



# **COLEGIO DE POSGRADUADOS**

---

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA  
ECONOMÍA**

**“CÁLCULO DEL COSTO DE LA PRIMA DE UN SEGURO  
CONTRA CAÍDA DEL PRECIO DE MAÍZ BLANCO: CASO  
SINALOA”**

**Ana Laura Rivera Silva**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO**

**2010**

---

La presente tesis titulada: "Cálculo del Costo de una Prima de un Seguro Contra Caída del Precio de Maíz Blanco: Caso Sinaloa", realizada por la alumna: ANA LAURA RIVERA SILVA bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS  
SOCIECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA  
ECONOMÍA**

**CONSEJO PARTICULAR**

**CONSEJERO**

  
DR. JAIME ARTURO MATUS GARDEA

**Asesor**

  
DR. MIGUEL ÁNGEL MARTÍNEZ DAMIÁN

**Asesor**

  
DRA. ELIZABETH GONZÁLEZ ESTRADA

**Asesor**

  
DR. JUAN ENRIQUE RUBIÑOS PANTA

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Junio de 2010



---

## AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, (CONACYT), por el apoyo económico brindado para poder realizar mis estudios a través del Programa de Fomento, Formación, Desarrollo y Vinculación de Recursos Humanos de Alto Nivel.

Al Colegio de Posgraduados, (COLPOS), al Posgrado de Socioeconómica, Estadística e Informática por la proporcionarme el conocimiento necesario para realizar el presente trabajo.

A mi Consejero, Dr. Jaime Arturo Matus Gardea, por su constante apoyo y asesoría para la realización de la investigación y mi formación académica.

Al Dr. Miguel Ángel Martínez Damián por dirigir este trabajo, su paciencia y asesoría en todo momento para el desarrollo de la investigación; y por todo el apoyo y consejos brindados durante mi formación académica.

A la Dra. Elizabeth González Estrada, por todo el tiempo y paciencia para encausarme adecuadamente y poder realizar el presente.

Al Dr. Juan Enrique Rubiños Panta, por su continua asesoría y el apoyo brindado durante mi formación académica.

## AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A mi familia, por todo su cariño y apoyo incondicional, en especial a mis padres, quienes siempre están ahí para darme ánimos y amor.

Andrés Paredes por su apoyo y cariño

A mis amigos, con quienes cuento de forma incondicional, en especial a Ruby, Liss, Charo y Jazz, que a pesar de la distancia siguen siendo incondicionales.



## INDICE

<b>Índice de Cuadros</b> .....	vi
<b>Índice de Figuras</b> .....	vi
<b>Índice de Anexos</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>CAPITULO I: INTRODUCCIÓN</b>	
1.1.- Planteamiento del problema y justificación.....	1
1.2.- Objetivo General.....	3
1.3.- Objetivos Específicos.....	3
1.4.- Hipótesis.....	3
1.5.-Capitulado.....	4
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO-REFERENCIAL</b>	
2.1.- Maíz en México.....	5
2.2.- Política Agrícola en México.....	6
2.3.- Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA).....	7
2.4.- Apoyos Directos a Coberturas de Precios de Productos y Especies Elegibles (SAACPA).....	10
2.5.- Seguros Agrícolas.....	16
<b>CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
3.1.-Datos.....	23
3.2.- Modelo de regresión con datos de series temporales.....	24
3.3.- La función de autocorrelación (FAC) y función de autocorrelación parcial (FACP).....	26



3.4.- Pruebas de Raíces Unitarias.....	27
3.5.- La metodología Box y Jenkins para modelos ARIMA.....	29
3.6.- Modelos Autorregresivos AR (p).....	30
3.7.- Estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).....	31
3.8 Criterio de información Akaike (CIA).....	34
3.9.-Predicción en modelos de series temporales.....	35
3.10.-La prueba Shapiro-Wilk para bondad de ajuste a la normal.....	36
3.11.-La prueba $\chi^2$ de Pearson para bondad de ajuste.....	37
3.12.-Distribución Laplace.....	38
3.12.1.-Densidad de probabilidad.....	38
3.12.2.-Función de distribución acumulativa (CDF) Laplace.....	39
3.12.3.-Estimación de los parámetros Laplace.....	39
3.13.- Alcances y limitaciones.....	40
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS</b>	
4.1.-Análisis de los datos e identificación del modelo.....	41
4.2.-Estimación del modelo y sus parámetros.....	45
4.3.-Pruebas de bondad de ajuste para los residuales.....	46
4.4.- Predicción del precio.....	49
4.5.- Calculo del seguro.....	50
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES</b>	
CONCLUSIONES.....	53
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	55
<b>ANEXOS</b> .....	1-A

---

---

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Resultados de las Pruebas Dickey- Fuller (DF) y Dickey-Fuller Aumentado (ADF).....	41
Cuadro 2: Comprobación de Autocorrelación de Ruido Blanco.....	44
Cuadro 3: Comprobación de Autocorrelación de Ruido Blanco para el Modelo Ajustado.....	46
Cuadro 4: Estadística Shapiro-Wilk para el Modelo Ajustado.....	47
Cuadro 5: Precios Físico de Maíz Central de Culiacán, Sinaloa.....	50
Cuadro 6: Cuadro Comparativo de dos Pólizas Simuladas contra la Cobertura de ASERCA.....	52

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tabla de Precios de Primas de Opciones para Maíz, Cotización: 30 de Septiembre de 2009.....	12
Figura 2: Cálculo de los precios de las coberturas de ASERCA.....	13
Figura 3: Indicadores de los Seguros Agrícolas en México.....	22
Figura 4: Precios Físicos Reales de Maíz Blanco Sinaloa.....	41
Figura 5: a) Correlograma de la función de Autocorrelación.....	44
Figura 5: b) Correlograma de la Función de Autocorrelación Parcial.....	44
Figura 6: Histograma de los Residuales con Distribución Normal Ajustada.....	47
Figura 7: Histograma de los Residuales con Distribución Laplace Ajustada.....	49



## INDICE ANEXOS

ANEXO I: Serie de precios de maíz blanco (Central de Abastos de Culiacán).....	1-A
ANEXO II: Índice Nacional de Precios Productor (INPP) mensual base Diciembre 2003 y cambio año base.....	2-A
ANEXO III: Índice Nacional de Precios Productor (INPP) semanal base Septiembre 2009.....	3-A
ANEXO IV: Serie de precios deflactada de maíz blanco (base Septiembre 2009).....	4-A
ANEXO V: Programación empleada para modelado de la serie con el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS).....	5-A
ANEXO VI: Salida del programa estadístico Statistical Analysis System (SAS).....	7-A
ANEXO VII: Patrones teóricos de la función de autocorrelación (FAC) y autocorrelación parcial (FACP). ....	10-A
ANEXO VIII: Funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial para procesos AR (1) y AR (2).....	10-A
ANEXO IX: Residuales de la serie de precios deflactada de maíz blanco).....	11-A

## “CÁLCULO DEL COSTO DE LA PRIMA DE UN SEGURO CONTRA CAÍDA DEL PRECIO DE MAÍZ BLANCO: CASO SINALOA”

### RESUMEN

El presente trabajo compara el costo total de una póliza de seguros para la caída de precios del maíz blanco de Sinaloa contra el costo de la cobertura simple ofrecida por ASERCA. El comportamiento sistemático de los precios fue modelado con un modelo autorregresivo, mientras que la parte aleatoria fue manejada por un ajuste de una distribución de Laplace a los residuales. Los resultados muestran que la prima del seguro por tonelada es al menos tan buena como la prima para ofrecida para la cobertura de ASERCA. El diferencial del costo y el hecho de que una póliza de seguro opera directamente en pesos; muestran que el seguro es una alternativa para la gestión de riesgos en los precios del maíz, con una menor carga a los contribuyentes.

**Palabras clave:** ASERCA, cobertura, distribución Laplace, maíz, prima, seguro.





## **“ESTIMATED COST OF AN INSURANCE PREMIUM AGAINST THE FALLING PRICE OF WHITE CORN: CASE SINALOA”**

### ABSTRACT

This paper compares the overall cost of a price decrease insurance policy Sinaloa corn against the cost of simple hedging offered by ASERCA. The systematic behavior of prices was modeled by an autoregressive model while the random part was handled by adjusting a Laplace distribution to the residuals. Results show that the insurance premium per ton is at least as good as the premium for the hedging offered by ASERCA. The cost differential and the fact that an insurance policy operates directly in pesos; it show that insurance is an alternative for risk management on corn prices, with a less taxpayer burden.

Key words: ASERCA, hedging, insurance, Laplace distribution, premium.

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

#### **1.1.- Planteamiento del problema y justificación:**

Los productos agrícolas generan una porción representativa del ingreso de muchos países en desarrollo, sin embargo, los ingresos de los productores son inestables debido a las variaciones en los rendimientos, precios y condiciones climatológicas (Banco Mundial, 2003). A principios de los años ochenta se inicia una nueva política agrícola en México que tuvo como base la reducción en los subsidios a la producción, la eliminación del régimen de precios de garantía y el retiro del Estado en el proceso de comercialización; ya que el antiguo esquema de economía protegida dio como resultado caídas en precios a causa de una saturación del mercado en épocas de cosecha, lo cual merma el ingreso de los productores (ASERCA, 2010).

Ante las constantes fluctuaciones en los precios físicos de productos agrícolas que enfrentaban los productores, en 1993 Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA), organismo descentralizado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), creó el sub-programa Apoyos para adquisición de coberturas a Precios Agropecuarios (SAACPA), con el objetivo de mitigar el riesgo y asegurar un ingreso esperado para los productores, comercializadores y consumidores nacionales de productos agropecuarios y de pesca (ASERCA, 2010).

De acuerdo con el informe de resultados al cuarto trimestre del ejercicio fiscal 2009, ASERCA aportó \$ 6,388.7 millones de pesos en apoyo al Sub programa de coberturas, un 30.8 % más con respecto al 2007. En cuanto a los montos de apoyo otorgados a los productos elegibles, destacan en importancia los niveles de colocación en maíz con una participación del 54.7%, (PAPE, 2010). De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), actualmente el maíz representa el 65% de la producción de granos en México (2010), más del 90% de este es maíz blanco. El Estado de Sinaloa es el primer productor nacional de maíz de blanco con 49.2% de la producción nacional (SIAP, 2010) y es la entidad federativa con mayor participación en la colocación de solicitudes de cobertura. En años posteriores a 2008 los precios internacionales del maíz han sufrido fluctuaciones, debido, en gran medida, a la creciente demanda de maíz para la elaboración de biocombustibles como el etanol.

Si bien, el programa de cobertura simple que ofrece ASERCA administra el riesgo, los precios volátiles han incrementado el riesgo y los costos asociados con la comercialización de granos. En particular, han aumentado dramáticamente el costo de operaciones de cobertura en los futuros de granos (Schnepf, 2008). Una forma alternativa de administrar los riesgos asociados a la producción son los seguros agrícolas que son instrumentos de cobertura que van dirigidos a proteger la inversión de los productores (Zavala, 2010). El diferencial de costo, entre ambas opciones de cobertura y el hecho de que una póliza de seguro opera directamente en pesos; muestran que el seguro es una alternativa viable para la gestión de riesgos en los precios del maíz, con una menor costo al contribuyente.

## **1.2.- Objetivo General:**

Estimar el costo de una prima de un seguro contra la caída en el precio para maíz blanco del Estado de Sinaloa.

## **1.3.- Objetivos Específicos:**

- ❖ Determinar la Función de distribución de los residuales de la serie de precios físicos de maíz blanco del Estado de Sinaloa.
- ❖ Determinar el costo de una póliza de seguro contra la caída en el precio físico del maíz blanco bajo una probabilidad de ocurrencia del siniestro.
- ❖ Comparar el costo de una póliza de seguro contra la caída en el precio del maíz contra una cobertura simple para el precio de maíz que ofrece ASERCA.

## **1.4.- Hipótesis:**

La hipótesis sostenida es que el costo de la prima de un seguro contra la caída en el precio del maíz blanco que se comercializa en la Central de Abasto de Culiacán, Sinaloa es al menos tan costoso como una cobertura simple para el precio de maíz que ofrece ASERCA.

### **1.5.-Capitulado:**

El desarrollo de la presente tesis se planteó de la siguiente manera:

El capítulo I.- En este capítulo se determina el planteamiento del problema, el objetivo general y los objetivos específicos, así mismo se incluye la justificación y e hipótesis que contienen el estudio.

El capítulo II.- Este capítulo contiene el material de tipo referencial relevante y necesario para la investigación, el cual es una recopilación de literatura que contienen información de cómo operan ASERCA y los seguros agrícolas.

El capítulo III.- Muestra los materiales y métodos que se utilizaron para sustraer el comportamiento sistemático y del error aleatorio de la serie de precios reales de maíz blanco en Sinaloa.

El capítulo IV.- En este capítulo se muestran los resultados obtenidos de los métodos descritos en el capítulo III y la construcción de una póliza de precio contra la caída del precio del maíz.

El capítulo VI.- Se presenta las conclusiones a las que llega el presente trabajo.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO-REFERENCIAL

#### 2.1.- Maíz en México:

México posee alrededor de 30 millones de hectáreas para cultivo que son aproximadamente el 16% del territorio nacional y la actividad agrícola para 2006 represento el 3.6% del PIB nacional. México se caracteriza por ser un importante consumidor y productor de maíz. El maíz es el cultivo más importante en función de su producción, superficie cultivada y valor (García y Palacio, 2009). En México se cultivan dos variedades; el maíz amarillo que comúnmente se usa para el sector pecuario y maíz blanco que se emplea generalmente para consumo humano. Los ciclos productivos de este grano son primavera-verano y otoño invierno, y puede ser cultivo de temporal o de riego (SIAP, 2010).

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP, (2010), actualmente el maíz representa el 65% de la producción de granos en México, más del 90% de este es maíz blanco. El Estado de Sinaloa es el primer productor nacional de maíz de blanco con 49.2% de la producción nacional. Del total de la producción de maíz blanco de esta entidad, aproximadamente el 79.2% se destina al consumo humano, el 18% al sector pecuario y el 2.8% a la industria. En años posteriores a 2008 los precios internacionales del maíz han sufrido fluctuaciones, debido, en gran medida, a la creciente demanda de maíz para la elaboración de biocombustibles como el etanol.

## **2.2.- Política Agrícola en México:**

A principios de los años ochenta se inicia una nueva política agrícola en México que tuvo como base la reducción en los subsidios a la producción, la eliminación del régimen de precios de garantía, y el retiro del Estado en el proceso de comercialización (ASERCA, 2010).

A partir de 1988 la estrategia de la política agrícola en México se orientó a la competitividad y la introducción del sector agrícola al contexto internacional, esta estrategia resaltó la expansión del sector de frutas y hortalizas, que eran productos con una fuerte demanda principalmente en Estados Unidos; por otro lado, se descuidó el sector de los granos, que conforman un sector básico en México (García et al, 2009).

Desde 1989 a 1994 la política agrícola en México se basó en la eliminación de los precios de garantía, excepto para el maíz y el frijol hasta 1994. En el sexenio del presidente Zedillo se creó el programa Alianza para el Campo que se orientaba a ampliar las habilidades de los agricultores e incentivar el desarrollo tecnológico para incrementar la competitividad del sector. Finalmente, durante la gestión del presidente Fox se da un nuevo impulso al Programa de Apoyos a la comercialización y promulgó la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) (García et al, 2009).

La política agrícola en México, desde los años ochenta, se guió por el proceso de apertura comercial que se inició con la incorporación de México al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) en 1986 y el Tratado de Libre

Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994. A partir de los años ochenta, las importaciones agrícolas se incrementaron en mayor proporción que las exportaciones, debido a la reducción de barreras comerciales sobre los productos agrícolas protegidos. Las importaciones de maíz en años recientes se han incrementado, de 1994 a 2000 en casi 100% y para 2006 aumentaron un 23% más (García et al, 2009).

Los productos agrícolas generan una porción representativa del ingreso de muchos países en desarrollo, sin embargo, la entrada en vigor del TLCAN empeoró la situación de los pequeños productores que representan el 80% del total de los agricultores en México. La política agrícola en México se ha enfocado al apoyo al ingreso agrícola, sin embargo en ocasiones estas políticas han tenido impactos negativos en el sector disminuyendo la producción, el empleo en el campo y capitalizando las oportunidades que ofrece la apertura comercial a la economía nacional (García et al, 2009).

### **2.3.- Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA):**

La desintegración de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO) y el retiro del Estado del proceso de comercialización de granos creó problemas en el almacenamiento, transporte y venta de los mismos (García et al, 2009). En solución a esto, en abril de 1991, el gobierno creó Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA) con el objetivo de contar con una herramienta para apoyar e impulsar comercialización de la producción agropecuaria para beneficiar a los



productores de frente a la apertura comercial y liberación de los mercados (ASERCA, 2010).

Entre las funciones que tiene esta institución destacan apoyar el fortalecimiento de la comercialización agropecuario a través de apoyos fiscales a la comercialización de granos y oleaginosas; y el operar y administrar el Programa de Apoyos Directos al Campo, PROCAMPO, (ASERCA, 2010).

El Programa apoya únicamente la comercialización de la producción y no directamente el ingreso de los productores, ofreciéndole al comprador un precio al que le sea indiferente comprar el producto nacional o importado, y estimular la preferencia por productos nacionales (García et al, 2009).

Entre los programas de apoyo que ofrece se encuentran: *PROCAMPO, Sistema de Garantías y Acceso Anticipado a Pagos Futuros del PROCAMPO, Registro Alterno, Programa Soporte y Programa de Atención a Problemas Estructurales (Apoyos Compensatorios)* (ASERCA, 2010).

El Programa de Atención a Problemas Estructurales (Apoyos Compensatorios) tiene como objetivo apoyar a los productores a incrementar sus márgenes de operación por medio de apoyos compensatorios de sus ingresos e insumos energéticos de forma temporal, aminorando la incertidumbre en sus procesos de comercialización (ASERCA, 2010). De acuerdo con ASERCA (2010), este programa a su vez, está integrado por cinco subprogramas, los cuales se describen a continuación:

- I) Apoyos para la adquisición de Coberturas de Precios Agropecuarios (SAACPA): El Objetivo de este subprograma es proteger el ingreso esperado de los participantes, reduciendo el riesgo frente fluctuaciones desfavorables en los precios internacionales de sus productos, por medio de coberturas de precios operadas con instrumentos bursátiles del mercado de futuros.
- II) Ingreso Objetivo: El objetivo de este es apoyar a que los productores a aumentar sus márgenes de operación por medio de apoyos compensatorios a sus ingresos e insumos energéticos de forma temporal, y así fortalecer su participación en los mercados. El apoyo complementario que ellos reciben se obtiene de restar el ingreso objetivo menos precio de mercado reconocido por la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- III) Convenios de Concertación: Los Convenios de Concentración son documentos por medio de los cuales ASERCA otorga apoyos adicionales a los Componentes de Apoyo en regiones con problemas específicos de comercialización. SAGARPA determina los lineamientos y sujetos de apoyo de este programa que son publicados en el Diario Oficial de la Federación.
- IV) Ordenamiento del Mercado de Granos y Oleaginosas: Este subprograma tiene por objetivo apoyar comercialización granos forrajeros nacionales por medio de un esquema de agricultura por contrato. Bajo este esquema el productor vende al comprador su producto antes de cosecharlo y bajo condiciones específicas establecidas como son el precio, volumen, calidad, condiciones de pago, etc. Este esquema se compone por seis subprogramas: Acceso a

Granos Forrajeros, Apoyo para Almacenaje de Granos y Oleaginosas o Subprograma de apoyo a la Pignoración, Apoyo a la Exportación de Granos y Oleaginosas, Apoyo a Fletes de Granos y Oleaginosas, Apoyos a la Agricultura por Contrato y Apoyo a la Inducción de Patrones de Producción de Oleaginosas.

- V) Esquemas de Comercialización Específicos: Son apoyos directos a productores pecuarios y compradores por medio de sus organizaciones para compensar los costos generados por la movilización de los granos, almacenaje y fletes, acceso a granos forrajeros nacionales o para la exportación; además de tener acceso a un apoyo complementario al ingreso en agricultura por contrato y de compensación de bases, entre otros. Este subprograma cuenta con dos esquemas; el de Compras Anticipadas y Comercialización de Frijol.

#### **2.4.- Apoyos Directos a Coberturas de Precios de Productos y Especies Elegibles (SAACPA):**

Ante las constantes fluctuaciones en los precios físicos de productos agrícolas que enfrentaban los productores, en 1993 ASERCA, creó el sub-programa Apoyos para adquisición de coberturas a Precios Agropecuarios (SAACPA), con el objetivo mitigar el riesgo y asegurar un ingreso esperado para los productores, comercializadores y consumidores nacionales de maíz, trigo, sorgo, soya, cártamo, algodón, café, jugo de naranja, cacao, productos pecuarios (bovino y porcino) insumos agropecuarios y de pesca. Este esquema tiene cobertura nacional; de 1996 a 2006 han participado 25 Entidades Federativas, los estados que aun no se integran son Aguascalientes, Colima, Guerrero, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán (ASERCA, 2010).

Una cobertura es un instrumento financiero que tiene como objetivo disminuir una pérdida atribuible a fluctuaciones en los precios de un determinado activo a través de inversiones compensatorias (Hull, 2009). Una ventaja de utilizar las coberturas como instrumentos de gestión de riesgo, es que permite a los agricultores adaptarse a las caídas de precios de más largo plazo. Además, pueden usar dichos instrumentos para vender sus productos en momentos más favorables y obtener mejores precios. (Banco Mundial, 2003).

Las coberturas de precios que ofrece ASERCA son operadas generalmente a través de instrumentos del mercado de futuros llamados opciones. Las opciones son instrumentos financieros que dan a su poseedor la alternativa de vender o comprar un contrato a futuro al precio de ejercicio durante la vigencia de la opción. Las opciones que opera ASERCA son colocadas en dos bolsas bursátiles dependiendo del producto del que se trate. El maíz, trigo, soya, ganado porcino en canal y bovino en pie y en engorda se colocan en el Chicago Board of Trade, CBOT y Chicago Mercantile Exchange, CME, ahora CME Group Inc. después de la fusión en 2007; y el algodón, café y jugo de naranja en el New York Board of Trade, NYBOT (ASERCA, 2010).

En la Figura 1 se muestra una tabla como las que publica ASERCA diariamente a más tardar a las nueve de la mañana de cada día hábil. El costo de las coberturas es conocido por sus participantes desde su colocación. Las tablas de los precios de cobertura se calculan considerando la prima fuente de cierre del día anterior en la bolsa de futuros que corresponda dependiendo del producto del que se trate más las comisiones por

correduría y de Nacional Financiera S. N. C. (NAFIN) más una tasa de protección o fondo de contingencia (ASERCA, 2009).

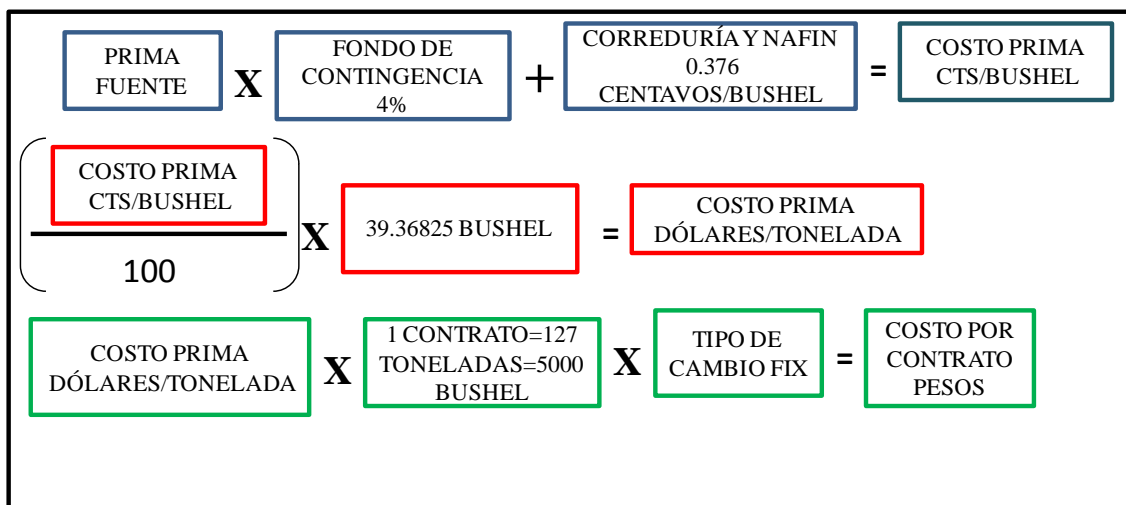
TABLA DE PRECIOS DE PRIMAS DE OPCIONES 'PUT' PARA MAIZ								
PRECIO DE EJERCICIO		COSTO DE LA PRIMA	COSTO POR TONELADA	COSTO POR CONTRATO		PAGO DEL PRODUCTOR (PESOS)		PRIMA FUENTE
CTS DLRS / BUSHEL	USDLRS / TON	CTS / BUSHEL	DÓLARES	PESOS	COBERTURA SIMPLE			
				DEPÓSITO CUENTA ASERCA				
DICIEMBRE 9								
330	129.92	14.156	5.57	707.80	9,591.61	4,795.81		13.25
340	133.85	19.226	7.57	961.30	13,026.86	6,513.43		18.125
350	137.79	25.206	9.92	1,260.30	17,078.70	10,565.27		23.875
MARZO 0								
340	133.85	22.476	8.85	1,123.80	15,228.95	7,614.48		21.25
350	137.79	27.676	10.90	1,383.80	18,752.29	9,376.14		26.25
360	141.73	33.786	13.30	1,689.30	22,892.21	13,516.07		32.125
TABLA DE PRECIOS DE PRIMAS DE OPCIONES 'CALL' PARA MAIZ								
DICIEMBRE 9								
330	129.92	25.596	10.08	1,279.80	17,342.95	10,477.19		24.25
340	133.85	20.266	7.98	1,013.30	13,731.53	6,865.77		19.125
350	137.79	15.846	6.24	792.30	10,736.69	5,368.35		14.875
MARZO 0								
340	133.85	37.036	14.58	1,851.80	25,094.30	14,308.82		35.25
350	137.79	31.836	12.53	1,591.80	21,570.96	10,785.48		30.25
360	141.73	27.546	10.84	1,377.30	18,664.21	9,332.10		26.125
		BUSHEL	TONELADA	PRECIO DE LOS FUTUROS		29-septiembre-09		
1 CONTRATO =		5,000	127.0058994	VENCIMIENTO	CTS DLRS / BUSHEL	VAR.	USDLRS / TON	
1 TONELADA =		39.36825		DICIEMBRE 9	341.00	2.250	134.25	
				MARZO 0	354.00	2.750	139.36	
TIPO DE CAMBIO FIX PUBLICADO POR EL BANCO DE MÉXICO = 13.5513 PESOS/DÓLAR								

**Figura 1: Tabla de Precios de Primas de Opciones para Maíz, Cotización : 30 de Septiembre de 2009**

Fuente: INFOASERCA,2009.

El precio de ejercicio sombreado en azul en la Figura 1 es el precio sugerido por ASERCA para contratar la cobertura, mismo que proporciona la bolsa de futuros; sin embargo, cada participante puede contratar al precio que desee, pagando el importe que corresponde al diferencial entre los precios de ejercicio (ASERCA, 2009). El precio de ejercicio es un precio al que se puede comprar o vender un activo subyacente de un instrumento financiero como las opciones o futuros (Heras, 2001). En este caso, el precio de ejercicio es el precio que se establece en el contrato y se realiza la cobertura (DOF, 2003).

Las coberturas de maíz son operadas por CME Group. En la Figura 2 se muestra el proceso del cálculo de los precios de las coberturas. El valor de la prima fuente esta dado en centavos de dólar por bushel. Los contratos que opera ASERCA cubren 127 toneladas que son aproximadamente 5000 bushel, que es el volumen que contiene un contrato de cobertura americano. El costo de la correduría para Septiembre de 2009 fue de 18.80 dólares americanos por contrato, esto dividido entre 5000 bushel y multiplicado por 100 da la comisión de la corredura y NAFIN por centavo por bushel. El valor del fondo de contingencia para 2009 fue del 4% del valor de prima fuente (Información Personal). Los contratos de ASERCA tienen una vigencia mínima de un mes y como máximo tres meses (DOF, 2003). El tipo de cambio que utiliza ASERCA es el tipo FIX que publica todas la mañanas Banco de México (INFOASERCA, 2009).



**Figura 2: Cálculo de los precios de las coberturas de ASERCA**

Fuente: Elaboración propia con información de ASERCA, 2009 y DOF, 2003.

El participante puede operar con dos tipos de coberturas: contra caídas en los precios, que es realizada a través de opción *put* y contra alzas en los precios que es realizadas a

través de opción *call*; este último instrumento sólo puede ser operado en la cobertura de Agropecuaria por Contrato. De acuerdo a la Modalidad o Esquema de Cobertura inscrito por el participante, el costo de la cobertura puede ser pagado parcial o totalmente por ASERCA, el cual puede eventualmente, puede ser recuperado (ASERCA, 2010).

Las modalidades de coberturas que ofrece ASERCA son (ASERCA, 2010):

*Cobertura Simple:* La modalidad de cobertura simple pone al alcance del productor instrumentos que le permiten cubrirse a la baja de precios denominados *put* y es subsidiada en 50% del precio total de la cobertura por ASERCA (DOF, 2003). La opción *put* otorga el derecho y no la obligación de vender un contrato a futuro al precio de ejercicio, durante su vigencia.

*Cobertura Agropecuaria por Contrato:* Esta modalidad tiene por objetivo estimular la realización de contratos de compraventa a término que den certidumbre de que los productos van a ser comercializados al momento de la cosecha a través de coberturas *put* y *call*, dependiendo de las características en las que allí pactado el precio del producto. Cuando se halla pactado un precio fijo, las opciones *put* serán asignadas al comprador y las *call* al vendedor; cuando en el contrato se estableció un precio indexado a un futuro las asignaciones se hacen a la inversa (DOF, 2003). El subsidio que otorga ASERCA puede ser del 100% para el productor y el 50% para el comprador sobre el precio de la prima o el 100% en ambos casos.

Cobertura para Riesgos Financiero: El objetivo de esta cobertura es proteger a los exportadores de productos agrícolas del riesgo cambiario que enfrentan ya que sus pagos son realizados con moneda extranjera como puede ser el dólar. En esta modalidad el subsidio que aporta ASERCA es del 50% (DOF, 2003).

Cobertura para Pignoración: Esta cobertura tiene como finalidad apoyar a las organizaciones de productores inscritos el Subprograma de Apoyos a la Pignoración, a través de opciones *put* y el subsidio es del 100% (DOF, 2003).

Cobertura de Servicio: Esta cobertura va dirigida a interesados, que son productores o comercializadores, pero no son sujetos directos de apoyo, y desean cubrirse de las fluctuaciones de precios bajo la asesoría de ASERCA. En este caso el interesado paga el 100% de la cobertura.

Para todas las coberturas, en el caso de que existan beneficios generados por la cobertura se distribuirán como sigue; primero se reembolsara al productor o interesado la aportación que realizo, después ASERCA recupera la aportación subsidiada y el remanente se entrega en su totalidad al productor o interesados (DOF, 2003).

De acuerdo con el informe de resultados al cuarto trimestre del ejercicio fiscal 2009, ASERCA apporto \$ 6,388.7 millones de pesos en apoyo al sub programa de coberturas, un 30.8 % más con respecto al 2007. En cuanto a los montos de apoyo otorgados a los productos elegibles, destacan en importancia los niveles de colocación en maíz con una participación del 54.7%, le siguen el trigo con el 18.9%, sorgo con el 19.5%, porcino con el 4.3 % y algodón con 2% (PAPE, 2010). Esta elevada participación en maíz se



debe a que México se caracteriza por ser un importante consumidor y productor de maíz, en especial de maíz blanco. Sinaloa es la entidad federativa con mayor participación en la colocación de solicitudes en el programa de cobertura con el 32% en 2009 del total de la colocación; principalmente participo con coberturas para el precio de maíz (PAPE, 2010).

Los precios volátiles han incrementado el riesgo y los costos asociados con la comercialización de granos. En particular, han aumentado dramáticamente el costo de operaciones de cobertura en los futuros de granos (Schnepf, 2008). Las coberturas que ofrece ASERCA tienen algunas desventajas a considerar además del costo elevado por los subsidios que otorga, ya que las coberturas, no sólo están sujetas a la volatilidad de los precios internacionales, sino también a la variación del tipo de cambio Fix, incrementos considerables en las tasa de interés en el corto plazo en Estados Unidos, que encareciera el valor de la prima; además el adquirir una cobertura de precios por parte de ASERCA no garantiza el precio físico al que se va a comercializar el producto, ya que este depende de la oferta y demanda en el mercado nacional (ASERCA, 2010).

### **2.5.- Seguros Agrícolas:**

Una forma alternativa de administrar los riesgos asociados a la actividad agrícola son los seguros agrícolas que son instrumentos de cobertura que van dirigidos a proteger la inversión de los productores con el fin de aminorar las pérdidas económicas y de esta forma no atentar contra el patrimonio del asegurado (Zavala, 2010). Un seguro es un dispositivo social por el cual los riesgos inherentes de un fenómeno o ente se agrupan y

combinan para volverlos certeros. Para que un riesgo sea asegurable debe contar con algunas características como son (Picos y Valero, 2007):

- El fenómeno debe ser posible y aleatorio.
- El elemento o fenómeno a asegurar debe producir una necesidad patrimonial.
- Evitar asegurar riesgos en los cuales el asegurado pueda lucrar.
- El riesgo que se cubre debe estar bien delimitado.
- Los riesgos que se cubren deben ser de un mismo tipo.

De acuerdo con García y Metelli (2008) para determinar el costo de un seguro se deben considerar algunos otros costos como son:

- Prima pura o de riesgo
- Fondo de Contingencia
- Impuestos
- Costos administrativos
- Costo financiero

La prima o precio que cobrará la compañía por cada póliza adquirida es una variable fundamental que afecta los ingresos de las aseguradoras, ya que si su valor no se calcula de forma adecuada, las aseguradoras pueden sufrir pérdidas si el valor del siniestro supera el monto de pólizas vendidas (Durán y Otero, 2008).

La prima pura o de riesgo es la prima que cuantifica el costo esperado al siniestro, sin incluir gastos de administración, comisiones, entre otros; es decir la parte de la prima que valora de manera estricta el riesgo. Para calcularlo se debe multiplicar la frecuencia del siniestro, **f**, por el costo medio del mismo, **cm** (Picos et al, 2007). El diccionario de seguros MAPFRE menciona que el costo medio, es el valor que se calcula dividiendo el coste total de los siniestros de un periodo entre el número de siniestros que

corresponden a dicho período (Fundación MAPFRE, 1992). El cálculo de esta depende la disposición de datos que se tienen.

Para determinar el costo de la prima es necesario conocer la frecuencia del siniestro, que es el número de siniestros previsto. Para poder calcular la frecuencia o probabilidad de ocurrencia es necesario tener una serie histórica del fenómeno para determinar la función de distribución a la que mejor se ajustan dichos datos y calcularla frecuencia del siniestro (Durán et al., 2008).

Para estimar el costo total de una prima se suman los gastos de administración, comisiones y recargos a la prima pura. Los recargos o deducible de contingencia se destina a cubrir las desviaciones aleatorias desfavorables del siniestro esperado. En definitiva, el costo de la prima total depende de la prima pura que se establezca y de otros gastos atribuibles de forma más específica a la política llevada a cabo por la entidad aseguradora (Herraz, Guerrero y Segovia, 2007). Es importante considerar que la cobertura debe estar sujeta a deducibles o coaseguros lo suficientemente altos para controlar de manera eficiente problemas de riesgo moral (Goodwin y Mahul, 2004).

Al igual que los deducibles, los contratos son instrumentos que deben promoverse porque proteger a las aseguradoras del problema de selección adversa, ya que los productores buscan un seguro, en la mayoría de las ocasiones cuando esperan un año malo, además ofrecen una mayor estabilidad financiera a los mercados emergentes de seguros agropecuarios (Goodwin et al, 2004).

La actividad del mercado del seguro hasta ahora, ha tenido impacto en el sector bancario y en el desarrollo económico de los países (Levine, 2005); en la actualidad las instituciones bancarias establecen como requisito que los participantes en actividades agrícolas que desean financiamiento cuenten con algún tipo de instrumento de gestión de riesgo.

Los gobiernos regularmente ofrecen subsidios a cierta población para minimizar la ocurrencia de siniestros, sin embargo, ocurre que a medida que los programas se expanden el apoyo ánima a las personas que se coloquen en situaciones socialmente indeseables. Además, en ocasiones los principios actuariales que rigen los seguros no son compatibles con los principios que rigen a los programas de seguros patrocinados por el gobierno, ya que las directrices en los seguros suelen ser muy rígidas para alcanzar los objetivos sociales (Goodwin et al, 2004). Cuando el proyecto es público, los costos y los beneficios se transforman en sociales y se manifiesta en términos de bienestar de la población (Lancieri y Nava, 2008).

En ocasiones los productores muestran poco interés en adquirir las coberturas de los seguros porque tienen la sensación de que el costo es elevado y no compensa las pérdidas que pudieran tener con el siniestro. De forma general podemos decir que los productores en ocasiones se comportan como un agente con escasa aversión al riesgo (Lancieri et al., 2008). Las bajas rentabilidades del sector agropecuario han servido para desincentivar al productor a tomar un seguro; dicho de otra manera aunque al productor le interese asegurarse, su presupuesto y escala de prioridades, deja relegada esta opción

(Lancieri et al., 2008). A pesar de que la mayoría de los productores perciben al seguro como un gasto, este representa una cobertura para obtener un ingreso estable (García et al., 2008).

Por otro lado, existe el problema de la selección adversa, que se origina cuando una de las partes contratantes de una cobertura de riesgo cuenta con información que la otra parte desconoce y la usa a su favor; en el caso de los seguros, las personas que compran coberturas tienen una idea más certera de los riesgos a los que están expuestos que el asegurador (Cano y Cano, 2009). De forma adicional, la selección adversa tiene influencia en el costo del seguro y lo eleva ya que el productor se mostrará más interesado en comprar el seguro cuando la magnitud de la pérdida potencial sea superior a la normal (García et al., 2008).

Por lo anterior, para tratar de disminuir la incidencia de esta selección adversa las aseguradoras establecen un área o volumen mínimo a asegurar, también establecen una fecha de contratación lo suficientemente anticipada al comienzo de la temporada a la ocurrencia del riesgo que se está cubriendo (García et al., 2008). Otra estrategia que emplean los seguros trata de aminorar este problema tratando de medir la probabilidad del siniestro y ajustando los precios que se cobran dependiendo el nivel de riesgo a asegurar (Cano et al., 2009). Regularmente las personas que tienen más probabilidad de sufrir un siniestro son las que están interesadas en contratar instrumentos de cobertura.

El riesgo moral es otro problema que se presenta en el ámbito de los seguros, y se origina cuando los participantes asegurados contratan una cobertura contra algún siniestro y posteriormente crean de forma intencional situaciones en las que aumenta la probabilidad de que ocurra el siniestro que se cubrió para obtener un beneficio (Miranda, 1991).

Con el fin de combatir el riesgo moral el seguro agrícola requiere cobrar un deducible, que es un porcentaje determinado del rendimiento que obtendría de forma normal el productor. Esta medida limita la cobertura ofrecida por el seguro y reduce el valor individual del productor (Miranda, 1991). Además, el monto que asegura en cualquier siniestro se encuentra por debajo de su valor para evitar que las personas se vean motivadas a provocar dichos siniestros, de hecho si el riesgo moral es muy grande regularmente no existen seguros que deseen cubrir el siniestro (Cano et al, 2009).

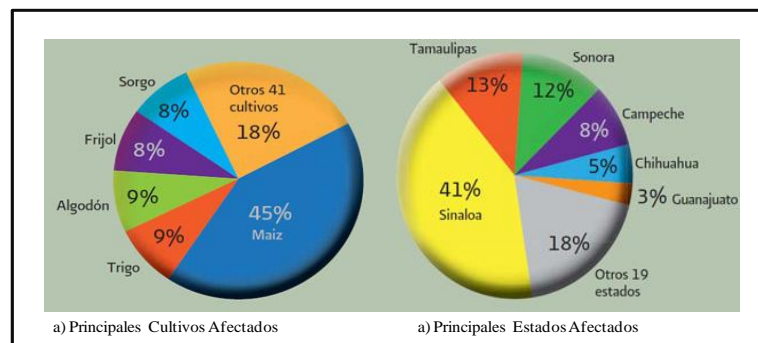
Los productores están mejor informados sobre la distribución de sus cultivos y están en mejores condiciones para evaluar las primas de la aseguradora, ya que estos últimos carecen de acceso a datos fiables sobre el rendimiento individual (Miranda, 1991). En la mayoría de los casos, los productores esperan que las indemnizaciones que les proporcione el seguro sean mayores a las primas que pagaron y de esta forma la aseguradora presenta desembolsos superiores a sus ingresos obtenidos por las primas totales, y, en el largo plazo, la operación de seguros pierde dinero. Los esfuerzos de la aseguradora para evitar estas pérdidas, se enfocan en elevar el valor de las primas. Otros

problemas asociados a los seguros Agrícolas incluyen los altos costos administrativos (Miranda, 1991).

Algunas herramientas que se utilizan para incentivar al productor a adquirir este tipo de cobertura son (Lancieri et al., 2008):

- a) Concientizar al productor sobre las ventajas del Seguro Agrícola como herramienta de cobertura.
- b) Proveer de información a los productores sobre el riesgo cubierto.
- c) Subsidios a la prima de seguro pagada por el productor.

México ha sido considerado como uno de los países más importantes en la actividad agrícola y con poca propensión a utilizar los seguros. Datos del Sistema Nacional de Aseguramiento Rural (SNAMR) muestra que para el año 2009 del total de seguros adquiridos contra granizo, sequia, helada, entre otros; el 54.5 % se localizaban los estados de Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz y que el cultivo más asegurado es el maíz con un 45% del total de las coberturas, le sigue el trigo, caña, sorgo, frijol, cebada, algodón, soya, garbanzo, arroz y otros, lo cual se puede corroborar en la Figura 3 (Zavala, 2010).



**Figura 3: Indicadores de los Seguros Agrícolas en México**

Fuente: Zavala, 2010.

## CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1.-Datos

Para calcular la prima del seguro del precio del maíz blanco para el Estado de Sinaloa, se utilizaron datos deflactados semanales de los precios físicos de maíz blanco. La serie con la que se trabajó está compuesta por 105 observaciones y abarca del 3 de octubre de 2007 al 30 de Septiembre de 2009 (Anexo IV).

La serie de precios se construyó con base en los precios publicados los días miércoles de cada semana por la Secretaría de Economía, a través del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados, SE-SNIIM (2009). Estos datos son los precios a los que se comercializa el maíz blanco en la Central de Abastos de Culiacán y se eligió, preferentemente, el maíz que tuviera origen de Sinaloa (Anexo I), ya que esta entidad federativa tiene la mayor participación en la colocación de solicitudes en el programa de cobertura de ASERCA y ocupa el primer lugar en producción de maíz blanco a nivel nacional.

Para deflactar la serie y obtener los precios reales del maíz se utilizó el Índice Nacional de Precios Productor mensual con base diciembre 2003 que publica Banco de México (2009), el cual se cambió de año base a Septiembre 2009 (Anexo II) y se interpoló para obtener un índice semanal (Anexo III). Para la realización de este estudio se utilizó el programa estadístico *Statistical Analysis System* (SAS), la programación empleada se muestra en el Anexo V.



Como primer paso para la construcción de una póliza de precio se tomaron los precios reales del maíz y se les ajustó un modelo de serie de tiempo con el objeto de sustraer el comportamiento sistemático de la serie, para ello se estimó un modelo ARIMA por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (M.C.O.). Para elegir el modelo más apropiado se consideró el Criterio de Información de Akaike. Por otra parte, para aquella parte que contiene el comportamiento no esperado, es decir los residuales, se le ajustó una distribución con el propósito de dar estructura al comportamiento de dicho error aleatorio; para el caso de los datos con los que se están trabajando se ajustó a una distribución Laplace. Finalmente, con dicha distribución se calculó la frecuencia del siniestro, y esto dio pauta para construir la póliza que cubre una caída de precio.

A continuación se muestran los diversos conceptos teóricos que se utilizaron y auxiliaron a la estimación de la prima del seguro del precio del maíz blanco para el Estado de Sinaloa.

### **3.2.- Modelo de regresión con datos de series temporales**

Las series temporales o procesos estocásticos son una única realización de un suceso aleatorio. Un proceso estocástico es un conjunto de variables aleatorias ordenadas en el tiempo (Gujarati, 2003). El tiempo es un factor importante en las series, por la cronología de las observaciones. La regresión con datos de series temporales tiene el objetivo de analizar un modelo que busca explicar el comportamiento de una serie temporal,  $Y$ , utilizando la información exógena o variable explicativa que también son series temporales, y que pueden ser valores pasados; las cuales se designa como  $X_1, X_2, \dots, X_k$  y además, perturbaciones o errores aleatorios  $\varepsilon_t$  (Pérez, 2003).

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \dots + \beta_k X_{tk} + \varepsilon_t \quad t = 1, 2, 3, \dots, T$$

donde  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  son los parámetros que denotan la magnitud que las variables exógenas tienen sobre la variable endógena  $Y_t$  y  $\beta_0$  es el término constante o independiente del modelo. Las propiedades de  $Y$  se describen mediante sus momentos como son su media y varianza, es decir en su distribución de probabilidad. Los modelos de regresión se formulan bajo algunos supuestos clásicos como son (Pérez, 2003):

- Las variables exógenas son deterministas, ya que su valor es constante en el tiempo y no están correlacionadas con el término del error  $\varepsilon$ , por lo que  $E(\varepsilon|X_1, X_2, \dots, X_k) = 0$  (hipótesis de exogeneidad).
- El término de error  $\varepsilon$ ,  $\{\varepsilon_t\}, t = -\infty, +\infty$ , es una variable aleatoria con esperanza nula  $E[\varepsilon_t] = 0$ , y matriz de covarianzas escalar, es decir, que la varianza,  $Var[\varepsilon_t] = \sigma^2$ , no depende del tiempo (hipótesis de homoscedasticidad) y además tiene  $Cov[\varepsilon_i, \varepsilon_j] = 0$  para todo  $i \neq j$  instante temporal (hipótesis de no autocorrelación).
- La variable  $Y$  es aleatoria, ya que depende de la variable  $\varepsilon$  que también es aleatoria por lo que le transmite la aleatoriedad. La relación entre las variable  $Y$  y las variable exógenas es lineal (hipótesis de linealidad).
- Los supuestos asumen ausencia de errores de especificación y que las variables exógenas son linealmente independiente.
- El modelo considera que los residuales,  $\varepsilon_t$ , se comportan conforme a una distribución normal.

Bajo el contexto antes mencionado se puede afirmar que  $\varepsilon_t$  se generó por un proceso en el cual su media y varianza no cambian en el tiempo y, además, el valor de la covarianza entre dos periodos sólo depende de los rezagos entre ellos y no del tiempo en el cual se ha calculado (Greene, 1999). Los procesos estocásticos son descritos por sus momentos. La media del error aleatorio está dada

por  $u_t = E(X_t) = \mu$ , que además comúnmente es una función del tiempo (Gujarati, 2003). En procesos estacionarios la media del proceso se estima mediante  $\bar{X} = \sum_t^T \frac{X_t}{T}$ .

La función de autocovarianza se define por  $\gamma_k = E(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu)$ , donde  $\gamma_k$ , la covarianza o autocovarianza al rezago k, entre los valores  $X_t$  y  $X_{t+k}$ .

A partir de la función arriba descrita se obtiene la función de varianza,  $\gamma_0 = var(X_t) = E(X_t - \mu)^2 = \sigma^2$

### 3.3.- La función de autocorrelación (FAC) y función de autocorrelación parcial (FACP):

La función de autocorrelación (FAC) al rezago k, se define como

$$\hat{\rho}_k = \frac{\hat{\gamma}_k}{\hat{\gamma}_0}$$

donde  $\hat{\gamma}_k$  la covarianza estimada al rezago k y  $\hat{\gamma}_0$  la varianza estimada.  $\rho_k$  es un número sin unidad entre -1 y +1. En la práctica sólo se puede calcular la autocorrelación muestral. Cuando se grafica  $\rho_k$  contra k se obtiene un correlograma. La función de autocorrelación de las series estacionarias disminuye sensiblemente a medida que aumenta el desfase temporal de k. La covarianza muestral estimada al rezago k,  $\gamma_k$  y la varianza muestral,  $\gamma_0$  se calcula de la siguiente forma:

$$\hat{\gamma}_k = \frac{\sum(X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X})}{n}; \quad \hat{\gamma}_0 = \frac{\sum(X_t - \bar{X})^2}{n}$$

donde n es el tamaño de la muestra y  $\bar{X}$  es la media muestral. Para un proceso ruido blanco, las autocorrelaciones en distintos rezagos se localizan al rededor de cero. A través de la función de autocorrelación se puede determinar si se está trabajando con una serie estacionaria o no (Gujarati, 2003).

La función de autocorrelación parcial (FACP) puede estimarse mediante una serie de regresiones; cada una de las cuales contienen como variable explicativa un retardo más que la anterior, y de la que se quedan en cada caso con los coeficientes en los retardos más altos:  $\varphi_{11}, \varphi_{22}, \dots$  que son los valores estimados de la función de autocorrelación parcial. Una forma alternativa para estimar FACP se hace mediante las formas recursivas Yule-Walker (Pérez, 2006).

Para probar la hipótesis conjunta de que todos los coeficientes de autocorrelación son simultáneamente igual a cero, se utiliza la estadística  $Q$  de Box y Pierce, que está dada por

$$Q = n \sum_{k=1}^m \hat{\rho}_k^2$$

donde  $n$ =tamaño de muestra y  $m$ = la longitud del rezago. Esta prueba es para probar si los residuales son ruido blanco. Una variante de la estadística  $Q$  es la estadística Ljung-Box (LB) se define como:

$$LB = n(n+2) \sum_{k=1}^m \left( \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \right) \sim X^2 m$$

El estadístico  $Q$  y  $LB$  siguen la distribución ji-cuadrada con  $m$  grados de libertad; para una muestras pequeñas el estadístico  $LB$  posee mejores propiedades (Gujarati, 2003).

### 3.4.- Pruebas de Raíces Unitarias

Para poder estimar un modelo de series de tiempo se requiere que la serie cumpla con la condición de estacionariedad (Martínez y Martínez, 2006), que quiere decir que no es un proceso de raíz unitaria. Cuando el orden de integración de un proceso estocástico es cero,  $I(0)$ , el proceso es estacionario.

Una serie de tiempo o proceso estocástico es estacionario si los vectores  $[X_{t1}, X_{t2}, \dots, X_{tn}]$  y  $[X_{t1+s}, X_{t2+s}, \dots, X_{tn+s}]$  tienen la misma función de probabilidad, independientemente de  $s$ , para cualquier  $n$  dado; lo que implica que la media y la varianza es constante y no depende del tiempo. El problema de trabajar con series integradas o no estacionarias, es que existe autocorrelación entre las observaciones y da origen a modelos que indican, equivocadamente, que son estadísticamente correctos (Pérez, 2006).

Para comprobar si una serie es estacionaria se le puede aplicar pruebas de raíz unitaria como la de Dickey- Fuller (DF) o Phillips-Perron. La idea general detrás de la prueba de raíz unitaria es hacer la regresión de  $Y_t$  sobre su valor rezagado (de un periodo)  $Y_{t-1}$  y se averigua si la  $\rho$  (coeficiente de la serie rezagada) estimada es estadísticamente igual a 1 (Pérez, 2006). La prueba Dickey- Fuller (DF) en su versión más simple, parte de considerar el siguiente proceso generador para una serie:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t$$
$$Y_0 = 0 \quad \varepsilon_t \rightarrow Niid(0, \sigma^2)$$

Cuando  $\rho$  es igual a 1, se da el problema de raíz unitaria; es decir una serie no estacionaria, sin embargo cuando  $|\rho| < 1$  se puede demostrar que la serie de tiempo es estacionaria (Pérez, 2006). Si se quiere contrastar la hipótesis nula de que  $\rho=1$  contra la alternativa  $|\rho| < 1$ , se utilizan las tablas de valores críticos de Dickey-Fuller, DF, (1976). Los valores de estas tablas corresponden a tres posibles modelos posibles:

Modelo sin constante:  $Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t$

Modelo con constante:  $Y_t = \mu_b + \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t$

Modelo con constante y tendencia:  $Y_t = \mu_b + \gamma_c t + \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t$

La elección del tipo de modelo de ajuste que se utilice está determinado por la información que se posea del proceso generador de los datos (Pérez, 2006). Para el caso del presente estudio se eligió el modelo con constante o media simple, ya que es el que mejor se ajusta a la serie de datos con la que se está trabajando. Existe una corrección de la prueba DF, que se conoce como prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF), en esta versión se parte de la hipótesis general que consiste en corregir la idea original considerando que  $Y_t$  sigue un proceso AR (p), el contraste de esta prueba se basa en la estimación mínimo cuadrática del coeficiente  $\rho$  y se expresa de la siguiente forma (Pérez, 2006):

$$Y_t = \sum_{i=0}^p \rho Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \rightarrow \text{Niid}(0, \sigma^2)$$

Para el caso del modelo con el que se estamos trabajando se tiene:

$$Y_t = \mu_b + \rho Y_{t-1} + \sum_{i=0}^{p-1} \gamma_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

donde  $\varepsilon_t$  es un término de error puro con ruido blanco y  $\Delta Y_{t-i}$  es el número de términos de referencia rezagados.

### 3.5.- La metodología Box y Jenkins para modelos ARIMA

Un modelo ARIMA (*AutoRegressive Integrated Moving Average*) es un modelo estadístico que permite predecir valores de una variable en función de sus valores pasados sin necesidad de información de otras variables; los modelos ARIMA muestran una ecuación que permite describir un valor como una función lineal de observaciones anteriores y errores aleatorios, además puede incluir componentes cíclicos o estacionales (Pérez, 2006).

Los autores antes mencionados establecieron una serie de fases para poder modelar series temporales, las cuales son:

- i) Identificación del modelo: Recolección de datos, representación gráfica, análisis de la estacionariedad, transformaciones para lograr estacionariedad y eliminar la tendencia de ser necesario e identificación del modelo.
- ii) Estimación del modelo: Cálculo de los estimadores y residuales del modelo; y validación del modelo: Contrastes para verificar si el modelo es adecuado.
- iii) Predicción: El modelo se utiliza para predecir periodos y se evalúa su capacidad predicción.

### 3.6.- Modelos Autorregresivos AR (p)

Pérez (2006) comenta que un modelo autorregresivos describe una clase particular de proceso en el que la predicción se base en observaciones pasadas más un término de error. Este tipo de procesos se representan por ARIMA (p,0,0) o de forma reducida como AR (p), cuya expresión matemática es:

$$Y_t = \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + a_t$$

Un proceso autorregresivo AR (p) se define por las siguientes funciones:

$$\text{Varianza: } \gamma_0 = \varphi_1 \gamma_1 + \varphi_2 \gamma_2 + \dots + \varphi_p \gamma_p + \sigma_a^2$$

donde  $\varphi_p \gamma_p + \sigma_a^2$  es el último término.

$$\text{Función de autocovarianza: } \gamma_k = \varphi_1 \gamma_{k-1} + \varphi_2 \gamma_{k-2} + \dots + \varphi_p \gamma_{k-p} \quad k \geq 1$$

$$\text{Función de autocorrelación FAC: } \rho_k = \varphi_1 \rho_{k-1} + \varphi_2 \rho_{k-2} + \dots + \varphi_p \rho_{k-p} \quad k \geq 1$$

Función de autocorrelación parcial FACP:

$$\rho_{kk} = \begin{cases} \rho_1 & \text{Para } j=1 \\ \frac{\rho_2 - \rho_1^2}{1 - \rho_1^2} & \text{Para } j=2 \\ \begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \dots & \rho_{p-2} & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \dots & \rho_{p-3} & \rho_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho_{p-1} & \rho_{p-2} & \dots & \rho_1 & \rho_p \end{vmatrix} & \text{Para } j=p \\ \begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \dots & \rho_{p-2} & \rho_{p-1} \\ \rho_1 & 1 & \dots & \rho_{p-3} & \rho_{p-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho_{p-1} & \rho_{p-2} & \dots & \rho_1 & 1 \end{vmatrix} & \text{Para } j=p \\ 0 & \text{Para } j > p \end{cases}$$

### 3.7.- Estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

El método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) fue desarrollado por el matemático alemán Gauss. Los MCO poseen propiedades estadísticas que los hacen sumamente atractivos como métodos de estimación en los análisis de regresión (Pérez, 2006).

El análisis econométrico con datos de series presenta ciertas características que no presentan los datos de corte transversal, y es necesario darles un trato especial cuando se aplican MCO. Una característica a considerar es que los datos de series temporales vienen dados con un orden temporal determinado, por lo que el pasado afecta el futuro, pero no a la inversa, además se debe asumir intuitivamente que la serie de tiempo cumple con el requisito de ser resultado de variable aleatorias, puesto que el resultado de estas variable no es conocido (Pérez, 2006).

De acuerdo con Gujarati (2003), Martínez et al. (2006) y Pérez (2006) para obtener el estimador de MCO de  $\beta$ , se escribe la regresión:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \dots + \beta_k X_{tk} + \varepsilon_t \quad t = 1, 2, 3, \dots, T$$

La cual se puede escribir en notación matricial como:

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (3.1)$$



y de esta forma se tiene:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{21} & X_{31} & \dots & X_{k1} \\ 1 & X_{22} & X_{32} & \dots & X_{k2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & X_{2n} & X_{3n} & \dots & X_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

donde  $\mathbf{y}$  es un vector columna de  $n$  elementos,  $\boldsymbol{\beta}$  es un vector columna de  $k+1$  elementos compuestos por los coeficientes de regresión y  $\boldsymbol{\varepsilon}$  es un vector columna con  $n$  residuos. Los estimadores de MCO se obtienen minimizando la suma de los residuos al cuadrado, SRC, (Gujarati, 2003), es decir, los MCO asumen que la función que mejor se ajusta a la serie es la que minimiza la varianza del error  $\boldsymbol{\varepsilon}$ , lo que es equivalente a:

$$S(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k) = \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2 = \sum (y_t - (\beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \dots + \beta_k x_{tk}))^2 \tag{3.2}$$

a partir de la ecuación  $\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}$ , se obtiene  $\boldsymbol{\varepsilon}$  el error de observación:

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \tag{3.3}$$

Por lo tanto la suma de cuadrados de los errores es:

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon} &= (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\ &= \mathbf{y}'\mathbf{y} - 2\boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y} + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \end{aligned} \tag{3.4}$$

El objetivo es estimar  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$  de forma tal que  $\sum \hat{\varepsilon}_t^2$

$$\sum e^2 = \mathbf{e}'\mathbf{e} = \sum (y_t - (\beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \dots + \beta_k x_{tk}))^2$$

sea lo más pequeño posible. Lo anterior se logra diferenciando parcialmente la ecuación 3.4 con respecto a  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ , e igualando a cero las expresiones que resulten, así se tiene:

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial \beta_0} &= 2 \sum_{t=1}^T (y_t - (\beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \dots + \beta_k x_{kt}))(-1) = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial \beta_1} &= 2 \sum_{t=1}^T (y_t - (\beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \dots + \beta_k x_{kt}))(-x_{1t}) = 0 \\ &\vdots \\ \frac{\partial S}{\partial \beta_k} &= 2 \sum_{t=1}^T (y_t - (\beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \dots + \beta_k x_{kt}))(-x_{kt}) = 0 \end{aligned}$$

Lo que da como resultado:

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^T y_t &= n\beta_0 + \beta_1 \sum_{t=1}^T x_{1t} + \dots + \beta_k \sum_{t=1}^T x_{kt} \\ \sum_{t=1}^T y_t x_{1t} &= \beta_0 \sum_{t=1}^T x_{1t} + \beta_1 \sum_{t=1}^T x_{1t}^2 + \dots + \beta_k \sum_{t=1}^T x_{1t} x_{kt} \\ &\vdots \\ \sum_{t=1}^T y_t x_{kt} &= \beta_0 \sum_{t=1}^T x_{kt} + \beta_1 \sum_{t=1}^T x_{kt} x_{1t} + \dots + \beta_k \sum_{t=1}^T x_{kt}^2 \end{aligned}$$

El proceso antes mencionado produce  $k+1$  número de ecuaciones simultáneas con  $k+1$  incógnitas (Gujarati, 2003). En notación matricial se tiene:

$$(\mathbf{X}'\mathbf{X})\boldsymbol{\beta} = \mathbf{X}'\mathbf{y} \quad (3.5)$$

La matriz  $(X'X)$  proporciona las sumas simples de cuadrados y productos cruzados de las variables  $X$ . En la ecuación 3.5 la incógnita es  $\beta$ . Aplicando álgebra matricial se obtiene:

$$\beta = (X'X)^{-1}X'y \quad (3.6)$$

La ecuación 3.6 muestra cómo se estima el vector  $\beta$  a partir de los valores observados para  $X$  y  $Y$ .

### 3.8 Criterio de información Akaike (CIA)

El criterio de información de Akaike (CIA), es un estadístico de la calidad del ajuste de un modelo estimado y muestra la pérdida relativa de información cuando se utiliza un determinado modelo para explicar la variable dependiente. El criterio de información de Akaike se basa en la teoría de información y propiedades del método de máxima verosimilitud. Este estadístico es una herramienta que nos permite seleccionar el modelo más adecuado entre un grupo de modelos propuestos. La teoría detrás del CIA se basa en la entropía, que es la medida del riesgo asociado a una distribución de probabilidad (Peña Sánchez y Arnáiz, 1981). El criterio de información de Akaike se basa en la ecuación:

$$I(g:f) = \int g(x) \ln \frac{g(x)}{f(x)} dx$$

Esta ecuación representa la variación de información de pasar de una función inicial  $g(x)$  a la función  $f(x)$ , y esto es la reducción de la entropía; comúnmente el resultado de esta es positivo al menos que ambas distribuciones coincidan en algún punto. Suponga que  $g(x)$  es una función de una variable y  $f(x|\theta)$  un grupo de modelos paramétrico, donde  $\theta$  es un vector de parámetros. El objetivo del CIA es elegir el modelo que minimice la cantidad de información requerida para

pasar de  $f(x|\theta)$  a  $g(x)$ , es decir, el elegir el modelo más próximo al modelo teórico (Peña Sánchez et. al, 1981). El CIA esta dado por:

$$CIA = -2(\sum_{i=1}^N \ln f(x_i|\theta)) + 2K$$

donde K es el número de parámetros estimados y  $\theta$  es el estimador de máxima verosimilitud. Se puede hacer una aplicación de este criterio a modelos ARMA (*AutoRegresive Moving Average*), donde su función de máxima verosimilitud es:

$$\ln(\theta, \sigma_a^2) = f(\theta) - \frac{N}{2} \ln \sigma_a^2 - \frac{\sum a_t^2}{2\sigma_a^2}$$

donde  $\theta$  es el vector de parámetros del modelo y  $f(\theta)$  es eficiente en muestras de tamaño grande.

En base a la ecuación anterior se tiene:

$$CIA = -2 \left( -\frac{N}{2} \ln \sigma_a^2 - \frac{\sum a_t^2}{2\sigma_a^2} \right) + 2K$$

$$CIA = N \ln \hat{\sigma}_a^2 + N + 2K$$

donde N es el número total de datos utilizados y K es el número de parámetros estimados para un modelo (Peña Sánchez et. al, 1981).

### 3.9.-Predicción en modelos de series temporales

La predicción es un intento de anticipar el futuro. Si se estima el modelo  $Y = X\beta$  y se obtiene el modelo estimado  $\hat{Y} = X\hat{\beta}$ , y se tiene que  $\hat{Y}_0 = X_0\hat{\beta}$  es un estimador lineal insesgado, el cual resulta óptimo para el pronóstico de Y, para un valor dado de  $X_0$  de X (Pérez, 2006).

La predicción óptima es aquella con un error cuadrático medio de predicción mínimo en un horizonte  $l$ ,  $Z_t(l)$ , de tal manera que  $E[e_t^2(l)] = E\{[X_{t+1} - Z_t(l)]^2\}$  sea mínimo. En términos generales se puede decir que la predicción viene dada por la esperanza condicionada de  $X_{t+1}$ , es decir,  $Z_t(l) = E[X(t+1)/(X_t, X_{t-1}, \dots, X_{t-l})]$  (Pérez, 2006).

### 3.10.-La prueba Shapiro-Wilk para bondad de ajuste a la normal

Es estadístico Shapiro-Wilk es una prueba de bondad de ajuste, que determina si una serie de observaciones,  $x_1, \dots, x_n$ , sigue una distribución similar a la de la normal, de forma estadística se define como (Shapiro y Wilk, 1965):

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

donde  $\bar{x}$  es la media de la muestra,  $x_{(i)}$  es el  $i$ -ésimo número más pequeño de la muestra y  $a_i$  son constantes dadas por:

$$(a_1, \dots, a_n) = \frac{m^T V^{-1}}{(m^T V^{-1} V^{-1} m)^{1/2}}$$

donde  $m(m_1, \dots, m_n)$  y  $m_1, \dots, m_n$  son los valores esperados del estadístico de la normal estándar, y  $V$  es la matriz de covarianzas. La hipótesis nula establece que los datos se distribuyen de forma normal. Cuando el valor del estadístico es muy pequeño se rechaza hipótesis nula (Shapiro et al., 1965).

### 3.11.-La prueba $\chi^2$ de Pearson para bondad de ajuste

La prueba  $\chi^2$  de Pearson es considerada como una prueba no paramétrica que mide la discrepancia entre una distribución observada y otra teórica, es decir la bondad de ajuste, indicando si la frecuencia de las observaciones de una muestra son similares a los de una distribución teórica específica. Lo primero que se hace para realizar la prueba de bondad de ajuste es calcular la estadística chi -cuadrada, la cual se calcula encontrando la diferencia entre cada frecuencia observada y teórica, tal resultado se eleva al cuadrado y finalmente se divide por el total de la muestra y se hace la suma de los resultados, dicho de otra manera (Plackett, 1983):

$$\chi^2 = \sum_i \frac{(\text{observaciones}_i - \text{teórica}_i)^2}{\text{teórica}_i}$$

Cuanto más se aproxima a cero el valor de  $\chi^2$ , más se ajustan los datos a una distribución. Los grados de libertad, denominado g.l. están dados por:

gl=  $(m-p-1)$ . Donde  $m$  es el número de clases y  $p$  es el número de parámetros.

La regla de decisión establece que se acepta la hipótesis nula,  $H_0$ , cuando  $X^2 < X_t^2$  estimada, donde  $t$  representa el valor proporcionado por tablas, según el nivel de significación estadística que se eligió. Las frecuencias teóricas se calculan con la función de probabilidad de la distribución que se quiere contrastar. La prueba de chi cuadrado asume que la muestra a contrastar es aleatoria y de tamaño lo suficientemente grande para evitar cometer error de tipo II; también supone un adecuado ancho de clase, en promedio se sugieren 5, además supone que las observaciones son independientes (Plackett, 1983).

### 3.12.-Distribución Laplace

La distribución Laplace es una función de distribución continua también conocida como doble exponencial, ya que es considerada como la relación de las densidades de dos distribuciones exponenciales contiguas. Esta distribución es el resultado de la diferencia de dos variables exponenciales aleatorias, independientes e idénticamente distribuidas y con varianzas,  $2b^2$  (Norton, 1984).

### 3.12.1.-Densidad de probabilidad

Una variable aleatoria tiene distribución Laplace  $(\mu, b)$  si su función de probabilidad es

$$f(x|\mu, b) = \frac{1}{2b} \exp\left(-\frac{|x - \mu|}{b}\right) \text{ si } x \geq \mu$$

$$f(x|\mu, b) = \frac{1}{2b} \exp\left(-\frac{|\mu - x|}{b}\right) \text{ si } x < \mu$$

donde  $\mu$  es un parámetro de localización y  $b > 0$  es un parámetro de escala. El dominio de esta distribución está dado por  $x \in (-\infty; +\infty)$ .

La función de distribución de Laplace muestra cierta familiaridad con la distribución normal, sin embargo la distribución de Laplace se expresa en términos de la diferencia absoluta  $|x - \mu|$  y la segunda en términos de la diferencia al cuadrado  $(x - \mu)^2$ ; además la función Laplace muestra colas más gruesas que la distribución normal (Norton, 1984).

### 3.12.2.-Función de distribución acumulativa (CDF) Laplace

La función de distribución de Laplace es la integral de la distribución y se expresa de la siguiente forma (Norton, 1984):

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(u) du$$

$$F(x) = 1 - \frac{1}{2b} \exp\left(-\frac{x - \mu}{b}\right) \text{ si } x \geq \mu$$

$$F(x) = \frac{1}{2b} \exp\left(-\frac{\mu - x}{b}\right) \text{ si } x < \mu$$

La generación de variables que tienen una distribución de Laplace con parámetros  $\mu$  y  $b$ , se basa en la función de distribución acumulada inversa definida como (Norton, 1984):

$$F^{-1}(p) = \mu - b \operatorname{sgn}(p - 0.5) \ln(1 - 2|p - 0.5|)$$

Dada un variable aleatoria  $U$  uniforme sobre el intervalo  $[0,1]$ , lo anterior se puede resumir (Norton, 1984):

$$X = \mu - b \operatorname{sgn}(U) \ln(1 - 2|U|)$$

### 3.12.3.-Estimación de los parámetros Laplace

Norton (1984) menciona que el estimador  $\hat{\mu}$  es la mediana empírica. La media es el valor que ocupa la posición central cuando los datos son ordenados por su tamaño (Johnson y Kuby). El parámetro de escala,  $\hat{b}$ , se estima por máxima verosimilitud de la siguiente forma (Norton, 1984):

$$\hat{b} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_i - \hat{\mu}|$$

donde  $N$  es una muestra de variables independientes e idénticamente distribuidas (IID).

### 3.13.- Alcances y limitaciones:





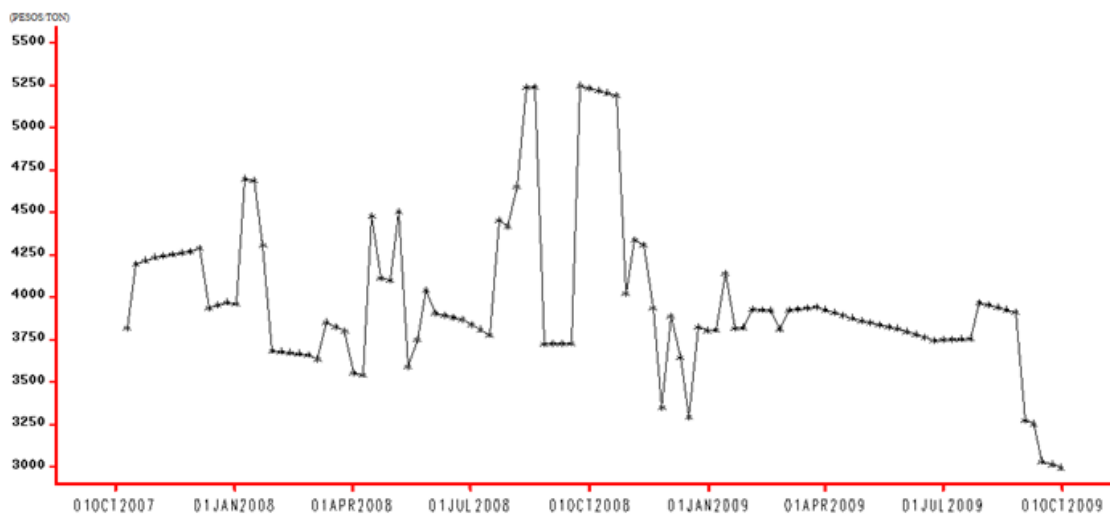
En el presente estudio sólo se calcula la prima del seguro del precio del maíz blanco para el Estado de Sinaloa que se comercializa en la Central de Abasto y abarca el periodo del 3 de octubre de 2007 al 30 de Septiembre de 2009. El análisis que se realizó fue estacional, ya que la información se tomó en un lapso determinado de tiempo y posteriormente podría cambiar. Se planeó sólo determinar la función de distribución y el costo de la prima del seguro para una sola clase de póliza de seguro agrícola.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

En este apartado se presenta la modelación de la serie de tiempo de maíz blanco con base a la metodología de Box y Jenkins y el cálculo de la prima de riesgo.

### 4.1.-Análisis de los datos e identificación del modelo

La representación grafica de la serie de tiempo nos permite analizar de forma visual el comportamiento de la serie y decidir sobre la estacionaridad de la misma. La Figura 4 muestra el comportamiento del los datos con los que se está trabajando y presentan un comportamiento fluctuante con saltos de octubre 2007 a enero 2009; con periodos de precios más constantes los últimos meses y refleja un comportamiento estacionario, aunque resultó necesario calcular estadísticos de prueba para confirmarlo.



**Figura 4: Precios Físicos Reales de Maíz Blanco Sinaloa**

Fuente: Elaboración Propia con Información del Anexo IV.

Para poder ajustar un modelo de serie de tiempo a los precios reales de maíz blanco se les aplico las Pruebas de Dickey- Fuller (DF) y Dickey-Fuller Aumentado (ADF), para un modelo con media simple y así poder detectar la presencia de raíces unitarias, los resultados se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1: Resultados de las Pruebas Dickey- Fuller (DF) y Dickey-Fuller Aumentado(ADF)**

<b>Tipo</b>	<b>Prueba</b>	<b>Tau</b>	<b>Pr &lt; Tau</b>
<b>Media simple</b>	<b>DF</b>	<b>-4.07</b>	<b>0.0017</b>
	<b>ADF</b>	<b>-3.64</b>	<b>0.0066</b>

Fuente: Elaboración Propia con Información del Anexo IV.

### **Prueba de Hipótesis:**

$H_0: \delta=0; \rho = 1$  (Es no estacionaria)

$H_a: \delta < 0$  (Es estacionaria)

### **Reglas de decisión las Pruebas DF y ADF:**

Si el valor de probabilidad de Tau es menor que el valor de  $\alpha=0.05$  se rechaza la hipótesis nula.

### **Contraste Dickey Fuller (DF):**

Tau;  $0.00176 < 0.05$  ∴ Se rechaza la hipótesis nula, la series es estacionaria.

### **Contraste Dickey Fuller Aumentado (ADF):**

Tau;  $0.0066 < 0.05$  ∴ Se rechaza la hipótesis nula, la series es estacionaria.

Los resultados del Cuadro 1 muestran que el valor de probabilidad de los estadísticos Tau son inferiores a 0.05, lo que muestra que no se rechaza la hipótesis de que la serie es estacionaria o no integrada y se puede proceder a la identificación del modelo que se aplicará.

Para identificar el modelo más adecuado se calcularon funciones de autocorrelación (FAC) y autocorrelación parcial (FACP), cuya base teórica se presentó en el capítulo tres. La forma que tiene cada una de estas funciones muestra un indicio del modelo que se puede aplicar, es común que se elijan los modelos más simples. En este caso para la identificación del modelo se utilizará como auxiliar el anexo VII que muestra una tabla con algunos patrones teóricos de la función de autocorrelación (FAC) y autocorrelación parcial (FACP).

La Figura 5 a), que es el correlograma de la función de autocorrelación presenta un patrón sinusoidal decreciente y a la vez los rezagos decrecen de forma exponencial. Por otro lado, la Figura 5 b), que es el correlograma de la función de autocorrelación parcial muestra picos grandes a largo de los rezagos que muestra la grafica. Con base a los anexos VII y VIII y el correlograma de la Figura 5 a), podemos definir que se trata de un modelo autorregresivo. El correlograma de la Figura 5 b) muestra que se trata de un AR (4) o un AR (6) ya que los picos de los rezagos 4 y 6 son los más largos, los picos fuera de la banda roja dan una idea del orden de la estructura autorregresiva.

Para probar la hipótesis conjunta de que todos los coeficientes de autocorrelación son simultáneamente igual a cero o no, se calculó la estadística Ljung-Box (LB), es importante en este punto que la serie este correlacionada para poder ajustarle alguna estructura ARIMA a la serie.

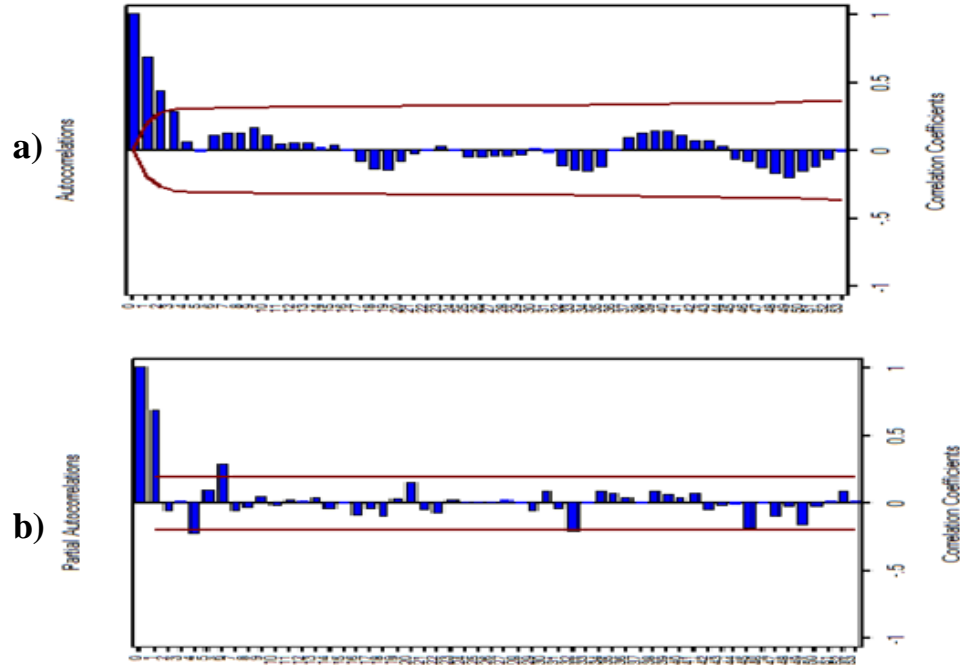


Figura 5: a) Correlograma de la función de Autocorrelación. b) Correlograma de la Función de Autocorrelación Parcial.

Fuente: Elaboración Propia con Información del Anexo I.

Los valores de probabilidad de chi-cuadrado del Cuadro 2 muestran valores por debajo de los niveles usuales de 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que la serie estacionaria es no ruido blanco.

**Cuadro 2: Comprobación de Autocorrelación de Ruido Blanco**

Autocorrelación del ruido blanco									
Retardo	Chi-cuadrado	DF	Pr > Chi Sq	Autocorrelaciones					
6	79.91	6	<.0001	0.672	0.435	0.280	0.063	-0.010	0.109
12	88.54	12	<.0001	0.126	0.123	0.170	0.103	0.037	0.046
18	93.19	18	<.0001	0.046	0.033	0.051	-0.001	-0.090	-0.150
24	97.86	24	<.0001	-0.159	-0.091	-0.037	-0.013	0.021	-0.008

Fuente: Elaboración Propia con Información del Anexo IV.

#### 4.2.-Estimación del modelo y sus parámetros

En el apartado anterior se sugirieron dos modelos a estimar autorregresivos un modelo AR (4) y un AR (6). La estimación de ambos modelo se realizó a través de una regresión por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Para elegir el mejor ajuste para el modelo con el que se trabajará se considero el criterio de Akaike, que es un estadístico que ayuda a la elección de modelos. Para el modelo AR(4) se tiene un criterio de información de 1519.342 y para el modelo AR(6) se tiene un criterio de información 1514.409, bajo este criterio, el modelo que se debe elegir es el AR(6) ya que es el modelo más próximo al modelo teórico. La diferencia en ambos criterios es de menos de un punto porcentual 0.3247%. De acuerdo a lo anterior y al principio de parsimonia, que establece que cuando más de un modelo se ajuste a la serie con la que se trabaja, siempre se debe tomar el modelo más sencillo que explique el fenómeno con un grado correcto de precisión; por lo que se elige el modelo Autorregresivo de orden cuatro AR (4) como el modelo de mejor ajuste.

Una vez que se identificó el modelo, se procedió a la estimación de los coeficientes obteniendo los siguientes valores:

$$\hat{\theta}_0 = 1468.841$$

$$\hat{\theta}_1 = 0.760948$$

$$\hat{\theta}_2 = -0.0836$$

$$\hat{\theta}_3 = 0.184935$$

$$\hat{\theta}_4 = -0.2319$$

Con los cuales el modelo estimado es:

$$Y_t = 1468.841 + 0.760948Y_{t-1} - 0.0836Y_{t-2} + 0.184935Y_{t-3} - 0.2319Y_{t-4} + \varepsilon_t$$

donde  $\hat{Y}_t$  es el precio del maíz blanco,  $Y_{t-k}$ ,  $k = 1,2,3y4$ , son valores retardados del precio de maíz y  $\varepsilon_t$  es el error aleatorio. Para poder corroborar que el modelo que se estimó fuera correcto se verificó la validez del modelo por medio de la prueba Ljung-Box (LB), que considera la hipótesis conjunta de que todos los coeficientes del residual; una vez que se ajusto el modelo en cuestión; son simultáneamente igual a cero o no lo son, los resultados se muestran en el Cuadro 3.

**Cuadro 3: Comprobación de Autocorrelación de Ruido Blanco para el Modelo Ajustado.**

Autocorrelación del ruido blanco									
Retardo	Chi-cuadrado	DF	Pr > Chi Sq	Autocorrelaciones					
6	5.79	6	0.4473	0.024	0.051	0.004	-0.076	-0.127	0.168
12	10.59	12	0.5643	0.118	0.024	0.146	0.006	-0.062	-0.054
18	15.38	18	0.6355	0.063	-0.050	0.132	0.048	-0.009	-0.113
24	18.41	24	0.7829	-0.126	0.007	0.036	0.014	0.068	0.036

Fuente: Elaboración Propia con Información del Anexo IX.

Los valores de probabilidad de chi-cuadrado de la Cuadro 3 son superiores a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis nula, lo que indica que la serie estacionaria es ruido blanco, lo que implica que el modelo identificado ajusta de forma adecuada.

#### 4.3.-Pruebas de bondad de ajuste para los residuales

Se tienen 101 residuales (Anexo IX) producto del modelo ajustado, a los cuales se les aplicó una prueba de bondad de ajuste para saber si los residuales con los que se trabajó siguen una distribución normal. La prueba que se le aplicó para determinar si la serie de residuales sigue una distribución similar a la de la normal fue el estadístico Shapiro-Wilk. La hipótesis nula establece que los datos se distribuyen de forma normal, dado

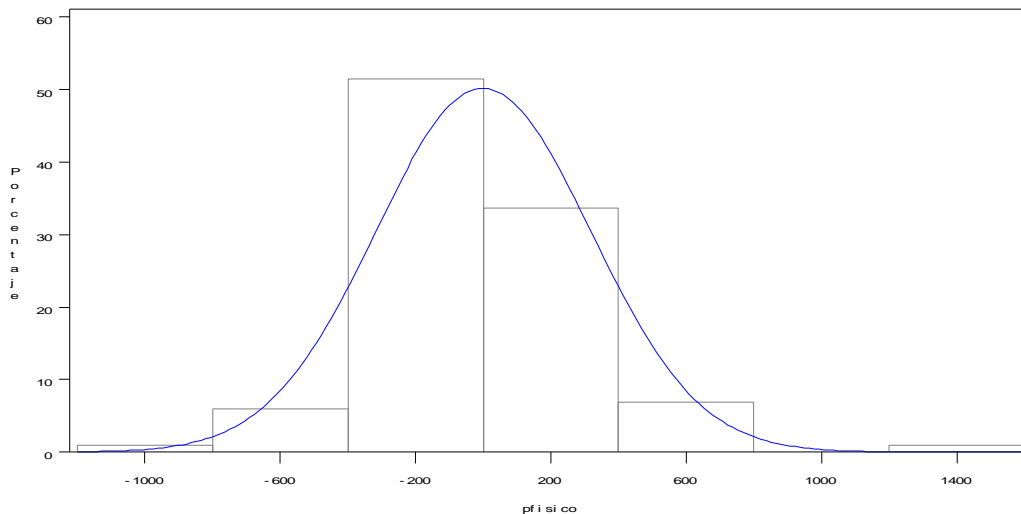
que el valor de probabilidad reportado en el Cuadro 4 es muy pequeño, por lo que se rechaza la hipótesis nula.

**Cuadro 4: Estadística Shapiro-Wilk para el Modelo Ajustado.**

Prueba de normalidad			
Prueba	Estadístico	P-valor	
Shapiro-Wilk	0.877352	Pr < W	< 0.0001

Fuente: Elaboración Propia con Información del Anexo IX.

Para corroborar lo anterior se realizó un histograma de los residuales. En la Figura 6 se puede observar que el histograma de los residuales no se ajusta a la curva de la distribución normal, por lo que fue necesario buscar otra distribución a la que se ajustaran los residuales. Dada la forma alargada que muestra el histograma al centro y las colas más gruesas que la distribución normal se ajustaron los residuales a una distribución Laplace o doble exponencial. Esta función muestra cierta familiaridad con la distribución normal. Asumiendo que los residuales tienen una distribución Laplace  $(\mu, b)$  se estimaron los parámetros  $\mu$  y  $b$ .



**Figura 6: Histograma de los Residuales con Distribución Normal Ajustada.**

Fuente: Elaboración Propia con Información del Anexo IX.



El estimador  $\hat{\mu}$  es igual a -26.93378 que es la media de los residuales y el estimador de escala,  $\hat{\sigma}$ , es igual a 193.5158 y se estimó por máxima verosimilitud (Norton, 1984).

Para poder determinar si en realidad los residuales se ajustaban a una distribución Laplace se les aplicó una prueba de  $\chi^2$  de Pearson de bondad de ajuste. Para realizar la prueba se dividieron los residuales en cinco clases. Los grados de libertad se calcularon restandole al número de clases el número de parámetros menos uno y empleando por tanto dos grados de libertad. El resultado de la estadística arrojó un  $X^2$  igual a 7.3612 con un valor de probabilidad de 0.0252. A continuación se muestra la prueba de hipótesis:

### **Prueba de Hipótesis:**

$H_0$ : Los residuales siguen una distribución Laplace.

$H_a$ : Los residuales no siguen una distribución Laplace.

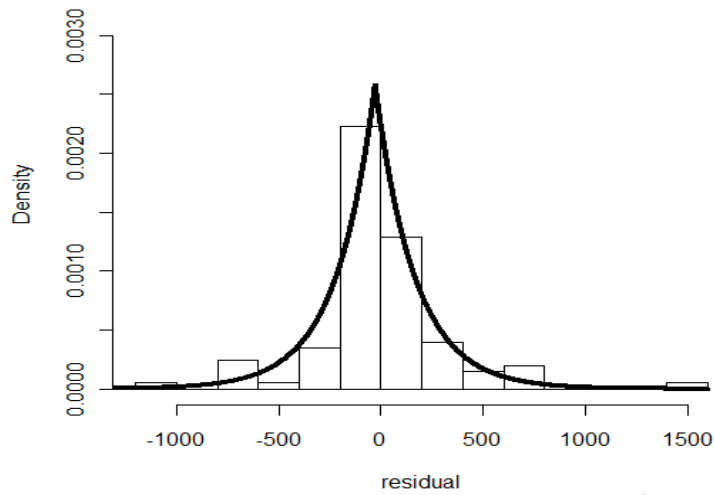
### **Regla de decisión:**

Si el valor de probabilidad de  $\chi^2$  es menor que el valor de  $\alpha=0.025$  se rechaza la hipótesis nula.

### **Contraste $X^2$ :**

$0.0252 > 0.025 \therefore$  No se rechaza la hipótesis nula.

Con este resultado se constata que los residuales siguen aproximadamente un comportamiento Laplace. En la Figura 7, el histograma de los residuales muestra que en efecto se ajustan a dicha distribución.



**Figura 7: Histograma de los Residuales con Distribución Laplace Ajustada.**

Fuente: Elaboración Propia con Información del Anexo IX.

Como muestra el histograma los residuales se ajusta de forma próxima a esta distribución, lo que da mayor seguridad de que la distribución atribuida es la correcta.

#### 4.4.- Predicción del precio

Para realizar la predicción se utilizó el modelo:

$$Y_t = 1468.841 + 0.760948Y_{t-1} - 0.0836Y_{t-2} + 0.184935Y_{t-3} - 0.2319Y_{t-4} + LAPLACE(L)$$

La predicción se hizo para el precio de la última observación que es la última semana del mes de Septiembre de 2009. Las observaciones que se tomaron son cuatro registros anteriores al precio que se pretende predecir y se presentan en el Cuadro 5.

**Cuadro 5: Precios Físico de Maíz Central de Culiacán, Sinaloa.**

<i>Fecha</i>	<i>Precio</i>
02/09/2009	3278.78
09/09/2009	3258.72
15/09/2009	3036.48
23/09/2009	3018.13

Fuente: ASERCA, 2009

La distribución Laplace se simuló con base en la función acumulada inversa, que en este caso se denominó como L:

$$Laplace(L) = -26.93378 - 193.5158 * sgn(U) \ln(1 - 2|U|)$$

donde U es una variable aleatoria con distribución uniforme sobre el intervalo -.5 a .5.

$$Y_t = 1468.841 + 0.760948(3018.13) - 0.0836(3036.48) + 0.184935(3258.72) - 0.2319(3278.78) + Laplace(L)$$

$$Y_t = 3326.90$$

El precio predicho para el día 30 de Setiembre de 2009 fue de \$3,326.90 pesos.

#### 4.5.- Calculo del seguro

El cálculo del seguro está constituido por el costo de la prima pura más los costos administrativos asociados. La prima pura está compuesta por la frecuencia del siniestro por el costo medio del mismo. Para poder comparar los costos de las coberturas de ASERCA con la prima del seguro que se está proponiendo se sumó al precio futuro el margen de comercialización del maíz blanco, que de acuerdo con datos del SIAP (2010) fue de aproximadamente 21% para 2009. El precio futuro publicado por ASERCA (2009) para el día 30 de Septiembre de 2009 fue de \$1,813.87 pesos, a este precio se le sumo el 21% de margen y dio como resultado \$2,194.78 pesos.

Los precios que se utilizaron son los valores mínimos a los que se supondría estaría el precio físico del maíz blanco en la Central de Abasto de Culiacán y ayuda a calcular el valor medio del siniestro en caso de que este se diera. Se crearon dos escenarios para comparar la cobertura de ASERCA con el seguro propuesto.

1.  $P(X_t < \$3,000)$  y el precio piso para ese día sea \$2,637.33 pesos, que es el precio mínimo que registra la serie con la que se está trabajando y \$3,000 es el precio físico del maíz blanco en la Central de Abasto de Culiacán el 30 de Septiembre de 2009.
2.  $P(X_t < \$2,194.78)$  y el precio piso para ese día sea \$1,813.87 pesos, que es el precio futuro que publicó ASERCA sin margen de comercialización y \$2,194.78 es el precio futuro que publicó ASERCA sin margen de comercialización para el 30 de Septiembre de 2009.

El Cuadro 6 muestra el cálculo del seguro en partes para poder compararlas con las coberturas de ASERCA. La frecuencia es la probabilidad de que el precio cayera por debajo de la variable propuesta en cada escenario y se calculó con ayuda de la función de distribución acumulativa (CDF) Laplace. Los gastos estimados fueron de \$200 pesos por contrato asimilando el costo de la correduría que paga ASERCA de \$18.80 dólares por contrato. Para el fondo de contingencia o factor de contingencia se tomó el 4% del costo de la prima al igual que la cobertura de ASERCA. El contrato está compuesto por 127 toneladas.

**Cuadro 6: Cuadro Comparativo de dos Pólizas Simuladas contra la Cobertura de ASERCA.**

ESCENARIO	ÍNDICE DE SINIESTRALIDAD			PRIMA PURA (Pesos)	GASTOS (Pesos)	FACTOR (Pesos)	COSTO (Pesos)	COSTO POR CONTRATO (Pesos/Toneladas)
	FRECUENCIA (CDF)	PISO (Pesos)	COSTO MEDIO (Pesos)					
P (Xt < \$3000)	0.106	\$ 2,637.33	\$ 362.67	\$ 38.48	\$ 1.57	\$ 1.54	\$ 41.60	\$ 5,282.82
P (Xt < \$2,194.78)	0.002	\$ 1,813.87	\$ 380.91	\$ 0.63	\$ 1.57	\$ 0.03	\$ 2.23	\$ 283.24
ASERCA				\$ 82.02	\$ 2.01	\$ 3.28	\$ 87.31	\$ 11,088.51

Fuente: Elaboración Propia . ASERCA, 2009.

En cualquiera de los escenarios la prima pura es menor que la de ASERCA, lo que muestra el seguro es al menos tan bueno como la cobertura que ofrece ASERCA. Para el caso tres, se calculó la probabilidad de que el precio cayera por debajo de \$2194.7818 al igual que el precio futuro que predijo ASERCA y se puede observar que el costo del seguro, \$283.24, es aproximadamente 39 veces menor que la cobertura de ASERCA, \$11,088.51, además, la probabilidad de que el precio del maíz se encuentre por abajo del precio futuro es del 0.2%, lo cual es razonable ya que en la serie histórica de los datos con los que se trabajó nunca se ha presentado un precio menor a \$3,000 por tonelada.

## CAPITULO V: CONCLUSIONES

La principal conclusión es que el seguro es un instrumento de gestión de riesgo alternativo para la cobertura, que como se ha mostrado, el costo de la prima de un seguro contra la caída en el precio para maíz blanco del Estado de Sinaloa es al menos tan bueno como la cobertura que ofrece ASERCA, y ya que los instrumentos de cobertura al riesgo en México son subsidiados, esto generaría al erario un costo social más bajo. En algunos casos, como se mostró en los escenarios del capítulo IV; los costos de ASERCA son más elevados en aproximadamente 39 veces más.

El elevado costo de las coberturas que ofrece ASERCA es el resultado de precios volátiles de mercados financieros internacionales, en particular el de los granos, la variación diaria del tipo de cambio, las tasas de interés a corto plazo o las intenciones especulativas con la que muchos participantes utilizan este tipo de instrumentos.

Si bien la póliza de seguro es un instrumento alternativo para administrar el riesgo es importante considerar algunos problemas que se pueden presentar como son el riesgo moral, la selección adversa y la postura invariante del productor al estado de contingencia en el que se podría encontrar. Ante esto, el seguro propuesto podría ampliar su cobertura a diferentes entidades del país creando un conglomerado que disemine el riesgo y a la vez permita subsidiar las pérdidas extremas en algunas zonas.



Cuando se cubre el riesgo de forma sistemática en vez de forma individual, ayuda a disminuir los problemas de riesgo moral y selección adversa sin necesidad de imponer grandes deducibles o grandes limitantes en la cobertura (Miranda ,1991), lo que a la vez podría volver más atractiva la opción de los seguros para los productores agrícolas, además de que la asimetría de información también se reduciría.

## BIBLIOGRAFIA

1. ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria). 2009. Procedimiento para la colocación de contratos de cobertura en la bolsa de futuros. Disponible: <http://www.aserca.gob.mx/sicsa/coberturas/DGOF-ProcCoberturas1.pdf>
2. ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria). 2010. Web ASERCA. Disponible: <http://www.aserca.gob.mx/subhomes/NuestrosProgramas.asp>. 17 Marzo 2010.
3. Banco de México. 2009. Índice de Precios al Productor. Disponible: <http://www.banxico.org.mx/polmoneinflacion/estadisticas/indicesPrecios/indicesPreciosProductor.html>. 30 Marzo 2010.
4. Banco Mundial. 2003. Cómo utilizar los mercados en la gestión de los riesgos relacionados con los productos básicos. [www.worldbank.org/rural](http://www.worldbank.org/rural). 15 de Diciembre de 2009.
5. Cano, C., E., Cano. Septiembre-Diciembre 2009. Los contratos, las asimetrías de la información en salud, el riesgo moral y la selección adversa. *Revista-Escuela de Administración de Negocios* (67), pp. 5-19.
6. Fundación MAPFRE.1992. Diccionario MAPFRE de Seguros. Disponible en: <http://www.mapfre.com/wdiccionario/general/diccionario-mapfre-seguros.shtml>. 27 de Junio de 2010.
7. Dickey, D., W., Fuller. 1979. Distribution of Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-431.
8. DOF, SAGARPA. Diario Oficial de la Federación, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2003. Reglas de Operación del Programa de Apoyos Directos al Productor por Excedentes de Comercialización para Reconversión Productiva, Integración de Cadenas Agroalimentarias y Atención a Factores Críticos. Publicada el 17 de junio de 2003 en el DOF. p.p. 26-62.
9. Durán P., L. Otero. 2008. Diseño de un modelo de análisis financiero dinámico (DFA) aplicado al seguro de automóvil español. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 17, (4), pp. 63-84.
10. García, J. y M. Metelli.2008. La incidencia contable del riesgo climático global en los costos de los seguros y derivados climáticos orientados a la producción agropecuaria. *Foro Virtual Contabilidad Ambiental*. Disponible:



- <http://www.econ.uba.ar/www/institutos/secretaradeinv/ForoContabilidadAmbienta/resumenes/GARCIA%20FRONTI%20-%20METELLI.pdf>. 27 Junio de 2010.
11. García, M., V. Palacio. 2009. Política Agrícola en México. Reformas y Resultados: 1988-2006. Observatorio de la Economía Latinoamericana, (119). Disponible: <http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/mx/2009/gpm.htm>
  12. Greene, W. 1999. Análisis Econométrico. Ed. Pearson Educación, Tercera Edición. p.p. 709-724.
  13. Goodwin, B., O. Mahul. September 2004. Risk Modeling Concepts Relating to the Design and Rating of Agricultural Insurance Contracts. Document of the World Bank. pp. 1-38.
  14. Gujarati, D. 2003. Econometría. Ed. Mc. Graw Hill, Cuarta Edición. p.p: 809-839.
  15. Heras, J. 2001. Diccionario de Mercados Financieros. Ed. Gestión 2000, Segunda Edición. pág. 111.
  16. Herraz, C., F., Guerrero, M., Segovia. Diciembre 2007. Asignación de primas en el seguro del automóvil utilizando el Análisis en Componentes Principales Funcionales. Revista de Métodos Cuantitativo para la Economía y la Empresa. (4), pp.56-74. Disponible: <http://www.upo.es/RevMet/Cuant/art14.pdf>
  17. Hull, C. 2009. Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones. Ed. Pearson, Sexta Edición. México. pp 10-12.
  18. INFOASERCA. 2009. Reporte diario del Subprograma de Coberturas para Maíz. Disponible: <http://www.infoaserca.gob.mx/coberturas/maiz.asp>. 30 de Septiembre 2009.
  19. Johnson, R., P., Kuby. 2004. Estadística Elemental: Lo Esencial. Ed. Thomson, Tercer Edición, México. p. 58.
  20. Lancieri, L., O., Nava. Septiembre 2005. El Seguro Agrícola en las Economías Regionales. 1er. Concurso Nacional en Riesgo y Seguro Agropecuario. Disponibilidad: <http://www.ora.gov.ar/archivos/Seguroeconreg.pdf>
  21. Levine, R. 2005. Finance and Growth: Theory and Evidence, in: P. Aghion and S. N. Durlauf, eds., Handbook of Economic Growth, Volume 1A (Amsterdam: North-Holland).

22. Martínez, M., Á., Martínez. 2006. Métodos Econométricos Intermedios. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. p.p: 133-166.
23. Miranda, M. May 1991. Area-Yield Crop Insurance Reconsidered. American Journal of Agricultural Economics, Vol. 73, (2), pp. 233-242.
24. Norton, R. Mayo, 1984. The Double Exponential Distribution: Using Calculus to Find a Maximum Likelihood Estimator. The American Statistician, Vol. 38, (2), pp. 135-136.
25. PAPE, Programa de Atención a Problemas Estructurales.2010. Informe de Resultados al Cuarto Trimestre Ejercicio Fiscal 2009. Disponible: [http://www.aserca.gob.mx/artman/uploads/informe\\_al\\_cuarto\\_trimestre\\_2009x.pdf](http://www.aserca.gob.mx/artman/uploads/informe_al_cuarto_trimestre_2009x.pdf). 17 de Febrero 2010.
26. Peña Sánchez, D., G. Arnáiz. 1981. Criterios de Selección de Modelos ARIMA. Trabajos de Estadística y de Investigación Operativa, Vol.32,(1),pp.70-93.
27. Pérez, C. 2006. Econometría de las Series Temporales. Pearson Educación. Madrid, España. p.p: 85:168, 323:376, 565:590.
28. Picos, J., E. Valero. 2007. Frecuencia de siniestralidad y coste medio del siniestro como base para el cálculo de la prima pura en seguros contra incendios forestales para propietarios forestales privados en Galicia. Sesión No.8 Restauración de zonas quemadas. Disponible en: [http://www.fire.uni-freiburg.de/sevilla2007/contributions/doc/SESIONES\\_TEMATICAS/ST8/Picos\\_Valero\\_SPAIN\\_Uvigo.pdf](http://www.fire.uni-freiburg.de/sevilla2007/contributions/doc/SESIONES_TEMATICAS/ST8/Picos_Valero_SPAIN_Uvigo.pdf). 30 de Marzo 2010.
29. Plackett, R.L. Abril, 1983. Karl Pearson and the Chi-Squared Test. International Statistical Review (International Statistical Institute (ISI)), Vol. 51, (1), p.p. 59-72.
30. Schnepf, R. 2008. High Agricultural Commodity Prices: What Are the Issues?. CRS Report for Congress. Disponible: <http://www.nationalaglawcenter.org/assets/crs/RL34474.pdf>. 15 de diciembre de 2009.
31. SE-SNIIM (Secretaría de Economía- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados). 2009. Disponible: Mercados Nacionales. <http://www.economia-sniim.gob.mx/Nuevo/>. 23 Noviembre 2009.
32. Shapiro, S., M., Wilk. Diciembre, 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika, Vol. 52, (3-4). p.p. 591-611.
33. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria). 2010. Índice de Maíz. Disponible: [w4.siap.sagarpa.gob.mx/sispro/IndModelos/SP\\_AG/Maiz/Descripción.pdf](http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/sispro/IndModelos/SP_AG/Maiz/Descripción.pdf). 17 de Marzo de 2010.



34. Zavala, F. Enero 2010. La importancia del Seguro Agrícola. Puntos Cardinales. Proteja su dinero. CONDUSEF. p.p. 30-33. Disponible en: [http://www3.condusef.gob.mx/Revista/PDF-s/2010/118/puntos\\_c.pdf](http://www3.condusef.gob.mx/Revista/PDF-s/2010/118/puntos_c.pdf). 27 de Mayo 2010.

## ANEXOS

### ANEXO I: Serie de precios de maíz blanco (Central de Abastos de Culiacán)

Sinaloa		Sinaloa		Sinaloa		Sinaloa	
Fecha	Precio nominal	Fecha	Precio nominal	Fecha	Precio nominal	Fecha	Precio nominal
03/10/2007	3800	16/04/2008	3800	29/10/2008	3500	13/05/2009	3600
10/10/2007	3200	23/04/2008	3500	05/11/2008	3800	20/05/2009	3600
17/10/2007	3500	30/04/2008	3500	12/11/2008	3800	27/05/2009	3600
24/10/2007	3500	07/05/2008	3800	19/11/2008	3500	03/06/2009	3600
31/10/2007	3500	14/05/2008	3000	26/11/2008	3000	10/06/2009	3600
07/11/2007	3500	21/05/2008	3100	03/12/2008	3500	17/06/2009	3600
14/11/2007	3500	28/05/2008	3300	10/12/2008	3300	24/06/2009	3600
21/11/2007	3500	04/06/2008	3200	17/12/2008	3000	01/07/2009	3600
28/11/2007	3500	11/06/2008	3200	24/12/2008	3500	08/07/2009	3600
05/12/2007	3500	18/06/2008	3200	31/12/2008	3500	15/07/2009	3600
12/12/2007	3200	25/06/2008	3200	07/01/2009	3500	22/07/2009	3600
19/12/2007	3200	02/07/2008	3200	14/01/2009	3800	29/07/2009	3800
26/12/2007	3200	09/07/2008	3200	21/01/2009	3500	05/08/2009	3800
02/01/2008	3200	16/07/2008	3200	28/01/2009	3500	12/08/2009	3800
09/01/2008	3800	23/07/2008	3800	04/02/2009	3600	19/08/2009	3800
16/01/2008	3800	30/07/2008	3800	11/02/2009	3600	26/08/2009	3800
23/01/2008	3500	06/08/2008	4000	18/02/2009	3600	02/09/2009	3200
30/01/2008	3000	13/08/2008	4500	25/02/2009	3500	09/09/2009	3200
06/02/2008	3000	20/08/2008	4500	04/03/2009	3600	15/09/2009	3000
13/02/2008	3000	27/08/2008	3200	11/03/2009	3600	23/09/2009	3000
20/02/2008	3000	03/09/2008	3200	18/03/2009	3600	30/09/2009	3000
27/02/2008	3000	10/09/2008	3200	25/03/2009	3600		
05/03/2008	3000	17/09/2008	3200	01/04/2009	3600		
12/03/2008	3200	24/09/2008	4500	08/04/2009	3600		
19/03/2008	3200	01/10/2008	4500	15/04/2009	3600		
26/03/2008	3200	08/10/2008	4500	22/04/2009	3600		
02/04/2008	3000	15/10/2008	4500	29/04/2009	3600		
09/04/2008	3000	22/10/2008	4500	06/05/2009	3600		

Fuente: SE-SNIIM (Secretaría de Economía- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados). 2009. Mercados Nacionales. <http://www.economia-sniim.gob.mx/Nuevo/>. 23 Noviembre 2009.

**ANEXO II: Índice Nacional de Precios Productor (INPP) mensual base  
Diciembre 2003 y cambio año base**

Índice Nacional de Precios Productor (INPP)					
I. Sector económico primario con petróleo: Agropecuario, silvicultura y pesca					
Periodicidad	Mensual		Periodicidad	Mensual	
Base	dic-03	sep-09	Base	dic-03	sep-09
Fecha	Índice	Índice	Fecha	Índice	Índice
<b>Sep 2007</b>	139.06	84.44	<b>Oct 2008</b>	143.08	86.88
<b>Oct 2007</b>	135.96	82.55	<b>Nov 2008</b>	147.28	89.43
<b>Nov 2007</b>	134.83	81.87	<b>Dic 2008</b>	151.36	91.91
<b>Dic 2007</b>	132.59	80.51	<b>Ene 2009</b>	150.65	91.48
<b>Ene 2008</b>	133.87	81.29	<b>Feb 2009</b>	151.08	91.74
<b>Feb 2008</b>	134.82	81.87	<b>Mar 2009</b>	150.21	91.21
<b>Mar 2008</b>	138.50	84.10	<b>Abr 2009</b>	153.35	93.12
<b>Abr 2008</b>	140.36	85.23	<b>May 2009</b>	155.23	94.26
<b>May 2008</b>	134.40	81.61	<b>Jun 2009</b>	158.07	95.98
<b>Jun 2008</b>	136.03	82.60	<b>Jul 2009</b>	157.53	95.65
<b>Jul 2008</b>	141.47	85.90	<b>Ago 2009</b>	159.74	97.00
<b>Ago 2008</b>	141.29	85.79	<b>Sep 2009</b>	164.69	100.00
<b>Sep 2008</b>	141.12	85.69			

$$\text{Índice Mensual Base Sep. 2009} = \left( \frac{INPP_{2003}}{INPP_{Sep2009}} \right)$$

Fuente: Banco de México. 2009. Índice de Precios al Productor.  
<http://www.banxico.org.mx/polmoneinflacion/estadisticas/indicesPrecios/indicesPreciosProductor.html>. 30 Marzo 2010.

**ANEXO III: Índice Nacional de Precios Productor (INPP) semanal base Septiembre 2009**

Índice Nacional de Precios Productor (INPP)									
I. Sector económico primario con petróleo: Agropecuario, silvicultura y pesca									
Periodicidad	Semanal								
Base	sep-09								
Fecha	Índice	Fecha	Índice	Fecha	Índice	Fecha	Índice	Fecha	Índice
26/09/2007	84.44	27/02/2008	81.87	30/07/2008	85.90	31/12/2008	91.91	03/06/2009	94.69
03/10/2007	84.06	05/03/2008	82.43	06/08/2008	85.87	07/01/2009	91.80	10/06/2009	95.12
10/10/2007	83.68	12/03/2008	82.98	13/08/2008	85.85	14/01/2009	91.69	17/06/2009	95.55
17/10/2007	83.31	19/03/2008	83.54	20/08/2008	85.82	21/01/2009	91.58	24/06/2009	95.98
24/10/2007	82.93	26/03/2008	84.10	27/08/2008	85.79	28/01/2009	91.48	01/07/2009	95.92
31/10/2007	82.55	02/04/2008	84.33	03/09/2008	85.77	04/02/2009	91.54	08/07/2009	95.85
07/11/2007	82.38	09/04/2008	84.55	10/09/2008	85.74	11/02/2009	91.61	15/07/2009	95.78
14/11/2007	82.21	16/04/2008	84.78	17/09/2008	85.72	18/02/2009	91.67	22/07/2009	95.72
21/11/2007	82.04	23/04/2008	85.00	24/09/2008	85.69	25/02/2009	91.74	29/07/2009	95.65
28/11/2007	81.87	30/04/2008	85.23	01/10/2008	85.93	04/03/2009	91.61	05/08/2009	95.99
05/12/2007	81.53	07/05/2008	84.32	08/10/2008	86.17	11/03/2009	91.47	12/08/2009	96.32
12/12/2007	81.19	14/05/2008	83.42	15/10/2008	86.41	18/03/2009	91.34	19/08/2009	96.66
19/12/2007	80.85	21/05/2008	82.51	22/10/2008	86.64	25/03/2009	91.21	26/08/2009	97.00
26/12/2007	80.51	28/05/2008	81.61	29/10/2008	86.88	01/04/2009	91.59	02/09/2009	97.60
02/01/2008	80.67	04/06/2008	81.86	05/11/2008	87.52	08/04/2009	91.97	09/09/2009	98.20
09/01/2008	80.82	11/06/2008	82.10	12/11/2008	88.16	15/04/2009	92.36	15/09/2009	98.80
16/01/2008	80.98	18/06/2008	82.35	19/11/2008	88.79	22/04/2009	92.74	23/09/2009	99.40
23/01/2008	81.13	25/06/2008	82.60	26/11/2008	89.43	29/04/2009	93.12	30/09/2009	100.00
30/01/2008	81.29	02/07/2008	83.26	03/12/2008	89.93	06/05/2009	93.40		
06/02/2008	81.43	09/07/2008	83.92	10/12/2008	90.42	13/05/2009	93.69		
13/02/2008	81.58	16/07/2008	84.58	17/12/2008	90.92	20/05/2009	93.97		
20/02/2008	81.72	23/07/2008	85.24	24/12/2008	91.41	27/05/2009	94.26		

$$\text{Índice Semanal}_n = \text{ÍndiceSemana}_{n-1} + \text{Factor}$$

$$\text{Factor} = \frac{\text{ÍndiceMes}_n - \text{ÍndiceMes}_{n-1}}{\text{NúmeroSemanasMes}_n}$$

Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo II.

**ANEXO IV: Serie de precios deflactada de maíz blanco (base Septiembre 2009)**

Sinaloa		Sinaloa		Sinaloa		Sinaloa	
Fecha	Precio real	Fecha	Precio real	Fecha	Precio real	Fecha	Precio real
03/10/2007	4520.50	09/04/2008	3548.13	15/10/2008	5208.01	22/04/2009	3881.90
10/10/2007	3823.88	16/04/2008	4482.34	22/10/2008	5193.66	29/04/2009	3866.00
17/10/2007	4201.28	23/04/2008	4117.52	29/10/2008	4028.41	06/05/2009	3854.23
24/10/2007	4220.36	30/04/2008	4106.62	05/11/2008	4341.86	13/05/2009	3842.53
31/10/2007	4239.62	07/05/2008	4506.46	12/11/2008	4310.47	20/05/2009	3830.90
07/11/2007	4248.42	14/05/2008	3596.32	19/11/2008	3941.68	27/05/2009	3819.35
14/11/2007	4257.27	21/05/2008	3756.94	26/11/2008	3354.51	03/06/2009	3801.96
21/11/2007	4266.14	28/05/2008	4043.67	03/12/2008	3892.04	10/06/2009	3784.73
28/11/2007	4275.06	04/06/2008	3909.28	10/12/2008	3649.55	17/06/2009	3767.65
05/12/2007	4292.89	11/06/2008	3897.50	17/12/2008	3299.70	24/06/2009	3750.73
12/12/2007	3941.36	18/06/2008	3885.78	24/12/2008	3828.80	01/07/2009	3753.30
19/12/2007	3957.94	25/06/2008	3874.14	31/12/2008	3808.17	08/07/2009	3755.88
26/12/2007	3974.66	02/07/2008	3843.40	07/01/2009	3812.66	15/07/2009	3758.46
02/01/2008	3966.98	09/07/2008	3813.15	14/01/2009	4144.34	22/07/2009	3761.04
09/01/2008	4701.71	16/07/2008	3783.36	21/01/2009	3821.66	29/07/2009	3972.72
16/01/2008	4692.66	23/07/2008	4457.92	28/01/2009	3826.17	05/08/2009	3958.81
23/01/2008	4313.89	30/07/2008	4423.64	04/02/2009	3932.68	12/08/2009	3945.00
30/01/2008	3690.53	06/08/2008	4657.94	11/02/2009	3929.88	19/08/2009	3931.28
06/02/2008	3683.98	13/08/2008	5241.85	18/02/2009	3927.08	26/08/2009	3917.66
13/02/2008	3677.45	20/08/2008	5243.52	25/02/2009	3815.28	02/09/2009	3278.78
20/02/2008	3670.95	27/08/2008	3729.91	04/03/2009	3929.91	09/09/2009	3258.72
27/02/2008	3664.47	03/09/2008	3731.04	11/03/2009	3935.54	15/09/2009	3036.48
05/03/2008	3639.65	10/09/2008	3732.17	18/03/2009	3941.19	23/09/2009	3018.13
12/03/2008	3856.17	17/09/2008	3733.30	25/03/2009	3946.86	30/09/2009	3000.00
19/03/2008	3830.40	24/09/2008	5251.55	01/04/2009	3930.42		
26/03/2008	3804.97	01/10/2008	5236.95	08/04/2009	3914.11		
02/04/2008	3557.62	08/10/2008	5222.44	15/04/2009	3897.94		

Fuente: Elaboración propia con datos del Anexo I y III.



**ANEXO V: Programación empleada para modelado de la serie con el programa estadístico *Statistical Analysis System (SAS)***

```
DATA MAIZ;
INPUT DATE DDMMYY10. PFISICO;
FORMAT DATE DDMMYY10.;
DATALINES;
03/10/2007 4520.503
.
.
.
30/09/2009 3000.000
;
PROC ARIMA;
IDENTIFY VAR=PFISICO STATIONARITY=(ADF=1);
PROC ARIMA;
IDENTIFY VAR=PFISICO STATIONARITY=(ADF=0);

PROC MODEL;
ENDOGENOUS PFISICO;
PARMS T0 T1 T2 T3 T4;
PFISICO=T0+T1*LAG(PFISICO)+T2*LAG2(PFISICO)+T3*LAG3(PFISICO)+T4*LAG4(PFISICO);
FIT PFISICO /OUT=B1 OUTPREDICT;

PROC MODEL DATA=MAIZ;
ENDOGENOUS PFISICO;
PARMS T0 T1 T2 T3 T4;
PFISICO=T0+T1*LAG(PFISICO)+T2*LAG2(PFISICO)+T3*LAG3(PFISICO)+T4*LAG4(PFISICO);
FIT PFISICO /OUT=B1 OUTRESID;

PROC ARIMA;
IDENTIFY VAR=PFISICO;
PROC PRINT DATA=B1;

PROC UNIVARIATE DATA=B1 NORMAL;
VAR PFISICO;
OUTPUT;

PROC UNIVARIATE DATA=B1 NOPRINT;
VAR PFISICO;
HISTOGRAM PFISICO /NORMAL(NOPRINT) CBARLINE=GREY;

PROC MEANS DATA=B1; VAR PFISICO; OUTPUT OUT=MED MEDIAN=Y_M;
PROC PRINT DATA=MED;
```





```
DATA B1; SET B1; DROP _TYPE_;
DATA B12; SET B1; IF _N_ =1 THEN SET MED;
DATA B13; SET B12;
B=ABS(PFISICO-Y_M);
PROC MEANS; VAR B;

DATA SIM;
DO I=1 TO 1000;
U2=RANUNI(245);
U=U2*(.5+.5)+(-.5);
V=-26.9337786-193.5157850*SIGN(U)*LOG(1-2*ABS(U));
T0=1468.841;
T1=0.760948;
T2=-0.0836;
T3=0.184935;
T4=-0.2319;
YE=T0+(T1*3000.000)+(T2*3018.129)+(T3*3036.478)+(T4*3258.722)+V;
YE1=T0+(T1*3018.129)+(T2*3036.478)+(T3*3258.722)+(T4*3278.777)+V;
OUTPUT; END;
PROC MEANS;

PROC UNIVARIATE DATA=SIM;
VAR YE;
HISTOGRAM YE ;

DATA SIM2; SET SIM;
MU=-26.9337786+ 3326.90; SIGMA=193.5157850;
Y=PDF('LAPLACE',YE,MU,SIGMA);
PROC GPLOT; PLOT Y*YE;
PROC SORT OUT=SIM3; BY YE;
DATA SIM3; SET SIM3;
Y=CDF('LAPLACE',YE,MU,SIGMA);
PROC GPLOT; PLOT Y*YE;

DATA PRIMA;
MU=-26.9337786+ 3326.90; SIGMA=193.5157850;
Y=CDF('LAPLACE', 2194.7818,MU,SIGMA);
PROC PRINT;
RUN;
```

Fuente: Elaboración propia



## ANEXO VI: Salida del programa estadístico *Statistical Analysis System (SAS)*

### Pruebas de la raíz unidad de Dickey-Fuller

Tipo	Retardos	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Media cero	0	-0.7532	0.5161	-0.84	0.3503		
Media simple	0	-30.7548	0.0010	-4.07	0.0017	8.39	0.0010
Tendencia	0	-34.3776	0.0016	-4.37	0.0037	9.58	0.0010

### Pruebas aumentadas de la raíz unidad de Dickey-Fuller

Tipo	Retardos	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Media cero	0	-0.7532	0.5161	-0.84	0.3503		
	1	-0.4932	0.5698	-0.63	0.4418		
Media simple	0	-30.7548	0.0010	-4.07	0.0017	8.39	0.0010
	1	-30.9745	0.0010	-3.64	0.0066	6.66	0.0010
Tendencia	0	-34.3776	0.0016	-4.37	0.0037	9.58	0.0010
	1	-36.7450	0.0008	-4.07	0.0094	8.48	0.0010

### El Proc ARIMA

Nombre de la variable = *pfisico*

Media de series de trabajo 3989.586  
Desviación estándar 454.2321  
Número de observaciones 105

### Autocorrelaciones

Retardo	Covarianza	Correlación	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	Error Std.	
0	206327	1.00000																						0	
1	138632	0.67191																							0.097590
2	89847.846	0.43546																							0.134622
3	57829.664	0.28028																							0.147428
4	13041.185	0.06321																							0.152418
5	-2147.141	-0.01041																							0.152668
6	22430.262	0.10871																							0.152674
7	25962.056	0.12583																							0.153410
8	25471.778	0.12345																							0.154390
9	35081.105	0.17003																							0.155327
10	21203.035	0.10276																							0.157090
11	7698.537	0.03731																							0.157728
12	9456.372	0.04583																							0.157813
13	9586.331	0.04646																							0.157339
14	6770.859	0.03282																							0.158069
15	10600.786	0.05138																							0.158134
16	-301.873	-0.00146																							0.158293
17	-18616.367	-0.09023																							0.158293
18	-30855.460	-0.14955																							0.158782
19	-32791.233	-0.15893																							0.160118
20	-18831.778	-0.09127																							0.161613
21	-7564.013	-0.03666																							0.162104
22	-2637.213	-0.01278																							0.162183
23	4230.366	0.02050																							0.162192
24	-1551.171	-0.00752																							0.162217

### Autocorrelaciones parciales

Retardo	Correlación	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	
1	0.67191																						
2	-0.02916																						
3	-0.00228																						
4	-0.21356																						
5	0.06784																						
6	0.27894																						
7	-0.03519																						
8	-0.04770																						
9	0.04624																						
10	-0.03867																						
11	0.02428																						
12	0.01793																						
13	0.03560																						
14	-0.01211																						
15	-0.03048																						
16	-0.09848																						
17	-0.08116																						
18	-0.06602																						
19	0.03497																						
20	0.12556																						
21	-0.05457																						
22	-0.08264																						
23	0.04089																						
24	-0.00291																						



El Proc ARIMA

Comprobación de autocorrelación del ruido blanco

Para retardo	Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelaciones-----					
6	79.91	6	<.0001	0.672	0.435	0.280	0.063	-0.010	0.109
12	88.54	12	<.0001	0.126	0.123	0.170	0.103	0.037	0.046
18	93.19	18	<.0001	0.046	0.033	0.051	-0.001	-0.090	-0.150
24	97.86	24	<.0001	-0.159	-0.091	-0.037	-0.013	0.021	-0.008

The MODEL Procedure

No lineal OLS Resumen de errores residuales

Ecuación	Modelo DF	Error DF	SSE	MSE	Raíz MSE	R-cuadrado	R-Sq adj
PFISICO	5	96	10118883	105405	324.7	0.5238	0.5040

No lineal OLS Parameter Estimadores

Parameter	Estimación	Err std aprox	Valor t	Aprox Pr >  t
T0	1468.841	381.0	3.85	0.0002
T1	0.760948	0.0997	7.63	<.0001
T2	-0.0836	0.1244	-0.67	0.5031
T3	0.184935	0.1223	1.51	0.1339
T4	-0.2319	0.1002	-2.31	0.0228

Número de observaciones Estadísticos para el sistema

Used	101	Objective	100187
Missing	0	Objective*N	10118883

El Proc ARIMA

Nombre de la variable = pfisico

Media de series de trabajo 7.65E-13  
Desviación estándar 316.5232  
Número de observaciones 101

Autocorrelaciones

Retardo	Covarianza	Correlación	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	Error Std.	
0	100187	1.00000																						0	
1	2443.958	0.02439																							0.099504
2	5067.102	0.05058												*											0.099563
3	354.072	0.00353												*											0.099817
4	-7623.475	-0.07609												**											0.099818
5	-12749.947	-0.12726												***											0.100391
6	16803.389	0.16772												***											0.101976
7	11817.378	0.11795												**											0.104671
8	2416.539	0.02412												*											0.105979
9	14631.245	0.14604												***											0.106033
10	601.219	0.00600												*											0.108007
11	-6177.573	-0.06166												*											0.108010
12	-5418.576	-0.05408												*											0.108358
13	6332.658	0.06321												*											0.108625
14	-5012.408	-0.05003												*											0.108998
15	13269.140	0.13244												***											0.109215
16	4837.667	0.04829												*											0.110794
17	-909.424	-0.00908												*											0.111002
18	-11331.020	-0.11310												**											0.111010
19	-12666.932	-0.12643												***											0.112145
20	701.454	0.00700												*											0.113547
21	3576.725	0.03570												*											0.113552
22	1394.870	0.01392												*											0.113663
23	6858.175	0.06845												*											0.113680
24	3575.033	0.03568												*											0.114087

\*\*, \* marca dos errores estándar



Autocorrelaciones parciales

Retardo	Correlación	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	
1	0.02439																						
2	0.05001												*										
3	0.00115													*									
4	-0.07897													**									
5	-0.12507													***									
6	0.18500														****								
7	0.13101														***								
8	-0.00822																						
9	0.11220														**								
10	0.01036																						
11	-0.01770																						
12	-0.05782													*									
13	0.05461													*									
14	-0.02975													*									
15	0.08259													**									
16	-0.00056																						
17	-0.02040																						
18	-0.10857													**									
19	-0.14023													***									
20	0.07305													*									
21	0.05292													*									

El Proc ARIMA

Comprobación de autocorrelación del ruido blanco

Para retardo	Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelaciones-----						
6	5.79	6	0.4473	0.024	0.051	0.004	-0.076	-0.127	0.168	
12	10.59	12	0.5643	0.118	0.024	0.146	0.006	-0.062	-0.054	
18	15.38	18	0.6355	0.063	-0.050	0.132	0.048	-0.009	-0.113	
24	18.41	24	0.7829	-0.126	0.007	0.036	0.014	0.068	0.036	

Tests para normalidad

Test	--Estadístico--	-----P-valor-----
Shapiro-Wilk	#11 X 0.877352	Pr < W < 0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D 0.170361	Pr > D < 0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq 0.905445	Pr > W-Sq < 0.0050
Anderson-Darling	A-Sq 4.533033	Pr > A-Sq < 0.0050

Obs	_TYPE_	_FREQ_	Y_M
1	0	101	-26.9338

Obs	MU	SIGMA	Y
1	3299.97	193.516	.001654546

Procedimiento MEANS

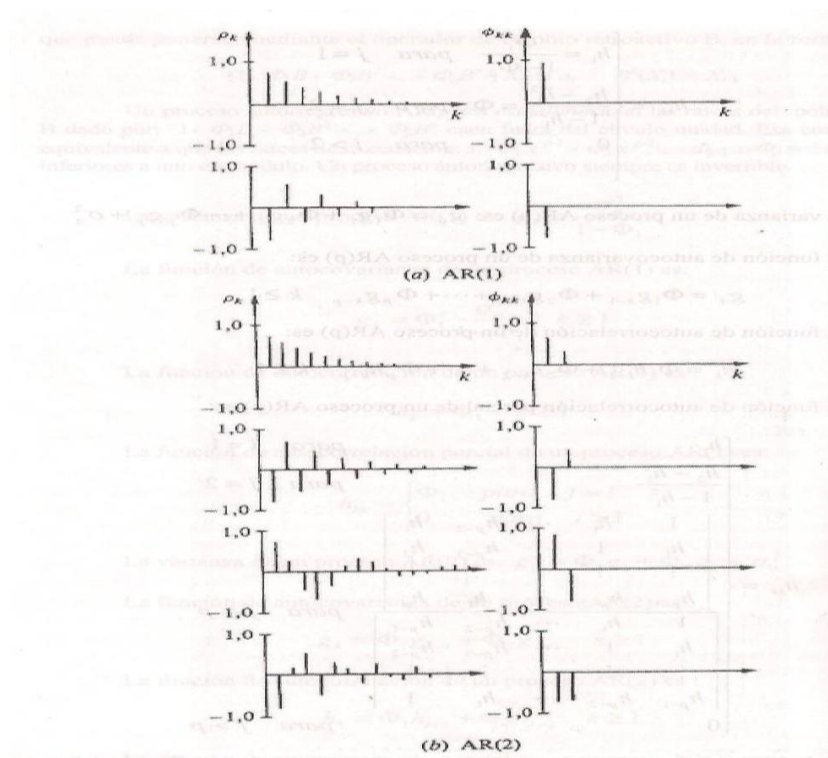
Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
I	1000	500.5000000	288.8194361	1.0000000	1000.00
U2	1000	0.4931409	0.2815114	0.0033816	0.9996196
U	1000	-0.0068591	0.2815114	-0.4966184	0.4996196
V	1000	-27.0309930	260.6099898	-993.7878185	1362.74
T0	1000	1468.84	0	1468.84	1468.84
T1	1000	0.7609480	0	0.7609480	0.7609480
T2	1000	-0.0836000	0	-0.0836000	-0.0836000
T3	1000	0.1849350	0	0.1849350	0.1849350
T4	1000	-0.2319000	0	-0.2319000	-0.2319000
YE1	1000	3326.90	260.6099898	2360.15	4716.67

**ANEXO VII: Patrones teóricos de la función de autocorrelación (FAC) y autocorrelación parcial (FACP)**

Tipo de modelo	Patrón típico de FAC	Patrón típico de FACP
AR(p)	Disminuye exponencialmente o con un patrón sinusoidal decreciente o ambos	Picos grandes a lo largo de los $p$ rezagos
MA(q)	Picos grandes a lo largo de los $q$ rezagos	Decrece exponencialmente
ARMA(p, q)	Decrece exponencialmente	Decrece exponencialmente

Fuente: Gujarati, D. 2003. Econometría. Ed. Mc. Graw Hill, Cuarta Edición. Pág.818

**ANEXO VIII: Funciones de autocorrelación (izquierda) y autocorrelación parcial (derecha) para procesos AR (1) y AR (2)**



Fuente: Pérez, C. 2006. Econometría de las Series Temporales. Pearson Educación. Madrid, España. pág. 88.



**ANEXO IX: Residuales de la serie de precios deflactada de maíz blanco**

Residuales			
-1126.33	-79.54	-24.77	121.73
-708.50	-78.12	-23.73	123.63
-680.41	-75.29	-19.71	125.49
-654.06	-74.56	-18.10	131.93
-622.16	-74.55	-10.98	135.56
-618.21	-72.93	-10.46	149.75
-450.82	-71.23	-10.03	160.50
-355.49	-71.05	2.18	212.30
-353.93	-70.69	4.27	250.79
-327.17	-69.77	11.26	251.67
-298.43	-68.85	15.19	259.09
-241.08	-62.83	16.07	262.57
-238.44	-59.63	21.01	380.22
-229.85	-54.43	29.62	382.66
-189.77	-49.94	42.66	391.02
-186.74	-45.09	47.53	409.84
-153.33	-43.29	48.13	447.73
-144.67	-42.72	57.46	489.74
-136.55	-37.44	64.94	616.55
-123.91	-36.70	71.14	651.31
-115.80	-34.02	71.36	728.52
-98.61	-31.83	97.53	795.57
-94.91	-28.77	98.01	1428.84
-86.10	-28.13	103.81	
-81.27	-26.93	107.56	
-81.13	-26.26	113.30	

Fuente: Salida del programa SAS.