias/>

Baquet, A., R. Hambleton, y D. Jose. (1997). *Introduction to risk management*. Risk Management Agency, USDA, Washington, DC, USA.

Bowerman, B. L.; O'Connell, R. T. y Koehler, A. B. (2007). *Pronósticos, series de tiempo y regresión. Un enfoque aplicado*. Cengage Learning. México.

Cabestany-Noriega, J., Hernandez-Hernandez, E., & Celaya-del-Toro, V. (2013). *La gestión de riesgos climáticos catastróficos para el sector agropecuario en México: Caso del Componente para la Atención a Desastres Naturales para el sector Agropecuario*. Recuperado de: <https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/20/13954329605800/cadena.pdf>

Castro, J. R. (1997). *Introducción al Análisis de Productores Financieros Derivados*. México: Limusa.

Centroamericano, S. C. A.. (2013). *Gestión integral de riesgos y seguros agropecuarios en Centroamérica y la República Dominicana: situación actual y líneas de acción potenciales*. Recuperado de: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27170/M20130038_es.pdf;jsessionid=AB9D7E5E3928C047D09276ED0031559C?sequence=1

Cortés Patiño, J. (2016). *Aplicación de series de tiempo en el Monitoreo Estructural*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.

De Arce, R., & Mahía, R. (2003). *Modelos Arima*. Departamento de Economía aplicada, Universidad Autónoma Metropolitana, México.

De la Fuente, S. (s/f) *Series temporales: Modelos ARIMA*. Universidad Autónoma de Madrid, España.

BIBLIOGRAFÍA

Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres (EIRD). (s/f). Gestión del Riesgo. Recuperado de: http://www.eird.org/cd/toolkit08/material/proteccion-infraestructura/gestion_de_riesgo_de_amenaza/8_gestion_de_riesgo.pdf.

Eviews (2017). EViews Help. USA. Recuperado de: <http://www.eviews.com/help/helpintro.html>.

González Casimiro, M. P. (2009). Análisis de series temporales: Modelos ARIMA. Universidad del País Vasco, España.

González Casimiro, M. P. (2009). Técnicas de predicción económica. Universidad del País Vasco, España.

González, M. P. (2009). Análisis de series temporales: Modelos ARIMA. Departamento de Economía Aplicada III (Econometría y Estadística), Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad del País Vasco, España.

Hatch, D., Núñez, M., Stephenson, K., y Vila, F. (2012). Los seguros agropecuarios en la americas: un instrumento para la gestión del riesgo. Recuperado de: <http://repiica.iica.int/docs/B2996e/B2996e.pdf>

Hatch, D., Núñez, M., y Vila, F. (2015). Desempeño del mercado de los seguros agropecuarios en las americas periodo 2008 – 2013. Recuperado de: <http://www.iica.int/es/content/desempe%C3%B1o-del-mercado-de-los-seguros-agropecuarios-en-las-am%C3%A9ricas>

Larios Rodríguez, I. N. & Figueroa, G.. (s/f). Proyecto de seguimiento a los cursos de Estadística. Universidad Autónoma de Sonora. Recuperado de: <http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/seriesdetiempo.pdf>

López, O.B. (2016). Administración de Riesgos Análisis de Riesgo y Portafolios de Inversión. Recuperado de: <http://herzog.economia.unam.mx/profesores/blopez/Riesgo-Pres5.pdf>

BIBLIOGRAFÍA

- Marín, J. M. (s/f). *Series Temporales*. Universidad Carlos III de Madrid, España. Recuperado de: <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/EDescrip/tema7.pdf>
- Maté, C. (2010). *Modelos Arima*. Departamento de Organización Industrial, Universidad Pontificia Comillas, Madrid, España
- Mauricio, J. A. (2007). *Análisis de Series Temporales*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid
- Núñez, M., y Vila, F. (2014). *Desarrollo de los agronegocios en américa latina y el caribe conceptos instrumentos proyectos de cooperación técnica*. Recuperado de: <http://repiica.iica.int/docs/B3255e/B3255e.pdf>
- Oliveros, H. (s/f) *Tendencias y series de tiempo*. Colombia University, Colombia. Recuperado de: http://ciphan.iri.columbia.edu/curso_andino/_downloads/tendencias_series_de_tiempo_oliveros.pdf
- Pérez Ramírez, F. O. y Pertuz Campo, J. (s/f). *ARIMA, ARCH, GARCH y Redes Neuronales: Modelos para pronosticar series de tiempo financieras*. Universidad El Bosque. Bogotá, Colombia.
- Ramírez, F. O. P., & Campo, J. P. (s/f). *ARIMA, ARCH, GARCH y redes neuronales: Modelos para pronosticar series de tiempo financieras*. Universidad el Bosque.
- Ruíz, S. C. (2009). *Estrategias de manejo del riesgo*. En A. Engler. (Ed). *Gestión del riesgo agropecuario*. (pp. 25 - 40) Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Sanjuán L., A. I. (2006). *Modelos de predicción aplicados a series de precios agrarios*. Gobierno de Aragón, España.
- Sanjuán, L. A. (2006). *Modelos de predicción aplicados a series de precios agrarios*. Centro de Investigación Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Gobierno de Aragón, España.

BIBLIOGRAFÍA

Torres, I. C. (2007). *Pronósticos en el mercado de derivados utilizando redes neuronales y modelos ARIMA: una aplicación al Cete de 91 días en el MexDer (Tesis doctoral)*, Universidad Nacional Autónoma de México.

Villareal, A. (2015). *La importancia del seguro agrícola en México. (Tesis de licenciatura)* Universidad Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila.

Villavicencio, J. (2010). *Introducción a series de tiempo. Instituto de Estadísticas de Puerto Rico. Recuperado de: <http://www.estadisticas.gobierno.pr/iepr/LinkClick.aspx>.*

Zayas, R.O. (2010). *Fondos de aseguramiento agropecuario y rural: La experiencia mexicana en el mutualismo agropecuario y sus organizaciones superiores. Madrid: Fundación MAPFRE.*

Zitec consultores. (2016). *Gestión de riesgos ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015, Recuperado de: <https://es.slideshare.net/zitecconsultores/gestion-de-riesgos-iso-90012015-e-iso-140012015>*