



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS**

**DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**

**ANÁLISIS DEL RIESGO EN EL CULTIVO DE MAÍZ  
EN MÉXICO**

**T E S I S**

**Que como requisito parcial para  
obtener el grado de:**

**DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**

**PRESENTA:**

**MARIO IVAN GARCÍA HERNÁNDEZ**

**BAJO LA SUPERVISION DE:**

**DR. RAMÓN VALDIVIA ALCALÁ**



**APROBADA**



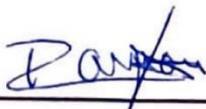
**CHAPINGO, EDO DE MÉXICO, JULIO DE 2023.**



# ANÁLISIS DEL RIESGO EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN MÉXICO

Tesis realizada por Mario Ivan García Hernández bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**



---

**DIRECTOR:  
DR. RAMÓN VALDIVIA ALCALÁ**



---

**CODIRECTOR:  
DRA. MARIA ISABEL OSORIO CABALLERO**



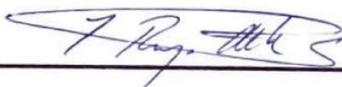
---

**ASESOR:  
DR. JUAN HERNÁNDEZ ORTIZ**



---

**ASESOR:  
DRA. DORA MARÍA DE JESÚS SANGERMAN JARQUÍN**



---

**LECTOR EXTERNO:  
DR. J. REYES ALTAMIRANO CÁRDENAS**

## AGRADECIMIENTOS

*A DIOS.*

*Al CONACYT por su apoyo y financiamiento.*

*A mi alma mater la Universidad Autónoma Chapingo, por haberme permitido formarme como un profesionista con posgrado.*

*Al posgrado de la DICEA-UACH por abrirme sus puertas, cobijarme, forjarme y hacerme sentir como uno más de la comunidad.*

*A todos los integrantes de mi H. COMITÉ ASESOR dirigido por el Dr. Ramón Valdivia, por sus conocimientos y dedicación brindada para poder realizar este proyecto de investigación.*

*A todos los CATEDRÁTICOS que me impartieron cátedra, por su tiempo y conocimientos.*

*A mi familia y amigos por darme fuerza y ánimos de culminar este momento.*

*A la VIDA por haberme puesto donde hay.*

## DEDICATORIA

*A mi hija Ivanna García Piten.*

*A mi amada esposa, la M.C. Elvira Piten Isidro.*

*A mi admirable madre, la Sra. Benita Hernández Estrada.*

*A mis hermanas, la Lic. Laura Elizabeth y la Ing. Norma Edith; así como a mis queridos sobrinos de la familia Córdoba García & León García.*

*A mis amigos y hermanos de vida.*

*A todos aquellos que contribuyen a ser de mí una mejor persona.*

## ***DATOS BIOGRÁFICOS***

### **DATOS PERSONALES**

NOMBRE: Mario Ivan García Hernández  
CARTILLA MILITAR: C. 8638939  
CURP: GAHM870905HMCRRR05  
CÉDULAS Ingeniero Agroindustrial. 9990547  
PROFESIONALES: Maestro en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales. 12218780



- Nació en Zumpango de Ocampo Estado de México un 5 de septiembre de 1987. Fue el primero de tres hermanos de los C. Arturo García Mazutti y C. Benita Hernández Estrada.
- En julio de 1999 egresó de la Escuela Primaria Lic. Benito Juárez.
- En julio de 2002 concluyó su educación básica en la Escuela Secundaria Oficial 130 Nezahualcóyotl.
- En junio de 2005 concluyó su educación medio superior en la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH).
- En julio 2009 concluyó su educación superior en la licenciatura de Ingeniería Agroindustrial-UACH.
- En junio de 2019 obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales en la División de Ciencias Económico Administrativas (DICEA) en la UACH.
- En julio de 2023 concluyó con sus estudios de posgrado obteniendo el grado de Doctor en Ciencias en Economía Agrícola en la UACH.

## RESUMEN GENERAL

### ANÁLISIS DEL RIESGO EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN MÉXICO

El riesgo es inherentemente a la agricultura. El propósito del estudio fue el análisis de riesgo del maíz con dos objetivos específicos: 1) Estimar la magnitud en que se transmite el riesgo del precio de futuros del maíz amarillo de la Bolsa de Futuros de Chicago al precio *spot* del maíz blanco en las principales regiones productoras-consumidoras a través del indicador de volatilidad financiera de 1998 a 2020 para analizar el efecto de las coberturas como instrumento de protección del ingreso de los productores de maíz blanco; 2) Determinar si los mercados de maíz blanco y maíz amarillo están integrados y si entre ellos existe una relación de largo plazo para inferir si la política de coberturas de riesgos que operó la Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios (ASERCA) entre 2010-2018 fue eficiente. Los modelos utilizados fueron: el GARCH (heterocedasticidad condicional autoregresiva generalizada) y el de cointegración. Los resultados fueron: 1) La rentabilidad del precio del maíz amarillo es altamente volátil (0.987) la cual se trasmite a la rentabilidad del precio del maíz blanco de la región occidente (0.321); 2) Los mercados de maíz de Estados Unidos y México están integrados por lo que los contratos de precios de futuros de maíz amarillo ayudan a descubrir los precios del maíz blanco que prevalecerán en el futuro. Las conclusiones fueron; 1) La región productora de excedentes de maíz blanco, que es la región más desarrollada y con mayor vínculo al exterior, es la más susceptible al riesgo que representa la alta volatilidad del precio de maíz amarillo; 2) Las coberturas de precios para administrar el riesgo manejadas por ASERCA fueron eficientes y protegieron el ingreso de los productores de maíz blanco pues conocían con anticipación su precio por lo que tenían un ingreso estable.

**Palabras clave:** administración de riesgo agrícola, política de cobertura de precios, mercado de futuros agrícolas, heterocedasticidad condicional autoregresiva generalizada, análisis de cointegración.

## **GENERAL ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF THE RISK IN THE CORN CROP IN MEXICO**

Agriculture is inherently risky. The work aimed to study the risk analysis of maize with two specific objectives: 1) Estimate the magnitude in which the risk of the futures price of yellow maize from the Chicago Futures Exchange is transmitted to the spot price of white maize in the main producer-consumer regions through the financial volatility indicator from 1998 to 2020 to analyze the effect of hedging as an income protection instrument for white maize producers; 2) Determine if the white maize and yellow maize markets are integrated and if there is a long-term relationship between them to infer if the risk coverage policy operated by the Agency for Services for the Marketing and Development of Agricultural Markets (ASERCA) between 2010 y 2018 was efficient. The models used were: the GARCH (generalized autoregressive conditional heteroskedasticity) and the cointegration model. The results were: 1) The profitability of the price of yellow maize is highly volatile (0.987) which is transmitted to the profitability of the price of white maize in the western region (0.321); 2) The US and Mexican corn markets are integrated so yellow maize futures price contracts help discover white maize prices that will prevail in the future. The conclusions were; 1) The region that produces surpluses of white maize, which is the most developed region and with the greatest links abroad, is the most susceptible to the risk represented by the high volatility of the price of yellow maize; 2) The price hedges to manage the risk managed by ASERCA were efficient and protected the income of white maize producers since they knew its price in advance, so they had a stable income.

**KEYWORDS:** agricultural risk management, price hedging policy, agricultural futures market, generalized autoregressive conditional heteroskedasticity, cointegration analysis.

---

PhD Thesis in Sciences, Chapingo Autonomous University  
Author: Mario Ivan García Hernández  
Thesis Director: Ramón Valdivia Alcalá, PhD.  
Thesis Codirector: María Isabel Osorio Caballero, PhD.

# ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	6
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	6
1.4 OBJETIVO GENERAL .....	9
1.4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.5 HIPÓTESIS.....	10
1.6 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO .....	10
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>12</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
2.1. EL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE EN LA AGRICULTURA .....	12
2.1.1. <i>Definición del análisis de riesgo.....</i>	<i>12</i>
2.1.2. <i>Semejanzas y diferencias de riesgo e incertidumbre .....</i>	<i>13</i>
2.2. ANÁLISIS DE RIESGO EN LA AGRICULTURA .....	15
2.2.1. <i>Administración de riesgo en la agricultura.....</i>	<i>16</i>
2.2.2. <i>Delimitación del riesgo en la agricultura .....</i>	<i>16</i>
2.2.3. <i>La teoría de la utilidad esperada en la agricultura .....</i>	<i>24</i>
2.2.4. <i>Actitudes hacia el riesgo en agricultura.....</i>	<i>25</i>
2.3. MEDIDAS DE LA AVERSIÓN AL RIESGO.....	27
2.4. LITERATURA SOBRE ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN .....	28
2.5 EVOLUCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGO EN LA AGRICULTURA EN EL CONTEXTO DE LA POLÍTICA AGRÍCOLA EN EL MODELO DE DESARROLLO ORIENTADO AL EXTERIOR.....	44
2.6 LITERATURA CITADA .....	51
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>57</b>
<b>VOLATILIDAD PRECIO DEL MAÍZ Y LA PROTECCIÓN DEL INGRESO DE LOS PRODUCTORES .....</b>	<b>57</b>
3.1 INTRODUCCIÓN .....	58
3.2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	60
3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	61
3.4 CONCLUSIONES .....	65
3.5 AGRADECIMIENTOS .....	65
3.6 REFERENCIAS CITADAS.....	65
<b>CAPÍTULO IV. ....</b>	<b>68</b>
<b>EFICIENCIA DE LA POLÍTICA AGRÍCOLA EN MAÍZ PARA MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS .....</b>	<b>68</b>
4.1 INTRODUCCIÓN .....	69
4.2 MATERIALES Y MÉTODOS .....	72
4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	74
4.4 CONCLUSIONES .....	80
4.5 REFERENCIAS CITADAS .....	81

<b>CAPÍTULO V.</b> .....	<b>85</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES</b> .....	<b>85</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	85
5.2. RECOMENDACIONES .....	88
<b>ANEXOS</b> .....	<b>90</b>
COMPROBANTE DE PUBLICACIÓN Y ENVIÓ DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS DERIVADOS DEL DOCUMENTO DE TESIS .....	90
<i>Art 1. Capítulo 3 (Tesis)</i> .....	90
<i>Art 2. Capítulo 4 (Tesis)</i> .....	91

#### Índice de cuadros del Capítulo III

<b>Cuadro 1. Definición de las variables</b> .....	<b>60</b>
<b>Cuadro 2. Estadísticos descriptivos de las rentabilidades del maíz blanco y amarillo</b> .....	<b>61</b>
<b>Cuadro 3. Estimación de la volatilidad del maíz con el modelo GARCH (1,1)</b> .....	<b>63</b>

#### Índice de cuadros del Capítulo IV

<b>Cuadro 1. Definición de las variables utilizadas en el estudio</b> .....	<b>75</b>
<b>Cuadro 2. Resultados de la prueba de contraste del rango de cointegración</b> .....	<b>76</b>

#### Índice de figuras

Figura 1. Preferencias por el riesgo. ....	26
--	----

## LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

\$EU	Dólar de Estados Unidos
ABM	Asociación de Bancos de México
AGROASEMEX	Aseguradora Agropecuaria Mexicana
AHMSA	Altos Hornos de México
ANAGSA	Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera
ANDSA	Almacenes Nacionales de Deposito
ARCH	Modelo auto regresivo condicional heterocedástico
ASERCA	Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria
BANRURAL	Banco Nacional de Crédito Rural
BMV	Bolsa Mexicana de Valores
BORUCONSA	Bodegas Rurales CONASUPO
CAPM	Fijación de precios de activos de capital
CARA	Aversión absoluta al riesgo constante
CBOT	Chicago Board of Trade
CBOT	Mercados de futuros de Chicago Board of Trade (Bolsa de Comercio de Chicago).
CCA	Centro para la Agricultura Comercial
CEDERSSA	Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CME	Chicago Mercantile Exchange (Bolsa Mercantil de Chicago).
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAFRUT	Consejo Nacional de Fruticultura
CONASUPO	Compañía Nacional de Subsistencias Populares
CRRR	Aversión al riesgo relativo constante
DICONSA	Distribuidora CONASUPO
DINA	Diésel Nacional
DOF	Diario Oficial de la Federación
ECM	Modelo de corrección de errores
EE. UU.	Estados Unidos de América
	Food and Agriculture Organization of the United Nations.
FAOSTAT	FAOSTAT Statistical Database. base de datos estadísticos corporativos de la Organización para la Agricultura y la Alimentación
FERRONALES	Ferrocarriles Nacionales de México
FERTIMEX	Fertilizantes Mexicanos
FIRA	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
FMI	Fondo Monetario Internacional
FR	Financiera Rural
	Heterocedasticidad condicional autorregresiva generalizada
GARCH	modelos generalizados auto regresivos condicionalmente heterocedásticos

IMPA	Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar
INIA	Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
PAC	Programa Apoyo a la Comercialización
PACDMR	Programa de Apoyos a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Regionales
PADPECRPICA AFC	Programa de Apoyos Directos al Productor por Excedentes de Comercialización para Reconversión Productiva, Integración de Cadenas Agroalimentarias y Atención a Factores Críticos.
PAMBC	Precio de maíz amarillo #2 cotizado en el mercado de futuros de la Bolsa de Chicago
PARMIF	Programa de Administración de Riesgos a través de Intermediarios Financieros
PBCEN	Precio del maíz blanco Región Centro
PBNAL	Precio del maíz blanco Nacional
PBOCC	Precio del maíz blanco Región Occidente
PBSTE	Precio del maíz blanco Región Sureste
PMA	Países menos desarrollados
PROCAMPO	Programa de Apoyos Directos al Campo
PRONASE	Productora Nacional de Semillas
SAACPA	Subprograma de Apoyos para la Adquisición de Coberturas de Precios Agropecuarios
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SAM	Sistema Alimentario Mexicano
SARH	Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SNIIM	Servicio Nacional de Información e Integración de Mercados de la Secretaría de Economía
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de Norteamérica
Ton	Tonelada métrica
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
USDA-ERS	Servicio de Investigación Económica del Departamento de Agricultura de Estados Unidos
VAR	Modelo de vector de auto regresiones
WSF	World Sugar Futures

# Capítulo I.

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

En México como en la mayor parte de los países en vías de desarrollo de América Latina, en las décadas posteriores a la segunda guerra mundial sus economías se caracterizaron por estar influenciadas por la doctrina de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) cuya hipótesis del deterioro secular de los términos de intercambio indica que con el tiempo el precio de los productos exportados (materias primas y alimentos) tiende a disminuir comparado con el de los productos importados (bienes industrializados) (Prebisch, 1986; Krueger & Sonnenschein, 1967). Esta influencia condujo a muchos gobiernos a impulsar la industrialización del respectivo país vía el modelo de sustitución de importaciones y un exacerbado proteccionismo. El referido modelo sostiene que un país para lograr su desarrollo debe transformar las materias primas que posee en lugar de exportarlas por lo que el Estado debe alentar la fabricación local de bienes de primer orden que lleguen al consumidor final (Pacheco, 2006). El llevar a la práctica las prescripciones de política del modelo exigió una activa participación del Estado en la economía. Algunos de tales instrumentos eran macroeconómicos y otros casi exclusivos dirigidos al sector agrícola (Marichal, 2003; Gutiérrez y Rabell, 2018).

En México, la política sectorial durante el modelo de sustitución de importaciones para la agricultura implementó políticas específicas como fueron precios de garantía, subsidios a la producción y, una entidad paraestatal que controlaba y regulaba el mercado agrícola mediante múltiples funciones. Este ente gubernamental era la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO).

El modelo sustitutivo de importaciones llegó a su fin cuando en lo interno la activa participación del Estado mostró que el modelo basado en un creciente gasto público en entidades paraestatales no solo del sector primario como la CONASUPO, Fertilizantes Mexicanos (FERTIMEX), la Productora Nacional de Semillas

(PRONASE), el Banco Nacional de Crédito Rural (BANRURAL), la Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera (ANAGSA), Consejo Nacional de Fruticultura (CONAFRUT), entre otras, sino también relacionadas con la industria en general como Altos Hornos de México (AHMSA), Diésel Nacional (DINA), Ferrocarriles Nacionales de México (FERRONALES), además de multitud de fideicomisos, organismos descentralizados y desconcentrados, entre toda una variedad de modalidades, que en 1982 sumaban 1,155 organismos y empresas paraestatales, era inviable no solo porque la estructura productiva se había vuelto ineficiente y de baja productividad sino también porque la burocracia y sindicatos absorbían los crecientes presupuestos en gasto corriente más que en inversión productiva (Marichal, 2003). El modelo de una economía cerrada basada en el modelo sustitutivo de importaciones llegó a su máxima expresión cuando en septiembre de 1982 el gobierno nacionalizó los bancos privados y estableció el control generalizado de cambios. En lo externo, los precios internacionales del petróleo a finales de los años setentas e inicios de los años ochenta cayeron drásticamente, las tasas de interés internacionales se incrementaron a niveles que hacían impagable el creciente costo financiero de la deuda externa (Marichal, 2003). Estos hechos exacerbaron la crisis de déficit fiscal que llegó para algunos años ser mayor al 5% como proporción del producto interno bruto.

No obstante que para 1980 a 1982 la crisis de deuda externa, de un pesado déficit fiscal y crecientes gastos en las empresas paraestatales ya presagiaba la gran crisis que se avecinaba, al final de la administración de López Portillo se creó el Sistema Alimentario Mexicano (SAM). El SAM como programa buscó focalizar la cadena productiva agroalimentaria a través de la demanda y el abasto de alimentos. Este programa fue de los últimos intentos aplicados, antes del gran ajuste externo y del cambio estructural de la década de los ochenta, por alcanzar la autosuficiencia alimentaria; a partir de entonces se procedió a revisar profundamente las políticas sociales incluyendo la política agraria (Cordera y Lomelí, 2005).

Con el agotamiento del modelo de industrialización por sustitución de importaciones se inició un nuevo modelo basado en profundos cambios estructurales en México

bajo la tutela de instituciones financieras internacionales. El Fondo Monetario Internacional (FMI) impuso a México la firma de las Cartas de Intención. Si bien desde 1947 hasta 1994, con la crisis del “error de diciembre”, el país ya había firmado 15 acuerdos considerando también las Cartas de Intención, es hasta la firma de las Cartas de Intención en los primeros años de la década de 1980 cuando el FMI pasó de ser un organismo de crédito internacional financiado por sus miembros a un organismo internacional para la definición de las políticas públicas de sus miembros con problemas de deuda externa, tal como ocurrió con México. Los compromisos con los organismos financieros estuvieron la apertura total de la economía, desmantelamiento de la CONASUPO, desincorporación, fusión y extinción de cientos de las múltiples empresas paraestatales que administraba el gobierno, incluyendo las relacionadas con el sector agrícola, redimensionamiento del Estado y su intervención en la economía, entre varias y variadas medidas de política para que la iniciativa privada y las fuerzas de mercado tuvieran una mayor participación en una economía casi totalmente abierta a la competencia del exterior.

Una de las varias razones que justifican la intervención del Estado en la agricultura es proteger el ingreso de los productores estabilizando las variaciones extremas de los precios principalmente frente a la característica estacionalidad de la producción agrícola. Se justifica también para corregir fallas de mercado y externalidades en dicho sector, así como para toda la economía en general. De acuerdo con Sankhayan (1988, p. 115) el ingreso neto o ganancia del productor agrícola enfrenta el riesgo que este puede provenir de los precios del producto obtenido o de los precios de los insumos, aunque estos últimos el productor los conoce al tomar sus decisiones por lo que es el precio del producto final el que no conoce con certidumbre sino hasta la cosecha por lo cual la atención del Estado se centra en paliar y estabilizar los precios del producto obtenido. De acuerdo con Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDERSSA, 2019) en la etapa productiva, el clima es el factor determinante en los resultados de la cosecha; en el desarrollo de la plantación o la crianza de animales, en la disponibilidad hídrica y en la erosión o conservación del suelo, principalmente. Se afirma también que, en la actualidad, con el calentamiento global, los fenómenos

meteorológicos se manifiestan con mayor intensidad y frecuencia, como huracanes, inundaciones y sequías, los cuales ocasionan desastres en la infraestructura productiva y en la población y que en el periodo 2006-2016, en el mundo, la sequía fue el fenómeno climático más severo, al ser responsable del 83% de los daños y pérdidas en la agricultura.

Con la reducción o desaparición de las agencias que controlaban la comercialización de los productos agrícolas o la abolición de los acuerdos de comercialización de monopsonio-monopolio los productores agrícolas nacionales ahora enfrentarían no solo los riesgos climáticos, los inherentes de la competencia sino también a los precios internacionales, por lo que sus ingresos dependerían no solo de los riesgos de la producción agrícola como tal, sino también de los riesgos de los mercados internacionales. La intervención estatal garantizaba un precio mínimo a los productores, por lo tanto, se reducía el riesgo para el ingreso del productor por lo que el esquema de protección debería cambiar a adiestrar y enseñar al productor agrícola o pecuario a administrar los nuevos riesgos que enfrentaba sobre todo en la comercialización (Dana & Gilbert, 2008, pp. 207-236; Musser & Patrick, 2001, pp. 537-556).

La nueva situación que enfrentaba el agente económico del medio rural dedicado a la agricultura o a la producción ganadera ante la apertura comercial implicaba administrar tipos de riesgo que no enfrentaba directamente en el estatus anterior. La “administración” de los riesgos en la producción atados causalmente a los riesgos climáticos, formaban parte del conocimiento a la idiosincrasia del productor. Él mismo tenía conocimiento de las épocas apropiadas para la siembra, de la temporada de lluvias y con o sin asistencia técnica lidiaba con plagas o enfermedades. Ante la apertura comercial casi total y sus corolarios tenía que enfrentar dos fuentes de riesgo que escasamente conocía: el riesgo de mercado y precios y el llamado riesgo financiero. Estos dos “nuevos” tipos de riesgo ahora tenía que conocer ahora los instrumentos para la referida administración de riesgos para su toma de decisiones principalmente en la comercialización.

Históricamente, si bien es posible señalar que han existido múltiples causas que explican la alta integración del mercado de maíz entre Estados Unidos y México sin duda alguna que la más importante es la liberación arancelaria total del mercado de maíz de México a partir de 2008 en el marco del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLCAN). El mercado del maíz inició con un arancel del 215% en enero de 1994 para las importaciones de este grano provenientes de Estados Unidos y Canadá y gradualmente durante 15 años fue disminuyendo hasta tener un arancel de cero en diciembre de 2007 (CEFP, 2007). Una segunda causa del complejo grado de interrelación que ha alcanzado el mercado de maíz de México-Estados Unidos, es muy probable que lo constituya la puesta en marcha de instrumentos de administración del riesgo en la agricultura mexicana a raíz de la modernización de la economía, a partir de 1982, mediante el modelo de apertura comercial casi total del país y del abandono del modelo de sustitución de importaciones donde el Estado Mexicano tenía una fuerte participación en la economía mediante las empresas paraestatales. En 1991 a raíz de la liquidación de los precios de garantía de varios cultivos y del desmantelamiento de la CONASUPO y de sus brazos operativos como Bodegas Rurales CONASUPO (BORUCONSA), Almacenes Nacionales de Depósito (ANDSA), Distribuidora CONASUPO (DICONSA), entre otros, los productores excedentarios de granos y oleaginosas que eran apoyados por CONASUPO registraron problemas de comercialización. A raíz de esta problemática en abril de 1991 se creó el organismo administrativo desconcentrado denominado Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA)<sup>1</sup>. Entre las funciones que se le asignaron ASERCA en su decreto de creación estaba considerado el fomento a la creación de una bolsa agropecuaria hacia la que se orientara la comercialización privada (numeral VI del artículo segundo). La bolsa agropecuaria es uno de los varios mecanismos

---

<sup>1</sup> A lo largo del documento se hará referencia a ASERCA entendiéndose que tales siglas significan Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria para el periodo 1991 hasta el año 2013 y tales siglas se referirán a la Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios a partir del año de 2014. En 2012 la administración federal entrante derogó el reglamento interior de dicho organismo desconcentrado entrando en vigor otro en el que la primera denominación tendría vigencia hasta 2013 y a partir de 2014 tales siglas tendrían su segundo significado. En el resto del documento se hará referencia a las siglas entendiéndose su significado según el contexto y año a que se haga referencia en el respectivo párrafo o párrafos.

existentes para la administración del riesgo cuyo objetivo primordial es proteger el ingreso de los productores.

## **1.2 Justificación**

Una de las características de la agricultura como proceso biológico es que depende de los factores y elementos del clima, así como de factores bióticos y abióticos. Un problema de escasez de agua, como el provocado por una gran sequía donde hasta el agua de riego escasee, o la aparición súbita e incontrolable de plagas o enfermedades, pueden hacer de la agricultura una actividad llena de riesgos e incertidumbre que a su vez se transmitirán a los mercados de productos agrícolas. El desarrollo de los mercados de futuros puede ayudar a conocer (descubrir) de antemano cual será el precio de *spot* (o de contado) de los *commodities* como el maíz amarillo o blanco en el futuro. La instrumentación de políticas por parte de los responsables de toma de decisiones hacia el sector primario en países como México, que abandonaron el modelo de economía cerrada por una economía abierta y la utilización de políticas de apoyo distorsionantes de los mercados como eran los precios de garantía, puede ayudar a los productores de cultivos estratégicos en la seguridad y soberanía alimentaria, como el maíz, a enfrentar los riesgos e incertidumbre proveniente de la competencia en los mercados nacionales e internacionales, del riesgo proveniente de los fenómenos naturales. En México, una de las experiencias llevada a cabo por el organismo desconcentrado llamado originalmente como Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA) en la utilización de coberturas de precios para apoyar a los productores a gestionar el riesgo principalmente a partir del año 2004 con la agricultura de contrato, resulta de gran interés su estudio dado que en apariencia dicha forma de gestionar el riesgo tuvo gran éxito en, por ejemplo, una de las mayores regiones de excedentes para comercialización (región occidente, conformada por Sinaloa y Jalisco) en garantizar un ingreso estable a los productores de maíz blanco.

## **1.3 Planteamiento del Problema**

Casi a la par del desmantelamiento de CONASUPO y del cierre de operaciones de Aseguradora Nacional Agrícola y Ganadera (ANAGSA) nacieron dos organismos

que modernizarían la gestión del riesgo en la agricultura. La Aseguradora Agropecuaria Mexicana (AGROASEMEX) nació con el decreto del 7 de junio de 1990 y en los considerandos de creación se dice que las acciones de cambio estructural emprendidas para impulsar la productividad y modernizar los sectores agrícolas y ganadero, exigían de un instrumento de protección moderno y eficiente que permitiera dar seguridad a los productores agropecuarios disminuyendo la probabilidad e impacto de pérdidas por eventos fortuitos y estabilizar sus ingresos a pesar de la presencia de dichos eventos. El otro instrumento de gestión del riesgo atendería la problemática de la comercialización de productores excedentarios fue la creación del organismo denominado ASERCA con el decreto del 16 de abril de 1991. El propósito general fue igualmente la modernización de los mecanismos de comercialización de la producción agrícola. En el artículo segundo numeral VI entre las atribuciones de ASERCA estaba la de fomentar la creación de una bolsa agropecuaria, hacia la que se orientaría la comercialización privada. En el reglamento interno de ASERCA del 22 de diciembre de 2014 se creó la Coordinación General de Administración de Riesgos de Precios y se buscaba dar certidumbre al ingreso de los productores (SAGARPA, 2017).

Hasta mediados de 2012 ASERCA operó el Programa de Apoyos a la Cobertura de Precios agrícolas para apoyar la agricultura de contrato. A partir de la segunda mitad de tal año, la idea de transformar los mecanismos de cobertura de precios en el sector agropecuario se tradujo en la puesta en marcha Programa de Administración de Riesgos a través de Intermediarios Financieros (PARMIF), el que se esperaba fuera instrumentado y operado una vez más por Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) y la Financiera Rural (FR). De esta forma, el 31 de julio de 2012, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), FIRA, así como la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) y la Asociación de Bancos de México (ABM), anunciaron la implementación del PARMIF a través de Intermediarios Financieros, el que sería instrumentado con lo que se pretendía iniciar una nueva etapa en el uso de estos instrumentos. A pesar de que el nuevo esquema contó con el apoyo decidido de los principales organismos del sector

financiero del país, no pudo cumplir con sus propósitos. Ante lo inoperante del programa y los problemas de comercialización que se comenzaron a gestar, ocasionó que el gobierno federal decidiera regresar la operación a ASERCA, a fin de participar en el ciclo agrícola otoño-invierno 2012/2013. El apoyo de cobertura de volúmenes y por lo tanto del riesgo alcanzó su máximo histórico en 2015 donde se dio cobertura a un total de 20.7 millones de toneladas de producción principalmente de maíz.

La operación de mecanismos de administración de riesgo en la práctica no fue inmediata con la creación de ASERCA. Fue hasta 2006 que se echaron a andar las coberturas de riesgos por parte de dicho organismo desconcentrado, así como la compensación a las bases. De esta manera los dos tipos de riesgos que ayudaría ASERCA a administrar son el riesgo de mercado, el riesgo de precios y el riesgo financiero. El instrumento con que ASERCA llevó a la práctica la operación fue mediante la agricultura por contrato.

En la presente investigación se busca estudiar dos temas relacionados con el riesgo en los precios del maíz y el riesgo financiero en la agricultura. Específicamente se busca estudiar si la variabilidad de los precios de futuros del maíz blanco producido en México sigue de cerca la cotización de su subyacente, que es el maíz amarillo calidad 2 (en adelante maíz amarillo #2 o simplemente maíz #2), que cotiza en la Bolsa de Chicago. De acuerdo con ASERCA el maíz amarillo es sustituto del maíz blanco en la oferta, por lo tanto, la contratación de coberturas que se realizó entre 2006 y 2018 se basó en dicho razonamiento.

Ahora bien, un tema estrechamente vinculado a la variabilidad del precio es la inevitable integración económica de los mercados de bienes y servicios entre Estados Unidos y México. La relación comercial entre ambos países se ha estrechado fuertemente. Del total de sus exportaciones de México, el 90% tiene como destino el mercado estadounidense y México importa de Estados Unidos, por ejemplo, alimentos, granos y en particular maíz amarillo transgénico de hasta el 90% de su consumo nacional. En este marco en la presente investigación se pretende también determinar el grado de integración de ambos mercados en el largo

plazo y evaluar si la política de administración de riesgos de ASERCA fue la pertinente en el periodo que estuvo vigente el esquema de contratación de coberturas de riesgos que fue de 2006 a 2018, pues en el ejercicio presupuestal de 2019 disminuyeron drásticamente los recursos fiscales destinados a apoyar dicho esquema de administración de riesgos mientras que en 2020 en la práctica tales apoyos desaparecieron y en 2021 ASERCA fue extinguida.

#### **1.4 Objetivo general**

- Evaluar la política de administración de riesgos del maíz realizada por la Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios en México en el periodo de vigencia de la contratación de coberturas de riesgo en la Bolsa de Futuros de Chicago para determinar si existió transmisión de la volatilidad del precio del mercado internacional a las regiones productoras consumidoras de maíz blanco y además determinar si la contratación de coberturas protegió el ingreso de los productores de maíz blanco en México.

##### **1.4.1. Objetivos específicos**

- Estimar en que magnitud se trasmite el riesgo del precio de futuros del maíz amarillo #2 de la Bolsa de Futuros de Chicago de Estados Unidos al precio spot del maíz blanco en las principales regiones productoras de México a través de un indicador de volatilidad financiera para analizar el efecto de las coberturas en el ingreso de los productores en el periodo 2000-2020.
- Determinar si los precios del maíz amarillo #2 que cotiza en la Bolsa de Futuros de Chicago Estados Unidos ayuda a descubrir<sup>2</sup> el precio spot del maíz

---

<sup>2</sup> El término “descubrir” es de vital importancia en el área de los mercados financieros donde se dice que los mercados financieros son eficientes si la gran cantidad de operaciones con contratos de futuros que se intercambian en las Bolsas (por ejemplo la Bolsa de Chicago del Grupo CME ) de un activo, en este caso del maíz amarillo que es el activo subyacente del maíz blanco de México en las coberturas que operó ASERCA de 2006 a 2018, determinan el precio de físicos (spot o al contado) que prevalecerá en el futuro. En otras palabras, entre más cercano este el precio de futuros del maíz amarillo al precio spot de México se dirá que el mercado es eficiente. Otra forma de decir que los mercados del maíz son eficientes es que la llamada Base sea mínima. Se denomina Base a la diferencia entre el precio de futuros y el precio de contado o spot.

blanco en México a través del análisis de cointegración para evaluar la eficiencia de la política de cobertura del riesgo de precios de ASERCA en el periodo 2006-2018

### **1.5 Hipótesis**

Dada la estrecha relación entre las economías de México y Estados Unidos es posible plantear las siguientes hipótesis de trabajo:

- El precio de spot del maíz blanco que se produce en México responde a las variaciones del precio del maíz amarillo #2 que cotiza en la Bolsa de Futuros de Chicago por lo que la volatilidad de este subyacente se trasmite a los precios del maíz blanco regionalmente.
- Existe una relación de largo plazo entre los mercados del maíz blanco y el maíz amarillo pues existe una fuerte integración económica entre las economías de México y Estados Unidos por lo que es de esperar que las políticas que operó la Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios en el periodo 2006-2018 fueron eficientes.

### **1.6 Estructura del documento**

La presente investigación se compone de cinco capítulos.

El primer capítulo corresponde a la introducción en donde se expone de forma general la problemática abordada por la investigación, así como sus antecedentes. Se enuncian también en este capítulo el planteamiento del problema, objetivos e hipótesis del trabajo.

En el segundo capítulo se realiza la revisión de literatura concerniente a la temática motivo de la investigación. De gran relevancia resulta la revisión que se realiza de los conceptos de riesgo e incertidumbre, fuentes del riesgo en la agricultura, análisis de riesgo, administración de riesgo basado en artículos de revistas que abordan el respectivo tema. Se da cuenta también de algunos artículos que aplican la metodología del modelo de heterocedasticidad condicional autorregresiva

generalizada (GARCH), el análisis de cointegración y del modelo de corrección de errores en particular si dichas referencias son aplicadas al maíz.

En el capítulo tres se desarrolla el tema de la modelización de la volatilidad a través del modelo GARCH con las series de tiempo del precio *spot* (o al contado) del maíz blanco de México y el maíz amarillo calidad #2 que cotiza en la bolsa de Futuros de Chicago.

Análogamente, en el capítulo cuatro se desarrolla el tema la evaluación de la política de administración de riesgos financieros de ASERCA a través del análisis de cointegración para determinar si la política de protección del ingreso de los productores excedentarios de maíz, coberturas de precios y de compensación a las bases fueron eficientes en el sentido financiero.

El capítulo cinco corresponde a las conclusiones y recomendaciones generales del trabajo de investigación. Finalmente es necesario comentar que en los capítulos: segundo, tercero y cuarto se ha incluido la respectiva literatura citada mientras que para el primer capítulo se ha presentado como bibliográfica complementaria pues las principales referencias se encuentran citadas en los referidos tres capítulos mencionados anteriormente evitándose con ello la redundancia y la extensión innecesaria del presente documento.

## Capítulo II.

### REVISIÓN DE LITERATURA

En este capítulo se presenta la literatura relacionada con la temática tratada en el documento de graduación, se presenta en varios apartados en los que se intenta exponer las fuentes más relevantes que presentan el fundamento teórico que soporta los distintos artículos revisados, los aplican en la práctica y verificación empírica. El tema de riesgo en la agricultura es muy vasto y diverso, no obstante, se ha realizado un esfuerzo por sintetizar los principios y resultados de investigaciones relacionadas con el riesgo de mercado, de precio y financiero importante para el riesgo en el cultivo del maíz.

#### 2.1. El riesgo y la incertidumbre en la agricultura

En los siguientes apartados se presentan las definiciones útiles para el estudio del riesgo e incertidumbre en la agricultura.

##### 2.1.1. Definición del análisis de riesgo

Dentro de la literatura sobre el tema de riesgo existe una extensa variedad de definiciones de qué es el análisis de riesgo. Una definición general es que el análisis de riesgo es: “Un proceso en el que se deben identificar y analizar fuentes potenciales que podrían impactar de forma negativa a iniciativas o proyectos de las empresas o de los agentes económicos” (Franke, 1987; Jallow *et al.*, 2007). En el caso de la empresa agrícola, es obvio que los factores relevantes que la afectan son los elementos y factores del clima. Los factores del clima son los parámetros de temperatura, precipitación, viento, humedad, presión atmosférica y nubosidad mientras que los factores del clima son agentes como la latitud, vientos predominantes, corrientes marinas, distancia al mar, altitud y relieve, que modifican, acentúan o limitan los elementos del clima. Por lo tanto, el análisis del riesgo en la agricultura es el proceso en el que se identifican y analizan los elementos y factores del clima que impactan la productividad de la agricultura. No obstante, esta definición es limitada y debe ampliarse para que el analista identifique las fuentes de riesgo de mercado, financieros, políticas de gobierno, entre otros, que impactan todo el proceso de producción agrícola (Musser & Patrick, 2006). También para

Musser y Patrick (2006) la agricultura es inherentemente una actividad humana riesgosa pues la producción agrícola es un proceso biológico sujeto a condiciones climáticas impredecibles, así como a plagas y enfermedades además de que está espacialmente dispersa en suelos heterogéneos. Por lo tanto, esta perplejidad biológica es una causa fundamental de la incertidumbre de los precios agrícolas y por lo tanto del ingreso del productor.

### **2.1.2. Semejanzas y diferencias de riesgo e incertidumbre**

En la revisión de multitud de fuentes y textos que versan sobre el riesgo no solo en la agricultura sino en diversas disciplinas, una regularidad es el definir el riesgo con matices según la disciplina respectiva, como aquella situación en donde con base al conocimiento de las distribuciones de probabilidad aplicadas a los datos de investigaciones previas experimentales o de estudios observacionales es posible determinar los probables resultados y sus consecuencias mientras que la incertidumbre no se dispone de datos previos, teóricos, sintéticos, experimentales u observacionales que permitan conocer el probable resultado de hechos antropogénicos o naturales. Dicho de otra manera, la incertidumbre no se puede evaluar de ninguna forma certera; de hacerlo, las “previsiones” son meras especulaciones carentes de bases creíbles. En el caso del riesgo es posible determinar de forma predeterminada cuáles son todos los posibles resultados y conocer de antemano las probabilidades de cada uno de ellos. En la literatura aplicada sobre todo en terrenos como la teoría de decisiones, el desarrollo del riesgo es de las áreas más desarrolladas en el sentido teórico, aplicado y empírico.

Una forma de enunciar la diferencia entre riesgo e incertidumbre es diciendo que el riesgo es medible mientras que la incertidumbre no. Dada esta diferencia en el área de riesgo existe una vasta literatura sobre su aplicación a nivel de manuales y texto que guían al analista o investigador paso a paso para hacer del riesgo un concepto medible. Qudrat, *et al.*, (2010), estudian los principios que subyacen a la toma de decisiones complejas, el manejo de incertidumbres en entornos dinámicos y de los diversos enfoques de modelado de riesgo utilizados en estudios aplicados. Yoe (2019) destaca el hecho de que la expresión análisis de riesgo versus la

expresión administración de riesgo es menos preferida a esta última. En este trabajo también se resalta que el análisis de riesgo suele confundirse con la administración del riesgo.

Hardaker *et al.* (2015) revisan algunas definiciones de riesgo e incertidumbre para poder diferenciarlos y critican acremente las concepciones comunes de dichas categorías analíticas. De esta manera señalan que los términos riesgo e incertidumbre pueden ser definidos de varias formas y que:

“Una distinción común es sugerir que el riesgo es un conocimiento imperfecto donde se conocen las probabilidades de los posibles resultados, y existe incertidumbre cuando estas probabilidades no se conocen. Pero esta no es una distinción útil, ya que los casos en los que las probabilidades se "conocen" objetivamente son la excepción y no la regla en la toma de decisiones. En cambio, de acuerdo con el uso común, definimos la incertidumbre como conocimiento imperfecto y el riesgo como consecuencias inciertas, particularmente la posible exposición a consecuencias desfavorables.”  
(Hardaker *et al.* 2015, p. 4).

Adicionalmente para Hardaker *et al.* (2015) los procedimientos destinados a enfrentarse con opciones tan importantes como riesgosas pero difíciles (en la agricultura) suele llamarse análisis de decisiones. El enfoque del análisis de decisiones más común es el fundamentado en la teoría de la utilidad esperada (subjética). Además, el análisis de decisiones incluye métodos y herramientas para identificar, representar y evaluar aspectos importantes de en la toma de decisiones riesgosas, lo que lleva a un camino de acción recomendado consistente con una escrupulosa consideración de las potenciales consecuencias de las elecciones alternativas, las probabilidades asociadas de esas consecuencias y la preferencia relativa de posibles resultados. De esta manera puede afirmarse que el análisis de la toma de decisiones es una teoría prescriptiva de la elección (Hardaker *et al.*, 2015; p. 11).

## **2.2. Análisis de riesgo en la agricultura**

En la literatura del análisis de riesgo, administración de riesgo y evaluación del riesgo las referencias dominantes son las pertenecientes al área financiera. La cantidad de artículos y referencias de texto que desarrollan teóricamente como la aplicación del análisis, administración y evaluación pertenecen en más del 90% al área financiera con sus diversas variantes, por ejemplo, a la literatura de mercados de futuros, opciones y derivados, las matemáticas financieras, toma de decisiones en finanzas, finanzas corporativas, entre muchas disciplinas más. Las referencias referentes al análisis y administración del riesgo en agricultura, en su formato de libros de texto, son solo unas cuantas en relación a las publicadas en el área financiera no relacionadas con la agricultura.

Como señala Schnitkey (2012) es sorprendente que dada la gran cantidad investigación dedicada al riesgo desde la década de 1970 no se haya publicado un libro de texto introductorio que tratara la toma de decisiones agrícolas bajo riesgo. Esto fue parcialmente remediado por Moss (2011). Moss (2011) estudia los temas habituales del área financiera pero aplicado a la agricultura. En el texto se incluyen los temas de: 1) Teoría de probabilidad, 2) Teoría de la utilidad esperada y pruebas de Von Neumann y Morgenstern, 3) Medidas de riesgo de Arrow-Pratt, 4) Teoría de cartera de varianza media, 5) Modelos de mercado de riesgo incluyendo el modelo de fijación de precios de activos de capital (CAPM) y la teoría de fijación de precios de arbitraje, 6) Dominancia estocástica y eficiencia de riesgo, planificación de riesgos en la explotación agrícola como un todo, utilizando una variedad de métodos de solución, 7) Fijación de precios de opciones utilizando modelos Black-Scholes, principalmente. El hecho de que los temas como el modelo de Black-Scholes se aplique a la agricultura es lo que hace del documento en cuestión una de las referencias de mayor valía para el estudio del riesgo en la agricultura.

Chavas (2004) desarrolla una temática que, si bien el título no refleja que su área de aplicación es la agricultura, presenta un marco analítico e ilustra cómo se puede utilizar tal marco en la investigación de decisiones económicas bajo riesgo. En el prólogo de la obra se señala que, en cierto sentido, la economía del riesgo implica

conocer las decisiones humanas en ausencia de información perfecta. Por ejemplo, ¿cómo tomar decisiones cuando se desconocen algunos de los eventos que afectan al humano? Chavas (2014) se responde señalando que la teoría de la probabilidad es la piedra angular de la evaluación del riesgo lo que permite medirlo de forma comunicarlo entre tomadores de decisiones, analistas o investigadores. Adicionalmente, se menciona que ahora se comprenden mejor las preferencias por el riesgo lo cual proporciona información útil sobre la racionalidad económica de la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre.

### **2.2.1. Administración de riesgo en la agricultura**

Yoe (2019) destaca el hecho de que la administración de riesgo o protección contra hechos inciertos se da en todos los niveles donde haya un retorno a la actividad que se realiza para sobrevivir o incrementar la riqueza de un gran agente económico individual o en los grandes corporativos que pagan dividendos a sus accionistas. Por ejemplo, el agricultor de autoconsumo para protegerse del riesgo recurre a la diversificación de cultivos en pequeñas superficies dispersas en ciertas áreas geográficas o la intercalación de cultivos para protegerse de probables pérdidas o siniestros por clima adverso, plagas o enfermedades, pues no todos los cultivos podrían ser afectados en el mismo tiempo, garantizando con ello un mínimo de producción para su consumo propio.

Análogamente, gran empresario inversionista como un gerente o director de un corporativo diversificaran sus inversiones o actividades productivas en un portafolio diversificado. Los grandes inversionistas financieros o especuladores diversificaran sus recursos en multitud instrumentos de inversión financiera ya sea a tasas de interés fijas o tasas variables, coberturas de riesgos, entre muchas otras (Yoe 2019).

### **2.2.2. Delimitación del riesgo en la agricultura**

El tópico de riesgo es inherente a la existencia del ser humano y por lo tanto se encuentra presente en todas las actividades antropogénicas sean de la índole que sean. Por ejemplo, si un mediano productor aplica por su cuenta algún agroquímico para control de plagas y enfermedades a un cultivo (maíz genéticamente modificado), estará enfrentando varios riesgos estrechamente vinculados. Si no

utiliza el equipo apropiado e inhala el agroquímico estará enfrentando un riesgo a su salud por envenenamiento o algún tipo de enfermedad como cáncer. El riesgo en la salud humana es uno de los temas mejor estudiados por las empresas aseguradoras. El productor estará enfrentando simultáneamente el riesgo de que no se cumplan sus expectativas respecto al rendimiento esperado del maíz transgénico porque la productividad sea más baja que la indicada en el respectivo paquete tecnológico debido a que no realizó la preparación del terreno, siembra, labores culturales, entre otras actividades, según lo estipulado en la capacitación de habilidades agronómicas.

El segundo tipo de riesgo mencionado en el párrafo anterior conlleva otros tipos de riesgo. Dado que no ha alcanzado las expectativas de productividad de maíz transgénico por el riesgo idiosincrático (o personal) inherente al propio productor el riesgo de que no pueda cumplir con los compromisos de créditos y seguros que podría haber utilizado para cultivos se ha incrementado. No obstante, el cultivo del maíz transgénico enfrenta no solo el riesgo personal del productor. El riesgo de pérdidas por siniestro natural dado que la ocurrencia de sequía, inundaciones, incendios, heladas, otros, se ha incrementado. La probabilidad de ocurrencia de algunos fenómenos naturales, como los aludidos, fuera de su estacionalidad en un año regular, bien estudiado en la meteorología, se ha exacerbado por lo que los riesgos de siniestros en la agricultura han aumentado.

Un tipo de riesgo implícito en el tipo de cultivo del maíz transgénico es de gran interés en la actualidad y que es una fuente de luchas sociales y las grandes empresas transnacionales. El maíz transgénico representa el riesgo de contaminar a la gran diversidad de variedades criollas de este grano básico por lo cual las organizaciones no gubernamentales las sociales buscan prohibir su cultivo.

De lo anterior se observa que en la agricultura existe una gran cantidad de riesgos por lo que se hace necesario una revisión de literatura para poder delimitar el alcance del presente estudio de análisis de riesgo en la agricultura.

De acuerdo con el Servicio de Investigación Económica del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, (USDA-ERS, 2022) el riesgo es importante en el negocio agrícola dado que la incertidumbre es inherente al clima, rendimientos, precios, políticas gubernamentales, mercados globales que impactan a la agricultura ya que causan amplias variaciones en el ingreso de la actividad agrícola. De esta manera, la administración del riesgo involucra la elección entre alternativas que reducen los efectos financieros resultantes de dichas incertidumbres.

USDA-ERS (2022) y Komareka, *et al.* (2020) y Ellis (1993, p. 82-104) distinguen cinco tipos de riesgo en la agricultura; a saber: riesgo en la producción, riesgo de precio o de mercado, riesgo financiero, riesgo institucional, y riesgo personal o idiosincrático. Si bien cada referencia y autor puede dar un matiz u orientación a la definición de cada uno de estos cinco tipos de riesgos en el contenido de las definiciones coinciden sobre que es el riesgo e incertidumbre. Las definiciones de riesgo son:

1. El riesgo de la producción proviene de la incertidumbre de los procesos de crecimiento natural de los cultivos y el ganado del medio rural. La cantidad y calidad de los productos alimentarios son afectados por las enfermedades, plagas y una diversidad de fenómeno.
2. El riesgo de precio o riesgo de mercado concierne a la incertidumbre de los precios que los productores recibirán por sus cultivos o los precios que deben pagar por los insumos del proceso productivo. El riesgo de precio varía significativamente de un producto a otro por ejemplo entre un cultivo como hortalizas o de un cultivo básico como el maíz blanco.
3. El riesgo financiero emerge cuando la explotación agrícola se financia con crédito o dinero prestado lo cual da lugar a una obligación de pagar la deuda según fechas y cláusulas estipuladas, por lo general, en contratos. Las fuentes de riesgo en este caso pueden ser que las tasas de interés sean variables, la posibilidad de que los prestamistas informales, por ejemplo, soliciten el pago

anticipado de sus préstamos, la disponibilidad restringida de crédito, entre otros, son algunas de las fuentes del riesgo financiero.

4. El riesgo institucional proviene de la incertidumbre de las políticas públicas de los gobiernos nacionales o locales; por ejemplo, las leyes fiscales, la normatividad para el uso de productos químicos, disposiciones para la eliminación de restos de animales de sacrificio para la alimentación humana, los precios de garantía, apoyos a los ingresos de los productores, apoyos por tipos de productores según su condición de pequeños, medianos o grandes, si practican la agricultura familiar no comercial, entre muchas otras fuentes de incertidumbres.
5. El riesgo humano, personal o idiosincrático se refiere a factores tales como problemas con la salud humana o las relaciones personales que pueden afectar el negocio agrícola.

Otra forma de clasificar el riesgo en la agricultura es como lo hace el Centro para la Agricultura Comercial (CCA, 2022). En este caso se afirma que en la agricultura hay una gran diversidad de riesgos pero que sin embargo es posible categorizar tal diversidad en tres tipos de riesgo. Riesgos para la empresa, riesgo financiero y riesgo estratégico. El riesgo para la empresa, que a la vez se puede clasificar como riesgo de corto plazo o riesgo operativo es el riesgo que afecta los retornos de los activos de la empresa e incluye el precio los costos y la productividad de la empresa. Este tipo de riesgo se puede administrar de manera relativamente fácil pues existen instrumentos claros y bien definidos para hacerlo. Su impacto en la empresa se puede minimizar y existe una baja probabilidad de ocurrencia. De forma esquemática el CCA (2022) señala que los riesgos para la empresa son siete:

1. Producción (clima, enfermedades y plagas, pérdida de campo, deterioro);
2. Precio/mercado (primas reducidas, precios de insumos altos, etc.);
3. Siniestro (incendio, clima y robo);
4. Tecnología (fallo de rendimiento, maquinaria obsoleta);

5. Relación (propietario, prestamista, proveedor y comprador);
6. Marco legal y regulatorio (incumplimiento de reglamentos, normas contractuales y otra clase de leyes);
7. Humano (gerentes de bajo desempeño, empleados lesionados o enfermos, entre otros).

El riesgo financiero de acuerdo con CCA (2022) es también un riesgo operativo de corto plazo y es también de fácil administración y afecta a los rendimientos del capital de la empresa. Esta clase de riesgo incluye:

1. Riesgo por uso de deuda y apalancamiento;
2. Tasas de interés (fijas o variables);
3. Compromisos de arrendamiento financiero;
4. Capital de trabajo y liquidez;
5. Presupuesto o análisis de inversión incompletos.

La tercera categoría de riesgo que señala CCA (2022) es a lo que llama el riesgo estratégico que a diferencia de las dos categorías de riesgo anteriores es un riesgo de largo plazo y el más difícil de evaluar. Esta categoría de riesgo, señala CCA (2022) puede incluir tendencias y variabilidad en el clima de negocios y otros factores fuera del control de la organización agropecuaria. El riesgo estratégico tiene a su vez tres fuentes: fuerzas externas, recursos internos y capacidades; y posicionamiento estratégico. Las fuerzas externas del riesgo estratégico provienen de:

1. Cuestiones macroeconómicas;
2. Políticas internas y externas de los gobiernos;

3. Acciones de la competencia. Más específicamente: la entrada de empresas a la industria y las acciones que estas tomen;
4. Cambios en las preferencias de los consumidores;
5. La industrialización del sector;
6. Cambios repentinos en el clima social y el clima natural;
7. Incertidumbre tecnológica.

Los potenciales riesgos de los recursos internos y capacidades se refieren a: activos físicos, activos financieros, activos del cliente, activos de empleados/proveedores, activos organizacionales, estilo de liderazgo, valores, conocimiento y *expertise* de directivos y staff.

Ahora bien, el posicionamiento estratégico el CCA (2022) lo define como la forma en que una empresa va al mercado y crea valor para el cliente, mientras que el riesgo de posicionamiento estratégico incluye cómo una empresa alinea sus recursos internos y capacidades con factores externos. La empresa corre el riesgo de que si no alinea como debe su estrategia tal falla la puede lavar a ineficiencias y a un mal desempeño financiero.

Musser & Patrick (2006) retoman la clasificación de los riesgos de Baquet, *et al.* (1997) quienes explican también cómo ante la respectiva fuente de riesgo en la agricultura los productores responden con una o varias estrategias para administrar dicho tipo de riesgos. De esta manera Musser & Patrick (2006) señalan cinco tipos de fuentes de riesgo para la empresa agrícola: 1) Producción y rendimiento, 2) Mercado y precios, 3) Financiera, 4) Legal y medioambiente y 5) Recursos humanos.

El riesgo en la producción se refiere a las variaciones en los rendimientos de los cultivos, producción de ganado y de aves de corral debido al clima, las enfermedades y las plagas. Algunas respuestas para administrar este tipo riesgo son:

- a. Diversificación, que incluye combinaciones de productos, dispersión espacial, diferentes variedades de cultivos y diferentes etapas de producción para animales y plantas perennes.
- b. El uso de insumos de insumos apropiado que incluye riego, pesticidas, fertilizantes y medicamentos veterinarios.
- c. Información de gestión, como pruebas de suelo, exploración, pruebas de nutrientes de alimentos y registros de producción.
- d. Seguro agrícola.

El riesgo de mercados y precios, que también Musser & Patrick (2006) denominan riesgo de comercialización o mercadeo (marketing) alude a las variaciones en los precios de los productos básicos y las cantidades que se pueden comercializar. Las respuestas de administración de riesgo a tal modalidad de riesgo agrícola están:

- a. Planes de marketing;
- b. Técnicas de marketing a plazo, como futuros, opciones y contratos a plazo de efectivo;
- c. Marketing secuencial: marketing varias veces al año;
- d. Contratos de comercialización que garantizan precio y cantidad;
- e. Ventas directas a los consumidores;
- f. Integración vertical.

El riesgo financiero se refiere a la posibilidad de no llegar a tener la capacidad de pagar las facturas a su vencimiento, tener dinero para seguir cultivando y evitar la bancarrota. La respuesta a este tipo de riesgo es:

- a. Registro y contabilidad de las actividades de la explotación agrícola o pecuaria;
- b. Planificación del flujo de caja;
- c. Controlar y limitar la deuda;
- d. Marcar el ritmo de las inversiones a lo largo del tiempo;
- e. Mantenimiento de reservas financieras y de crédito;
- f. Emplearse en el trabajo no agrícola;
- g. Inversiones en actividades no agrícolas;
- h. Control del consumo familiar.

En el caso del riesgo legal y el riesgo ambiental se refiere a la posibilidad de demandas iniciadas por otras empresas o individuos, disputas sobre acuerdos contractuales. El riesgo ambiental connota el riesgo que enfrenta la empresa ante cambios en las regulaciones gubernamentales sobre contaminación y otras prácticas agrícolas o que tales regulaciones sean más estrictas y rigurosas (Musser & Patrick, 2006). Algunas de las acciones de administración para mitigar este riesgo son:

- a. Seguros de responsabilidad;
- b. Planes de manejo de nutrientes;
- c. Retención de asesoría legal;
- d. Buenas relaciones con los círculos cercanos de amistades y de la localidad;
- e. Buen mantenimiento de vehículos de carretera.

El riesgo de recursos humanos es la amenaza de que los propietarios, la familia y los empleados de la explotación no estén disponibles para la gestión y el trabajo agrícola. Las estrategias de administración de riesgos en este caso particular son:

- a. Planeación estratégica de negocios;
- b. Planificación de la sucesión patrimonial y de propiedad;
- c. Prácticas modernas de personal y gestión de recursos humanos;
- d. Seguros de salud, invalidez y vida;
- e. Acuerdos prenupciales y asesoramiento matrimonial;
- f. Uso de consultores de gestión.

En el trabajo de Baquet, *et al.* (1997) se hace una explicación pormenorizada de cada fuente de riesgo y abundan sobre las acciones de gestión y administración del riesgo en la agricultura.

### **2.2.3. La teoría de la utilidad esperada en la agricultura**

La teoría de la utilidad es uno de los más prominentes modelos que la teoría económica ha desarrollado para explicar la toma de decisiones bajo un riesgo. En la economía agrícola la modelación del comportamiento de los agentes económicos la teoría de la utilidad esperada ha sido aplicada empíricamente no solo a los grandes agentes económicos del sector primario sino incluso para estudiar a las economías campesinas que parecieran no tener un comportamiento racional en el sentido de maximizar sus beneficios y minimizar costos en sus procesos productivos sino que parecieran maximizar el producto físico que obtienen en su unidad productiva el cuales fundamentalmente para autoconsumo, lo cual es conocido como la lógica de las economías campesinas (Schejtman, 1980).

De acuerdo con Weiss (1992) esta hipótesis estipula que los individuos que tengan una elección entre diversas opciones riesgosas elegirán una que maximice la expectativa matemática de su "utilidad" personal. La teoría de la utilidad esperada y su aplicación para analizar las actitudes hacia el riesgo en el contexto de la agricultura es estudiada en Moss (2011), Ellis (1993, pp. 82-104), Anderson *et al.* (1977, pp. 65-108), Hardaker *et al.* (2015), entre otros trabajos.

La teoría de la utilidad esperada señala que un agente elige entre alternativas riesgosas comparando los valores de utilidad esperados (es decir, la suma ponderada de sumar los respectivos valores de utilidad de los pagos multiplicados por sus probabilidades). La expresión matemática de la utilidad esperada es:

$$U(p) = \sum u(x_k) p_k$$

donde  $p_k$  es la probabilidad de que se realice el resultado indexado por  $k$  con pago  $x_k$  y  $U$  es la función que expresa la utilidad de cada pago respectivo. En un gráfico, la curvatura de  $u$  explicará la actitud de riesgo del agente económico.

El análisis formal de las elecciones de alternativas riesgosas en la agricultura tiene costos, incluidos los costos del tiempo necesario para realizar el análisis de los riesgos y hacer los cálculos y estrategias de cómo administrarlo. Sin embargo, no toda toma de decisiones requerirán todo el esfuerzo para realizar los estudios requeridos, pero hay dos casos en los que vale la pena realizar un análisis formal.

#### **2.2.4. Actitudes hacia el riesgo en agricultura**

Uno de los temas centrales en el estudio de la toma de decisiones es la actitud de los agentes económicos ante el riesgo. Las actitudes hacia el riesgo son por mucho la piedra angular de todo el desarrollo de las metodologías para cuantificar el riesgo y su estudio se basa en la teoría de la utilidad esperada. Según las diferencias en la preferencia por el riesgo, los campesinos se pueden dividir en tres tipos: amantes del riesgo, aversión al riesgo y neutrales al riesgo. Existen grandes diferencias entre estos tres tipos en su respuesta ante situaciones riesgosas e inciertas (Aimin, 2010).

De manera gráfica es posible explicar las preferencias por el riesgo utilizando la Figura 1 siguiendo la Hardaker *et al.* (2015, pp. 88-89) y a Aimin (2010).

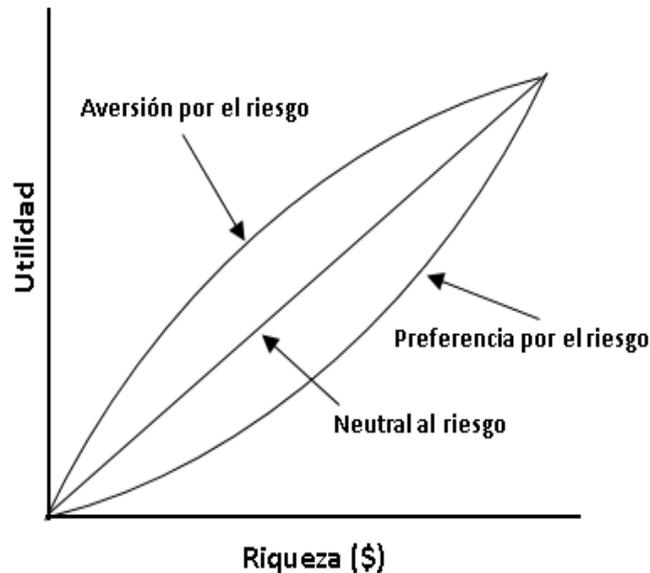


Figura 1. Preferencias por el riesgo.

Fuente: Hardaker *et al.* (2015, pp. 88-89) y a Aimin (2010).

En el eje de las abscisas se tiene a la riqueza del agente económico y en el eje de las ordenadas su nivel de utilidad. Si la función de utilidad tiene una pendiente positiva en todo el rango de pagos, la implicación es que siempre se prefiere más pago a menos. Las preferencias de este tipo son normales para el dinero, pero es posible que no se apliquen a otro tipo de bienes o servicios. En notación matemática, la característica de que se prefiere más dinero a menos puede escribirse como:

$$U^i(w) > 0$$

donde  $U^i(w)$  es la  $i$ -ésima derivada de la función de la función de utilidad,  $U(w)$ , para la riqueza,  $w$ . Otros bienes como es el “ingreso” pueden ser sustituido en lugar de la riqueza. De esta manera, dado que la primera derivada de la función de utilidad de la riqueza para toda  $w$ , ello implica la situación donde más es preferido a menos (Hardaker *et al.*, 2015; Aimin, 2010).

De forma análoga, la aversión al riesgo está indicada por una función de utilidad que muestra una utilidad marginal decreciente a medida que aumenta el nivel de pago. En términos de la segunda se pueden tener tres actitudes hacia el riesgo. Si

1.  $U^{(2)}(w) < 0$  implica aversión al riesgo
2.  $U^{(2)}(w) = 0$  implica indiferencia al riesgo
3.  $U^{(2)}(w) > 0$  implica preferencia por el riesgo

Estos tres casos son los ilustrados en la figura anterior y dado que el segundo y tercer caso son poco usuales el que reviste el mayor interés es el primero pues la aversión al riesgo es la actitud más comúnmente encontrada entre productores de autoconsumos, pequeños, medianos y aun entre ciertos grandes productores (Hardaker *et al.*, 2015; Aimin, 2010).

### 2.3. Medidas de la aversión al riesgo

Para un sinnúmero de propósitos y aplicaciones es necesario cuantificar el grado de aversión al riesgo (Hardaker *et al.*, 2015). No obstante, para aplicaciones empíricas de gran interés es la función de utilidad para la cual el coeficiente de aversión absoluta al riesgo,  $A(w)$ , y el coeficiente de aversión relativa al riesgo,  $A_r(w)$ , son constantes (Moschini & Hennessy, 2001, p. 95). Las funciones de utilidad que cumplen con que tales coeficientes sean constantes es la función de utilidad de aversión absoluta al riesgo constante (CARA) y la función de utilidad de aversión al riesgo relativo constante (CRRRA). La función la función de utilidad de aversión absoluta al riesgo constante tiene la siguiente expresión:

$$U(w) = -e^{-\lambda w}$$

donde  $\lambda$  el coeficiente (constante) de aversión absoluta al riesgo. Adicionalmente la función de utilidad de aversión al riesgo relativo constante está dada por:

$$U(w) = \frac{w^{1-\rho}}{1-\rho}$$

donde  $\rho \neq 1$  pero si  $\rho = 1$  entonces  $U(x) = \log(w)$  y donde  $\rho$  es el coeficiente (constante) de aversión relativa al riesgo (Moschini & Hennessy, 2001).

#### **2.4. Literatura sobre análisis de cointegración**

La teoría de la cointegración tuvo sus desarrollos en la década de 1980. Sadoulet & de Janvry (1995) mencionan que la para entonces naciente, teoría de la cointegración permitiría probar la integración de largo plazo de los mercados de los productos del sector primario entre países y citan a Alderman (1993) y Alexander & Wyeth (1994) como pioneros. La teoría de la cointegración se avizoraba como la metodología que sustituiría a la metodología que para la época se utilizaba para probar la integración entre mercados tales como era en análisis de correlación (Ravallion, 1986). El análisis de correlación para probar la integración de mercados ha ido siendo lentamente abandonada a favor no solo de la cointegración y modelo de corrección de errores sino también de otros procedimientos como el de llamado modelo de límites de paridad como el aplicado por Penzhorn & Arndt, (2002) para probar la integración de las regiones productoras y regiones consumidoras de maíz en Mozambique.

Penzhorn & Arndt (2002) señalan que el tema de la integración de mercados se encontraba para la época era el eje de debates acerca de la liberación de los mercados, de las políticas de precios y la reestructuración de las agencias de mercado gubernamentales en los mercados de los alimentos en los países en desarrollo como lo era en Mozambique. Se resalta por los investigadores que, sin integración espacial de los mercados de Mozambique, las señales de los precios no se transmitirían de las áreas deficitarias en maíz a la excedentarias, que sin dicha integración los precios no solo de este grano sino de otros productos serían más volátiles, los productores agrícolas no se especializarán de acuerdo con la ventaja comparativa a largo plazo y las ganancias del comercio no se realizarán.

El objetivo de Penzhorn & Arndt (2002) fue estimar el grado de integración del mercado entre los principales mercados de maíz de Mozambique para lo cual emplearían el modelo de límites de paridad dado el peligro de los estadísticos e imprecisiones del uso de correlación de precios para probar la integración de mercados. Se añade que dicho método proporciona un procedimiento más confiable para probar violaciones de las condiciones de arbitraje espacial que los métodos convencionales, porque compara series de tiempo de diferenciales de precios observados con costos de transferencia y reconoce explícitamente que las condiciones de arbitraje espacial están representadas por restricciones de desigualdad. Los resultados de Penzhorn & Arndt (2002) mostraron una falla de las condiciones de arbitraje espacial entre los mercados de Maputo y Chimoio (Mozambique) de alrededor del 23% del tiempo durante el período estudiado.

Motamed, Foster & Tyner (2008) tiene como propósito mejorar el análisis previo sobre el impacto del maíz cultivado en Estados Unidos en los mercados mexicanos utilizando el análisis de cointegración y el modelo de corrección de errores utilizando una serie semanal de datos para el periodo 1998 a 2005. La principal conclusión es que los precios de maíz blanco entre México y los Estados Unidos no comparten una relación de largo plazo y que por lo tanto los precios del maíz blanco de México se determinan de manera doméstica, pero de una manera regional. De esta forma son Sinaloa y Jalisco los que ejercen una gran influencia en casi todas las entidades federativas excepto en Michoacán y Oaxaca tienen vínculos débiles con los estados vecinos.

En el trabajo de Witherspoon (1993) se estudia como el descubrimiento del precio de las llamadas *commodities* por el mercado de futuros impacta los precios de contado o spots de las mismas en el mercado de físicos. En la parte introductoria del trabajo se hace una revisión de una serie de investigaciones que en el pasado verificaron empíricamente el principio de que una de las funciones principales de los mercados de futuros es descubrir (determinar) el precio de contado en los mercados de físicos de la mercancía en cuestión.

Un hecho importante en la revisión de literatura que hace Witherspoon (1993) es que las series de tiempo utilizadas en la mayor parte de los trabajos revisados son series de tiempo de alta frecuencia, pues son datos que se diferencian por apenas unos segundos o minutos. No obstante, se señala que dichos trabajos empíricos del descubrimiento de precios al contado por precios futuros tienen implicaciones importantes que no han sido reconocidas por la volatilidad del mercado de efectivo y la autocorrelación por lo que el propósito de investigación es mostrar que algunos modelos son un caso muy especial de una clase mucho más grande de modelos que pueden estudiarse de manera canónica.

Explorar las implicaciones de tales modelos para la volatilidad y autocorrelación del mercado de efectivo y la sensibilidad del modelo a los cambios en sus parámetros, e identificar los casos críticos y limitantes más interesantes es relevante; también se tiene el propósito de identificar políticas regulatorias útiles basadas en las implicaciones de los modelos estudiados. Dichos propósitos para ser cumplidos toman el modelo de Garbade & Silber (1983). Witherspoon (1993) señala que Garbade & Silber (1983) utilizan el modelo para analizar el arbitraje imperfecto entre un mercado de futuros y su mercado de efectivo correspondiente y que es particularmente útil para medir, simultáneamente, la fuente de descubrimiento de precios y la elasticidad del arbitraje de precios en efectivo y precios de futuros.

Garbade y Silber (1983) usaron su modelo para estudiar los mercados de materias primas (trigo, maíz, avena, jugo de naranja, cobre, oro y plata) y encontraron que los futuros son la principal fuente de descubrimiento de precios para los mercados de maíz, trigo, oro y plata, y además que las elasticidades de arbitraje de precios efectivos y el de futuros eran claramente más altas para los mercados de oro y plata que para las otras materias primas estudiadas.

Los resultados de Witherspoon (1993) muestran que, si el descubrimiento de precios por parte de los futuros supera ciertos niveles críticos de dominio, las implicaciones para el mercado de efectivo son progresivamente perjudiciales: mayor autocorrelación, volatilidad, falta de liquidez e inestabilidad. De otra forma, si el

descubrimiento de precios por futuros no es excesivo, las implicaciones para el mercado de efectivo son deseables.

De acuerdo con el propio Witherspoon (1993), sus resultados desafían los hallazgos de estudios previos, a saber, que el comercio de futuros: aumenta la eficiencia del mercado; no causará ni exacerbará choques; y, aumenta la liquidez del mercado.

Witherspoon (1993) dedica un apartado a proponer una generalización del modelo de Garbade y Silber (1983) para arbitraje imperfecto entre un mercado de futuros y su correspondiente mercado de efectivo o spot.

En otro apartado se derivan las implicaciones del modelo de Garbade y Silber (1983) para la volatilidad, la autocorrelación y la estabilidad del mercado de efectivo. Después discute los resultados de su trabajo a la luz de investigaciones previas y las implicaciones de los resultados para la política regulatoria. Estos apartados son altamente técnicos en notación matemática por lo que es difícil darles una interpretación por sí mismo. No obstante, en las conclusiones se dice que un mercado de futuros brinda importantes beneficios saludables al mercado de efectivo correspondiente (menor volatilidad a largo plazo, más liquidez, mejor eficiencia) si el descubrimiento de precios por futuros no domina el mercado de efectivo. Además, si el descubrimiento de precios por futuros excede el nivel crítico dominante, entonces la autocorrelación del mercado de efectivo y la volatilidad a largo plazo aumentan, pero si se supera el nivel crítico superdominante, la liquidez del mercado de efectivo disminuye y si se supera el nivel crítico ultra dominante, es probable que se produzca un colapso o una burbuja.

En las conclusiones se menciona, también, que el ruido excesivo en los precios de futuros es necesario, pero no suficiente para que los futuros descubran los precios y dominen el mercado de efectivo. Aumentar el requisito de margen inicial para los futuros disminuiría el descubrimiento excesivo de precios por parte de los futuros y que el descubrimiento de precios por futuros cumple una función valiosa cuando se trata principalmente de "descubrimiento de información"; es contraproducente cuando se trata principalmente de "descubrimiento de ruido".

Por otro lado, Xu (2017) estudia cómo se da el descubrimiento de precios en los mercados al contado y de futuros del maíz de Estados Unidos y el análisis de cointegración. Señala que el descubrimiento de precios se refiere al proceso de llegar al precio de un bien en un momento y lugar determinados y que el uso de los mercados de futuros de productos básicos está estrechamente relacionado con su rendimiento de descubrimiento de precios, lo que sugiere cómo fluye la información de precios entre el mercado de efectivo y el de futuros.

Menciona también, que en general, los mercados de futuros facilitan el descubrimiento de precios al proporcionar un lugar central, aunque virtual, para registrar los valores de las materias primas. Considera que ello surge del papel más fundamental que desempeñan los mercados de futuros al proporcionar medios contractuales para cubrir el riesgo de precio así como que varias investigaciones han estudiado el descubrimiento de precios en los mercados de maíz de Estados Unidos y que algunos trabajos han encontrado que los futuros lideran temporalmente los precios al contado en el flujo de información, sin embargo; la evidencia empírica se ha mezclado entre mercados, productos básicos y períodos de tiempo. Por ejemplo, los tamaños, los volúmenes de negociación, las estructuras de los participantes y los tipos de datos varían según los mercados y se ha encontrado que afectan los resultados del descubrimiento de precios.

Xu (2017) indica que las caracterizaciones empíricas del descubrimiento de precios han variado y en la literatura se han utilizado diferentes métodos estadísticos como medidas y ejemplifica con el caso de una hipótesis de predicción, probada en muchos estudios, establece el valor nulo de que una serie de precios es débilmente exógena, por lo tanto, proporciona una fuente de información independiente y sirve como causa de los movimientos en otras series para investigar la causalidad entre los mercados de efectivo y de futuros a largo plazo.

Señala que también se ha empleado un segundo enfoque, que es la prueba de causalidad lineal de Granger, para explorar la causalidad a corto plazo. Los estudios previos sobre la causalidad lineal de adelanto-retraso son extensos. Por ejemplo, algunos trabajos han investigado el rendimiento del descubrimiento de precios de

los mercados de futuros de varios productos teniendo en cuenta la capacidad de almacenamiento y encontró que los futuros son al menos tan importantes como los precios al contado como fuentes de información y otros estudios han revelado que los futuros del cerdo sirven como predictor imparcial de los precios al contado, excepto para contratos muy lejanos, y demostraron que el mercado de futuros es el principal punto de determinación de precios.

Además menciona que debido a que las posibles relaciones no lineales entre las series de precios son ignoradas por las pruebas de causalidad lineal, también vale la pena explorar la investigación empírica que utiliza la prueba de causalidad de Granger no lineal, para lo cual ejemplifica con un estudio para el mercado del petróleo crudo, en el que se encontró que los futuros lideran unidireccionalmente los precios de contado con base en la prueba de causalidad lineal mientras que el liderazgo bidireccional se identifica con la prueba no lineal. De esta manera, son comunes las aplicaciones combinadas de la prueba lineal y no lineal para la investigación de descubrimiento de precios y que las medidas de distribución de información y de factor común, además de probar la importancia del flujo de información, evalúan las contribuciones relativas de los mercados de efectivo y de futuros cointegrados al descubrimiento de precios.

Señala que teóricamente, debido a que los precios al contado y de futuros se ajustan instantáneamente para incorporar nueva información en mercados eficientes donde no son posibles oportunidades de arbitraje rentables, no se espera una relación de adelanto-retraso, pero se acota que los resultados empíricos, sin embargo, son mixtos sobre este tema. No obstante, se encuentra que los mercados de futuros son fuentes de descubrimiento de precios con mayor frecuencia en comparación con los mercados de efectivo lo cual podría deberse a ventajas tales como costos de transacción bajos, alto apalancamiento y desembolsos iniciales bajos, gran transparencia y liquidez, y oportunidades de venta al descubierto en los mercados de futuros.

Así mismo, afirma que existe evidencia empírica de que los precios al contado determinan los precios de futuros y se ejemplifica con Moosa (1996) quien descubrió que la acción de los participantes en el mercado del petróleo crudo se desencadena por el precio de contado y los futuros se ajustan posteriormente u con el ejemplo de otra investigación donde se descubrió que la cantidad de información contenida en los precios al contado de las divisas es mayor que la de los futuros, posiblemente debido a un aumento en la transparencia del mercado al contado. También menciona que en otros estudios han documentado la relación bidireccional entre los precios al contado y precios de futuros. Así como que también en otros trabajos se afirma que los precios al contado y de futuros se ven afectados por sus propias historias, los movimientos de cada uno y la información actual del mercado.

Muchos de los estudios recientes sobre causalidad, incluidos la mayoría de los mencionados anteriormente, se basan en la prueba de Granger (Granger 1969), y se supone un modelo de serie de tiempo lineal paramétrico para la media condicional. Si bien la suposición de linealidad es atractiva en el sentido de que la prueba de causalidad se reduce a determinar si los retrasos de una variable deben incluirse en la ecuación de otra, la prueba basada en los residuos filtrados del modelo lineal es sensible solo a la causalidad en la media condicional. Teniendo en cuenta que las covariables pueden afectar la distribución condicional de la respuesta de manera no lineal y que la prueba de causalidad de Granger lineal paramétrica tiene poca potencia para detectar relaciones no lineales (Baek y Brock, 1992), los enfoques no paramétricos que no imponen una forma funcional lineal se vuelven necesarios para la prueba de causalidad. Por lo tanto, en este estudio se investiga la causalidad tanto lineal como no lineal a través de métodos paramétricos y no paramétricos, tratando de capturar la posible relación no lineal que a menudo no se explora para los mercados agrícolas de efectivo y de futuros.

Xu (2017) menciona que en la literatura que reviso en su trabajo, la cointegración se considera en el modelado de series no estacionarias porque afecta la especificación del modelo para las pruebas de causalidad. Si las series están cointegradas, las pruebas de causalidad deben basarse en un modelo de corrección

de errores (ECM) en lugar de un modelo de vector de auto regresiones (VAR) sin restricciones. De esta manera, afirma que la mayoría de los estudios que se revisaron consideran los futuros y un mercado de efectivo específico para investigaciones de cointegración y relaciones causales.

Un dato interesante es que en su estudio usa datos diarios y cubre un período de seis años con un total de 1316 observaciones para cada uno de los 182 mercados que estudia. Dado que el trabajo de Xu (2017) es muy desagregado (a nivel de estado y de 182 mercados específicos) sus resultados son muy extensos y enuncia las conclusiones de su investigación en cinco puntos. En el primer punto señala que: La cointegración que generalmente se supone entre los precios de futuros y de contado de maíz solo se cumple para 52 de los 182 mercados de contado, y las fallas tienden a ocurrir más lejos de los lugares de entrega de futuros.

Debido a que el descuido de la cointegración, si existe, conduce a una subestimación de los índices de cobertura y afecta el desempeño de la cobertura (Kroner y Sultan 1993), los resultados ayudan a los participantes del mercado a identificar la cointegración geográficamente. Estos resultados podrían aplicarse a otros productos básicos, como el trigo y la soja, y arrojar luz sobre la importancia de desarrollar modelos que vinculen las características geográficas con las relaciones dinámicas del mercado para la determinación de la relación de cobertura.

Para las empresas especializadas en el comercio de múltiples productos básicos, también podría ser de interés extender esta idea al caso entre productos básicos. Desde la perspectiva de la gestión del riesgo financiero, los resultados aquí también están directamente relacionados con la práctica de que el riesgo se evalúa en diferentes horizontes, que varían desde unos pocos minutos hasta otros más largos, como días, meses y años. En particular, la cointegración sugiere que un horizonte largo es más apropiado para monitorear el riesgo debido a la relación de largo plazo entre los activos bajo consideración en comparación con la no cointegración.

En su segunda conclusión menciona que el precio efectivo generalmente es tan importante como los precios de futuros como fuentes de información de fijación de

precios a largo plazo y que en su estudio nunca encontró que los precios de futuros fueran la única fuente de información para los 52 mercados de efectivo cointegrados con los futuros.

En la tercera conclusión señala que la causalidad lineal de Granger del precio *spot* o precio en efectivo a los precios de futuros es más probable que ocurra en el corto plazo, independientemente de la cointegración. Remarca que la importancia de los mercados al contado para proporcionar la función de descubrimiento de precios a largo y corto plazo puede estar relacionada con la falta de convergencia entre los precios de futuros y al contado en los puntos de entrega para algunos subperíodos de la muestra analizada. También menciona que vale la pena realizar análisis futuros con datos divididos en subperíodos que los modelos variables en el tiempo para los cuales los parámetros evolucionan gradualmente con el tiempo también podrían utilizarse para revisar la prueba de cointegración.

En la cuarta conclusión se dice que la mayoría de las relaciones causales entre los precios de efectivo y de futuros son lineales independientemente de la cointegración pero que sin embargo, la identificación de causalidad de Granger no lineal para algunos mercados de efectivo indica que la prueba lineal tiene poca potencia para detectar relaciones no lineales entre precios, lo que puede deberse a influencias de la microestructura del mercado, el papel de los comerciantes de ruido, funciones de costos de transacción no lineales, creencias de diversos agentes, objetivos de inversores heterogéneos, comportamiento de rebaño, comportamiento de almacenamiento asimétrico y volatilidad de precios variable en el tiempo y remarca que el hallazgo de causalidad no lineal podría ser útil para los inversores sofisticados cuando construyen modelos complejos, que exploran no solo dinámicas lineales sino también no lineales entre series de precios, con fines de pronóstico.

En la última conclusión señala que el modelo de factor común encuentra que la contribución al descubrimiento de precios de los futuros es menor en comparación con una serie de efectivo cointegrada para 28 mercados de efectivo de su estudio y el enfoque de información compartida identifica 30 de esos mercados. De esta manera, este resultado indica que los dos enfoques generalmente llegan a la misma

conclusión sobre las contribuciones relativas de dos series altamente correlacionadas al descubrimiento de precios, es decir, qué mercado contribuye más.

Zapata, *et al.*, (2005) analizaron el descubrimiento de los precios en los mercados mundiales de futuros y contado del azúcar para el caso de la República Dominicana. El objetivo fue investigar si existía una relación estadística (de cointegración) entre los movimientos de precios en el mercado mundial de efectivo y el mercado de futuros para el mercado mundial de azúcar #11 así como identificar los componentes que impulsaban las relaciones de precios temporales y espaciales entre los dos mercados de azúcar además de identificar si el mercado de futuros de Nueva York proporcionaban una herramienta útil de gestión de riesgos para los productores y exportadores de azúcar de la República Dominicana. El estudio se justificaba porque la información generada era de gran importancia para los productores, procesadores, importadores y exportadores que comercializan el producto en efectivo y los especuladores en los mercados de efectivo y de futuros del azúcar de la República Dominicana así como el haber arrojado luz sobre si algunos de los riesgos potenciales resultantes del tratado de libre comercio de la República Dominicana con los Estados Unidos podrían ser manejados a través de las instituciones de mercado existentes.

Zapata *et al.* (2005) realiza una discusión de la literatura relacionada con la dinámica de precios en productos básicos almacenables y no almacenables, así como el trabajo previo con los mercados de azúcar. Posteriormente, describe la estructura de modelado básica utilizada en este análisis y la especificación del modelo específico usado, enseguida se describen los datos y una discusión de los resultados específicos para los mercados del azúcar de República Dominicana como el precio internacional y finalmente, presenta un conjunto de conclusiones.

El antecedente directo de Zapata *et al* (2005) es el impacto que el Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana y Centroamérica (RD-CAFTA) con los Estados Unidos a principios de la primera década del siglo XXI tendría sobre el

precio mundial del azúcar. Al respecto, se dice en la parte introductoria del trabajo, se tenían dos posiciones.

Una posición sostenía que la estabilidad de los precios del azúcar en Estados Unidos se vería presionados a la baja al aumentar las importaciones de Estados Unidos provenientes de Estados Unidos. Dichos precios podrían bajar incluso más que el precio mundial, que a inicios del presente siglo se hallaban por debajo de los precios prevalecientes en el mercado interno de Estados Unidos. Con ello la República Dominicana, cuyas exportaciones representaban hasta el 17% de las importaciones de azúcar de los Estados Unidos, se vería afectada por menores ingresos además de tener que competir con los precios del mercado mundial. Este se sumaba a que en los años previos a la firma del Tratado de Libre Comercio el número de ingenios azucareros de República Dominicana estaban cerrando y el sector azucarero se estaba privatizando. La otra posición eran los que favorecieron en su momento la firma del RD-CAFTA.

De acuerdo con Zapata et al (2005), si los críticos del libre comercio de República Dominicana hubiesen tenido razón, los productores de azúcar no solo habrían enfrentado precios promedio más bajos, sino también un mayor riesgo de precio. El precio del azúcar en Estados Unidos en los tiempos previos a la firma del RD-CAFTA había sido más estable que el mundial. Por lo tanto, en ese caso, el acuerdo comercial habría dado como resultado un aumento suficiente en las importaciones de Estados Unidos como para evitar que el mercado de Estados Unidos hubiera quedado aislado del precio mundial, y por lo tanto la República Dominicana habría enfrentado precios más bajos y un mayor riesgo de precio para sus exportaciones.

El concepto de utilizar los mercados de futuros para gestionar el riesgo de los precios de exportación en los países menos desarrollados (PMA) no es nuevo (p. ej., Thompson, 1985). La investigación empírica reciente en los mercados de futuros sugiere que para que una cobertura resulte en una reducción general del riesgo de precios, debe haber una relación estable y predecible entre los movimientos de precios de efectivo y de futuros. La prueba de esta relación en pares de precios de futuros-efectivo en productos básicos producidos en los Estados Unidos ha recibido

una atención considerable, pero el trabajo que examina las relaciones de precios entre los mercados de futuros en los países desarrollados y los precios en efectivo de los productos básicos producidos en los PMA es menos extenso (Fortenbery y Zapata, 2004).

Si se considera un precio de futuros en el momento  $t$  para entrega en el momento  $t + k$  como la expectativa del precio de contado en el periodo  $t + k$ , la relación entre los precios de futuros y de contado se define por el orden de integración del precio de contado (Bessler y Covey, 1991). La prueba de esta relación (cointegración) proporciona evidencia sobre qué serie de precios conduce al descubrimiento general de precios y hasta qué punto se puede usar un precio para predecir el otro. Si se determina que la relación de precios de futuros/precio en efectivo es estable y predecible, los participantes del mercado de efectivo pueden utilizar de manera efectiva las posiciones de futuros para minimizar el riesgo de precio en efectivo.

La función de fijación de precios de los futuros mundiales de azúcar (World Sugar Futures, WSF) ha recibido un interés de investigación limitado, pero representa un mercado importante para los productores y exportadores de azúcar de los países menos adelantados, así como para las empresas de procesamiento y comercialización de EE. UU. Un aspecto único del contrato WSF (azúcar # 11) es la especificación de la entrega de azúcar de caña, estibada a granel, FOB desde cualquiera de los 28 países extranjeros de origen (incluida la RD), así como desde los EE. UU.

Arias y Segura (2001) señalan que el propósito de dicho estudio es determinar la factibilidad del uso de los mercados de futuros como instrumentos de cobertura de la variación de precios de las bolsas de físicos. Ejemplifica analizando los precios del maíz y el trigo reportados por la Bolsa de Cereales de Buenos Aires, el mercado mayorista de Chile y por la Bolsa de Chicago. Utilizando el análisis econométrico se estiman las relaciones cuantitativas entre los precios de esos mercados y se establece la factibilidad técnica de cubrir el riesgo de la variación de precios de productos chilenos, en el mercado de futuros de Argentina y de Chicago. Estos autores señalan que parten de la noción de que una condición necesaria, aunque

no suficiente para la cobertura de riesgos es que los mercados estén integrados (Arias y Segura (2001, p. 11). Arias y Segura citando a McNew & Fackler (1997) definen la integración de mercados como el grado en que un choque externo en los precios que surge en un mercado se transmite a otro mercado y la velocidad con que una innovación se transmite de un mercado a otro sirve de indicador para definir si los mercados están o no cointegrados. Se debe mencionar que el término innovación es otra forma de llamar a los errores, es decir innovación es lo mismo que error y se llaman innovaciones porque en el contexto de las series temporales los errores aportan nueva información al sistema.

Para Arias y Segura (2001) si los mercados están integrados esto afecta el crecimiento económico, induce cambios estructurales, altera la ubicación espacial de las actividades económicas, expande el horizonte de maximización de las oportunidades económicas y permite que los consumidores se beneficien, al poder comprar bienes al mínimo precio posible. También señalan que, entre los factores que afectan una verdadera integración de mercados, encontramos las barreras del comercio y otras menos visibles, como lo son las regulaciones nacionales de inspección y nivelación (gradin), los subsidios encubiertos, las diferencias en los estándares sanitarios y fitosanitarios, entre otros.

La apertura comercial y la competencia internacional generan una serie de nuevos shocks sobre los precios internos de esos productos, incorporando mayor volatilidad, que por lo general es muy alta en productos agropecuarios, por lo que en tales circunstancias si las empresas no efectúan coberturas, especulan con los precios del disponible y asumen todos los riesgos de precios existentes durante los períodos de producción, comercialización y procesamiento (Arias y Segura, 2001, p. 12).

Para Arias y Segura (2001) un individuo utiliza el mercado de futuros para reducir o eliminar el riesgo de fluctuaciones adversas en los precios de mercado y además efectuar una cobertura por parte de una empresa que opera en el mercado de físicos de un producto consiste en tomar, mediante un contrato a futuro, una posición en un mercado a término, la cual es aproximadamente igual, pero opuesta, a una

posición que existe o que se prevé en una fecha futura en el mercado de físicos de contado. Para ellos, el riesgo disminuye, pues el productor se asegura hoy el precio al que va a vender su mercadería en el futuro, por lo que puede dedicarse únicamente a su producción; el productor también puede proyectar sus inversiones a más largo plazo, lo que le da mayor estabilidad económica y reduce su exposición a “sorpresas” que pueden darse en los mercados. Además, la cobertura tiene un efecto en el flujo de caja, pues simplifica el planeamiento financiero y reduce los requerimientos para capital de trabajo; por ejemplo, ayuda a realizar un mejor cálculo de la rentabilidad del producto y a tener un mejor manejo de los inventarios, asimismo, la disminución del riesgo mediante el uso de la cobertura aumenta la disponibilidad de crédito en el sector agrícola (Fackler & Roberts, 1999).

Debido a que la integración de los mercados es solo una condición necesaria, pero no suficiente, para utilizar el mercado de futuros de otro país para la cobertura de riesgos, en este estudio se desarrolló una serie de modelos orientados a: 1) Determinar el grado de transmisión de los precios del mercado de futuros a los mercados de físicos doméstico y foráneo, donde también se toman en cuenta los efectos del riesgo cambiario sobre los precios internos; 2) Determinar la causalidad y la posible relación de equilibrio de largo plazo entre los precios de futuros y los precios de contado en mercados regionales y 3) Calcular la cobertura óptima que minimizaría el riesgo por variación de precios (Arias y Segura, 2001, p. 12-13).

El procedimiento utilizado para determinar las oportunidades de realizar coberturas contra las variaciones de precios de un producto cualquiera en Chile fue el siguiente. Primero se determiné si había una relación de causalidad entre los precios de futuros en la Bolsa de Cereales de Buenos Aires y los precios mayoristas en Santiago de Chile o los precios FOB de Chicago. El segundo paso, dependiendo de si existía causalidad o no entre los precios y habiendo establecido su dirección, se determiné si los precios estaban cointegrados, es decir, si existía una relación de equilibrio de largo plazo entre ellos. Esto último permitió estimar la elasticidad de la transmisión de los precios entre los mercados, la velocidad del ajuste de los precios ante shocks externos y las posibilidades de realizar coberturas y así reducir el riesgo

debido a variaciones en los precios locales en Chile (Arias y Segura, 2001, p. 12-13).

McNew & Fackler (1997) señalan que los métodos de cointegración se utilizan cada vez más para probar la eficiencia y la integración del mercado pero matizan que la justificación económica de estas pruebas, sin embargo, generalmente no está clara pues usando un modelo de equilibrio espacial simple para simular el comportamiento de los precios de equilibrio, se muestra que los precios en un mercado eficiente y bien integrado no necesitan estar cointegrados y que, además, el número de relaciones de cointegración entre precios no es un buen indicador del grado de integración de un mercado. El propósito del estudio fue sugerir cautela en la aplicación y en los modelos de cointegración al analizar el comportamiento espacial de los precios.

Para demostrarlo desarrollan un modelo de mercado espacial de equilibrio que son los precios estadounidenses y las simulaciones en su trabajo les permitió explorar la hipótesis de que la cointegración en proceso debería ocurrir porque las fuerzas de integración y eficiencia del mercado tienden a dar como resultado precios linealmente relacionados. McNew & Fackler (1997) distinguen entre los conceptos de eficiencia e integración. De esta manera en su trabajo los conceptos de eficiencia y ley del único precio son sinónimos y se entiende que las oportunidades de arbitraje se eliminan rápidamente y, por lo tanto, son insignificantes en las variables observadas, incluidos los precios mientras que integración del mercado la definen como la medida en que los impactos que surgen en un lugar se transmiten a otros lugares.

También se señala que su análisis indica que ni la eficiencia ni la integración del mercado conducen necesariamente a precios linealmente relacionados. Su demostración se centra en el mecanismo de arbitraje, que se muestra como una fuerza insuficiente para garantizar una relación lineal simple entre los precios espaciales habiendo dos partes en su demostración. Primero muestran que, si las fuerzas subyacentes que afectan la oferta y la demanda en diferentes regiones no están cointegradas, el arbitraje por sí solo no garantizará que los precios muestren

cointegración, especialmente a medida que las tarifas de transporte aumentan en tamaño y volatilidad.

En segundo lugar, señalan que, si las fuerzas de la oferta y la demanda están cointegradas entre regiones, un analista puede concluir que los precios están cointegrados independientemente de si existen flujos interregionales de productos básicos y condiciones de arbitraje vinculantes asociadas. Ejemplos de choques económicos cointegrados incluyen la variabilidad climática en la producción agrícola, políticas públicas que tienen impactos similares en todas las regiones o factores de inflación e ingresos. En estos casos, la presencia de cointegración no indica que el arbitraje sea la fuente del mecanismo de corrección de errores. Por lo tanto, se deduce que el grado de cointegración entre los precios no es una medida útil de la fuerza de la integración del mercado interregional. En el escrito se señala que la sugerencia de que las medidas estadísticas no siempre tienen interpretaciones económicas simples no es nueva.

A pesar de múltiples precauciones, el número de estudios que no prestan atención al problema supera con creces a los que incluso lo mencionan. Además, el tema no ha sido explorado sistemáticamente dentro del contexto de un modelo económico de determinación espacial de precios. Una característica novedosa es que se utilizan un modelo de equilibrio espacial explícito para generar precios simulados con propiedades económicas conocidas, lo que representa una especie de experimento controlado que les permitió explorar si las interpretaciones dadas a las pruebas de cointegración están justificadas.

Para centrar la atención en los problemas potenciales al aplicar la cointegración al análisis de precios espaciales primero analizaron los modelos espaciales del comportamiento de los precios y sus implicaciones para la cointegración. En su artículo también discutieron un modelo de equilibrio espacial muy simple y desarrollaron una medida asociada de integración de mercado el cual usaron para generar datos de precios simulados para ilustrar algunos de los problemas que discutieron al principio de su trabajo.

Finalmente, en las conclusiones del trabajo de McNew & Fackler (1997) también se menciona que, aunque este artículo se ha centrado en las deficiencias de un método cada vez más común como es la cointegración, también contiene un marco que puede ofrecer enfoques más prometedores para el análisis espacial del mercado.

## **2.5 Evolución de los instrumentos de administración de riesgo en la agricultura en el contexto de la política agrícola en el modelo de desarrollo orientado al exterior.**

En este apartado se expone brevemente el cómo la instrumentación de la política agrícola enunciada en el decreto de creación del órgano desconcentrado llamado ASERCA llevo varios años. ASERCA fue creada en el decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 6 de abril de 1991. En concreto se busca ubicar cuándo y cómo fue que se hizo operativo el objetivo de instrumentar la política de coberturas para proteger del riesgo a los productores agropecuarios en el contexto de la liberación económica a partir de la administración federal 1982-1988.

Con la crisis de la deuda externa de 1982 el modelo de crecimiento hacia adentro y en la sustitución de importaciones con el gobierno de Miguel de la Madrid fue puesto a prueba, pues ya no respondía a las condiciones de los mercados internacionales y la astringencia de recursos financieros del sector público escaseaban debido a la caída de los precios internacionales del petróleo y del creciente costo financiero de la deuda externa e interna. Dicho modelo fue abandonado y con el gobierno de Salinas de Gortari se inició una exacerbada reestructuración del sector público en que la mayoría de las empresas paraestatales se empezaron a vender al sector privado, a liquidar o extinguir. Las paraestatales desconcentradas o descentralizadas pero sectorizadas a la entonces Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) como FERTIMEX, PRONASE, Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar (IMPA), los institutos de investigación como el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales fueron fusionados en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas

y Pecuarias (INIFAP) con una reducción drástica de recursos fiscales, infraestructura, alcance y funciones. Uno de los cambios más drásticos en el modelo que se impulsó con el régimen de Salinas de Gortari fue el desmantelamiento del principal brazo operador del Estado durante años que fue la CONASUPO y sus “filiales” como fueron BORUCONSA, ANDSA, DICONSA, entre otras. Con la desaparición de los precios de garantía excepto para maíz y frijol y otros esquemas de apoyo el Estado retiraba su intervención en el sector primario para que el sector privado y “social” se hicieran cargo de funciones que venía realizando el sector público como era, por ejemplo, la operación de los llamados Distritos de Desarrollo Rural, etc. (ASERCA, 2010; Favila y Reyes, 2020).

De esta manera, la política hacía el sector primario, posterior al inicio de la apertura comercial, se caracterizó por cambios remarcados. Entre estos cambios estuvo, la reducción radical de los subsidios a la producción, desaparición de los precios de garantía, retiro del Estado de la comercialización y la liquidación de empresas gestoras de las políticas del proceso productivo. La estrategia emergente con el modelo implantado se basaba en la ventaja comparativa y rentabilidad, así como la inserción del trabajo en la “nueva” división del trabajo internacional. En el “nuevo” paradigma la agricultura del país se orientaría al sector hortofrutícola, que se exportarían a los Estados Unidos donde tenían y tienen una fuerte demanda. El costo de la estrategia ha sido, como se observó durante los llamados gobiernos neoliberales (1982-2018), el abandono y descuido de la producción de cultivos como cereales y granos de importancia estratégica como el maíz amarillo. Ya a inicios de la década de los noventa, los productores que producían excedente de granos como el maíz y algunos otros tenían problemas de comercialización, entre otros, pues productores que atendía la CONASUPO, que con su gradual desmantelamiento de este organismo se vieron envueltos en problemas al “desconocer” los mecanismos con los cuales vender sus excedentes en un mercado de productos agrícolas ya sin la participación de CONASUPO. Para atender dicha problemática en 1991 se creó el organismo desconcentrado denominado Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA) (DOF, 16 de abril de 1991).

Dos de los objetivos de la creación de ASERCA fueron:

1. Ser la herramienta del Estado para apoyar e impulsar la comercialización de la producción agropecuaria, a fin de beneficiar a los productores frente a la apertura comercial y liberación de los mercados.
2. Fortalecer la comercialización y elevar la competitividad de productos agropecuarios y pesqueros, en los mercados nacional e internacional.

El productor agropecuario en el nuevo entorno de mercado donde las fuerzas de mercado de oferta y demanda nacional e internacional, y de distorsiones creadas por otros agentes económicos como acaparadores y el coyotaje en el mercado nacional, enfrentaban riesgos de mercado y de precios. Ante ello, con el fin de protegerse de los altibajos de las cotizaciones, con el nuevo paradigma, se echó mano de los instrumentos financieros, que se negocian en bolsas de futuros organizadas, para administrar los riesgos del mercado y de precios, permitiendo evitar pérdidas y en su caso maximizar ganancias; es decir, se buscó proteger el ingreso de los productores como agentes económicos (ASERCA, 2010).

Con el propósito de cumplir los dos objetivos enunciados y paliar los riesgos mencionados ASERCA instrumento dos programas:

1. El llamado Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) que se enfocó a apoyar directamente los ingresos de los productores mediante montos financieros fijos por hectárea para de esta manera no influir en el mercado a través de apoyos en precios o a la productividad y que terminarían nuevamente distorsionando los mercados como ocurrió en el modelo de crecimiento anterior.
2. El Programa de Apoyos a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Regionales (PACDMR) que se orientó a atender a los productores con producción excedente comercializable, fortaleciendo la rentabilidad agrícola, la diversificación de cultivos, la utilización de infraestructura agroindustrial instalada y el fortalecimiento de los mercados regionales, mediante la reorientación de la entrega de los apoyos a la comercialización en forma directa al productor (Steffen, 2007).

En 1995 ASERCA puso en marcha el Programa Apoyo a la Comercialización (PAC) que otorgaba “pagos predeterminados” a ciertos compradores de cosechas y sólo en algunas regiones, a partir de los llamados precios de indiferencia que eran meros precios de referencia establecidos por ASERCA, y entregaba “apoyos directos” a algunos productores de determinadas regiones por tonelada comercializada. Los cultivos favorecidos eran los de arroz, sorgo, trigo, soya, cártamo y algodón; en 1996 se incluyó al maíz (Steffen, 2007, p. 74; Hernández, 2021). En el 2000 el PAC fue renombrado como PACDMR. En 2001 el PACDMR tuvo cambios significativos y se afirmó que su objetivo general sería atender a todos aquellos que tuvieran producción para el mercado con apoyos directos y no a través de los compradores. Para ello se plantearon subsidios al precio, a la agricultura por contrato, a la adquisición de coberturas de precios, a la pignoración de las cosechas, a la exportación y a la conversión de cultivos. Además, se propuso apoyar no sólo al algodón, arroz, sorgo, soya y trigo, sino también al maíz, frijol y otras oleaginosas, y se extendió su acción a 28 entidades federativas (Steffen, 2007, p. 74; Hernández, 2021).

En el año 2002 la política agropecuaria tuvo una enmienda importante que dio origen al Programa de Apoyos Directos al Productor por Excedentes de Comercialización para Reconversión Productiva, Integración de Cadenas Agroalimentarias y Atención a Factores Críticos (PADPECRPICA AFC) cuyas reglas de operación se publicaron en el DOF del 17 de junio de 2003. En sus objetivos explícitos el PADPECRPICA AFC reiteraba la necesidad de resolver el problema de incertidumbre que vivían los productores durante el proceso de comercialización a más de 10 años de creación de ASERCA en 1991. En el nuevo PADPECRPICA AFC se creaban varios subprogramas uno de los cuales era el Subprograma de Apoyos para la Adquisición de Coberturas de Precios Agropecuarios (SAACPA) (Steffen, 2007, p. 74).

El SAACPA fue operado por ASERCA y estaba orientado a implementar esquemas de administración de riesgos a través de las coberturas de precios y utilizaba los instrumentos financieros del mercado de futuros como la Bolsa de Futuros de

Chicago. El SAACPA estaba dirigido a productores, comercializadores y consumidores nacionales de maíz y otros productos agropecuarios. El objetivo principal del subprograma fue proteger el ingreso esperado de los productores, comercializadores y consumidores agropecuarios, a través de "coberturas de precios" operadas con instrumentos del mercado de futuros, esencialmente a través de opciones. En particular, las coberturas de precios para maíz que ofrecía ASERCA eran operados a través de instrumentos financieros del mercado de futuros llamados opciones. Estas opciones de maíz, que eran colocadas en los mercados de futuros de Chicago Board of Trade (CBOT - Bolsa de Comercio de Chicago) y Chicago Mercantile Exchange (CME - Bolsa Mercantil de Chicago) y funcionaban como un "seguro" contra movimientos adversos en los precios. De esta manera los poseedores de estos instrumentos financieros tenían la alternativa de vender o comprar un contrato a futuro al precio de ejercicio durante la vigencia de la opción.

ASERCA operó desde abril de 1991 cuando fue creada por decreto en el DOF y fue extinguida por decreto del 3 de mayo de 2021 publicado en el DOF al abrogarse lo que fue el Reglamento Interior de la Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios (ASERCA) publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2014. Al desaparecer ASERCA la experiencia adquirida en la operación de las coberturas de precios en los mercados de futuros se diluyó. Una evaluación del papel de ASERCA durante sus 31 años de existencia puede realizarse desde distintos puntos de vista como el económico, el político e incluso el ideológico y la misma no puede dejar de estar salpicada de juicios de valor. No obstante, puede decirse que fue un intento de modernizar las relaciones del Estado con los agentes productivos rurales que a pesar de haber ya transcurrido más de una generación y media muchos de ellos, en lo individual, no han aprendido a utilizar y gestionar los instrumentos de administración de los riesgos a los que se enfrenta la agricultura o no se han creado las capacidades para que directamente gestionen los riesgos e incertidumbre.

Hoy en día, la ausencia de políticas agrícolas y el desmantelamiento de ASERCA han acentuado la problemática en la comercialización de maíz. Su existencia ayudaba a conciliar los distintos intereses de los agricultores, los industriales, el gobierno y la existencia del Tratado México, Estados Unidos y Canadá (TMEC), así como mantener cierta certidumbre y estabilidad mediante acuerdos.

En la actual cosecha del ciclo otoño invierno y en el inicio de ciclo agrícola primavera/verano, los estados del noroeste mexicano (Sinaloa y Sonora), están siendo testigos de movilizaciones de los agricultores que buscan ante las autoridades y dependencias gubernamentales asegurar un precio de venta atractivo por tonelada de producto que les permita al menos recuperar sus costos de producción. En los meses de abril y mayo del presente años, esta situación comienza hacer ruido en multimedios regionales y nacionales.

Algunas causas internacionales que podrían contextualizar el problema son: 1) Los precios de los granos en el mundo van a la baja (abran un exceso de oferta); 2) El TMEC pueden introducir al país 17 o 18 millones de toneladas de maíz; 3) Un tipo de cambio fuerte "Super Peso" (revaluación de la moneda frente al dólar, esto alentará las importaciones) y 4) Los productores estadounidenses tienen programas de subsidio a sus productores lo que coloca a los productores mexicanos en desventaja. Dentro de los motivos nacionales de la movilización son: 1) El incremento de los costos de producción de los insumos y materias primas; 2) El precio de garantía existente no cubre sus expectativas, 3) La ausencia y retraso de créditos para la temporada.

Ante este escenario, las demandas y peticiones de los productores de maíz son: 1) Asegurar que el precio por tonelada de maíz sea de \$7,000 ya que actualmente el precio es de \$5,450; 2) Ampliar el límite de compra de maíz y trigo para productores mexicanos; 3) La creación de un acuerdo para establecer un precio base a beneficio de los productores y que se diseñe un plan emergente para la comercialización de granos.

Ante ese contexto, la política agrícola nacional debería alentar y proteger a los productores, proveerlos de coberturas para eventualidades del mercado y dotarlos de apoyos que los incentiven a seguir en su área de trabajo.

## 2.6 LITERATURA CITADA

- Aimin, H. (2010). Uncertainty, risk aversion and risk management in agriculture. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 01(1):152-156. doi: 10.1016/j.aaspro.2010.09
- Alderman, H. (1993). Intercommodity price transmittal: analysis of food markets in Ghana. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 55: 43-64. doi: 10.1111/j.1468-0084.1993.mp55001003.x
- Alexander, C. & Wyeth, J. (1994) Cointegration and market integration: an application to the Indonesian rice market. *The Journal of Development Studies*, 30 (2): 303-334. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/00220389408422317>
- Anderson, J.; Dillon, J. L. & Hardaker, B. (1977). *Agricultural decision analysis*. The Iowa State University Press. pp. 355
- Arias, S., J. y Segura, R., O. (2001). *Los mercados de futuros y la cobertura de riesgos: factibilidad de su uso en bolsa de físicos de América Latina*. Ed. AGROAMERIICA, Instituto Interamericano para la Agricultura (IICA). Costa Rica.  
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/16645/BVE21058662e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ASERCA. *Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria*. (2010). Cobertura de riesgos en el sector agropecuario. *Revista Claridades Agropecuarias*, (201): 4-10. <https://www.gob.mx/aserca/documentos/revista-claridades-agropecuarias>
- Baek, E.G. and Brock, A.W. (1992). A general test for non-linear Granger causality: bivariate model. Technical Report, Korean Development Institute and University of Wisconsin-Madison.
- Baquet, A., R. Hambleton, and D. Jose (1997). *Introduction to risk management*. U.S. Department of Agriculture, Risk Management Agency.  
<http://www.ncrme.org/docs/IntrotoRiskManagement.pdf>

- Bessler, D.A. & Covey, T. (1991). Cointegration: some results on U.S. cattle prices. *The Journal of Futures Markets*, 11(4): 461-474. doi: <https://doi.org/10.1002/fut.3990110406>
- Center for Comercial Agricultural (CCA) (2022). Managing Risk in Agriculture. <https://ag.purdue.edu/commercialag/farmrisk/>
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la H. Cámara de Diputados (CEFP) (2007). El proceso de desgravación arancelaria del maíz y el frijol en el marco del TLCAN, 1994-2008. Recuperado de: <https://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0592007.pdf> [consultado el 07/08/2022]
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDERSSA) (2019). Nueva visión de apoyo a la comercialización de productos agropecuarios para avanzar a la autosuficiencia alimentaria. H. Cámara de Diputados. Recuperado de: [http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/81Nueva\\_vision\\_comercializacion.pdf](http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/81Nueva_vision_comercializacion.pdf)
- Chavas, J. P. (2004). Risk analysis in theory and practice. Elsevier. pp. 256
- Chavas, J. P., Hummels, D. & Wright, B. D. (2014). Introduction. In: Jean- Paul Chavas, David Hummels, and Brian D. Wright (Eds.). *The economics of food price volatility*. The University of Chicago Press. pp. 394.
- Cordera, C., R. y Lomelí, L. (2005). Los temas del desarrollo. *Revista Nexos: Sociedad, Ciencia y Literatura* 27(330): 21-26.
- Dana, J & Gilbert, C. L. (2008). Managing agricultural price risk in developing countries. In Helyette Geman (Ed.) *Risk management in commodity markets: from shipping to agriculturals and energy*, Chapter 5. Wiley. 323 pp.
- DOF (16 de abril de 1991). Diario Oficial de la Federación. Decreto por el que se crea Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA), como órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, el que tendrá por objeto apoyar la comercialización de productos agropecuario.

[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4714890&fecha=16/04/1991#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4714890&fecha=16/04/1991#gsc.tab=0)

- Ellis, F. (1993). Peasant economics. Farm households and agrarian development. Cambridge University Press, pp. 328
- Fackler, P. L. & Roberts, M. C. (1999). A term structure model for agricultural futures. Annual meeting, August 8-11, Nashville, TN 21543, American Agricultural Economics Association. Disponible en: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.21543>
- Favila, T., Antonio y Reyes, P. Á. D. (2020). Indicadores de competitividad del maíz mexicano en el mercado de Estados Unidos. RECAI Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Informática, 11(32): 51-67. doi: <https://doi.org/10.36677/recai.v11i32.195>  
<https://recai.uaemex.mx/article/view/19576/14516>
- Fortenbery, T.R. & Zapata, H. O. (2004) Developed speculation and under developed markets. The role of futures trading on export prices in less developed countries.
- Franke, A. (1987). Risk analysis in project management. International Journal of Project Management, 5(1): 29-34. doi: 10.1016/0263-7863(87)90007-x
- Garbade, K. D., & Silber, W. L. (1983). Price movements and price discovery in futures and cash markets. Review of Economics and Statistics 65(2):289-297. doi: 10.2307/1924495
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. Econometrica, 37(3): 424-438. doi: <https://doi.org/10.2307/1912791>
- Gutiérrez, E. D. J. y Rabell, G., E. (2018). La política social en el campo mexicano. Revista Misión Jurídica 11(15):101 – 119. doi: <https://doi.org/10.25058/1794600X.894>
- Hardaker, J. B.; Lien, G.; Anderson, J. R. & Huirne, R. B. M. (2015). Coping with risk in agriculture. Applied decision analysis. Third edition. CABI. pp. 290.
- Hernández, P., J. L. (2021). La agricultura mexicana del TLCAN al TMEC consideraciones teóricas, balance general y perspectivas de desarrollo. Trimestre Económico, LXXXVIII (4) (352): 1121-1152. doi: 10.20430/ete.v88i352.1274

- Jallow, A. K.; Majeed, B.; Vergidis, K.; Tiwari, A. & Roy, R. (2007). Operational risk analysis in business processes. *BT Technology Journal*, 25(1): 168-177. doi: 10.1007/s10550-007-0018-4
- Komarek, A. M., De Pinto, A. & Smith, V. H. (2020). A review of types of risks in agriculture: What we know and what we need to know. *Agricultural Systems*. 178(1): 1-10. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.102738>
- Krueger, A. & Sonnenschein, H. (1967). The terms of trade, the gains from trade, and price divergence, *International Economic Review*, 8(1):121-127. doi: 10.2307/2525389
- Marichal, C. (2003). Auge y decadencia de las empresas estatales en México, 1930-1980: algunas notas sobre la relación histórica entre empresas estatales y endeudamiento externo. *Antropología. Boletín Oficial del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH)*, No. 72: 12-21.
- McNew, K. & Fackler, P. L. (1997). Testing market equilibrium: is cointegration informative? *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 22(2): 191-207. doi: 10.2307/40986942
- Moosa, I. A. (1996). An econometric model of price determination in the crude oil futures markets. In: *Proceedings of the econometric society Australasian meeting*, 3(8): 373–402.
- Moschini, G. & Hennessy, D. A. (2001). Uncertainty, risk aversion and management for agricultural producers. En Bruce L. Gardner and Gordon C. Rausser (Eds.) *Handbook of Agricultural Economics. Agricultural production Vol. 1A. Chapter 2. North-Holland*. pp. 789.
- Moss, Ch. B. (2011). *Risk, uncertainty and the agricultural firm*. World Scientific. pp. 308.
- Motamed, M., Foster, K. A. & Tyner, W. E. (2008). Applying cointegration and error correction to measure trade linkages: maize prices in the United States and Mexico. *Agricultural Economics*, 39(1): 29-39. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2008.00312.x>

- Musser, W. N. & Patrick, G. F. (2001). How much does risk really matter to farmers? In: Richard E. Just & Rulon D. Pope (Eds.), *A Comprehensive Assessment of the Role of Risk in U.S. Agriculture*. Natural Resource Management and Policy, vol 23. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3583-3\\_24](https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3583-3_24)
- Musser, W. N. & Patrick, G. F. (2006). How much does risk really matter to farmers? In: Ariel Dinar and David Zilberman (Eds.) *A comprehensive assessment of the role of risk in the U.S agriculture*. Springer science. pp. 580.
- Pacheco, M., T. (1995). Modernización, cultura y desarrollo regional, un marco de referencia. *Revista de Comercio Exterior*, 45(2): 152-158. Disponible en: [http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/309/14/febrero\\_1995.pdf](http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/309/14/febrero_1995.pdf)
- Penzhorn, N. & Arndt, C. (2002). Maize markets in Mozambique: testing for market integration. *Agrikon*, 41(2): 146-159. doi: 10.1080/03031853.2002.9
- Prebisch, R. (1986). Notas sobre el intercambio desde el punto de vista periférico. *Revista de la CEPAL*, (28): 195-206. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/11914/028195206\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/11914/028195206_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Qudrat-Ullah, H.; Spector, J. M. & Davidsen, P. (2010). *Complex decision making: theory and practice*. Springer. pp. 332.
- Ravallion, M. (1986). Testing market integration. *American Journal of Agricultural Economics*, 68(): 102-109. doi:
- Sankhayan, P. L. (1988). *Introduction to the economics of agricultural production*. Prentice-Hall of India. 141 pp.
- Schejtman, A. (1980). Economía campesina: lógica interna, articulación y persistencia. *Revista de la CEPAL* (11): 121-140. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/11934/011121140\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/11934/011121140_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y) Consultado el 14 de septiembre 2022.
- Schnitkey, G. (2012). Review of the book “Risk, uncertainty and the agricultural firm”. *American Journal of Agricultural Economics*, 94(3): 817-818. doi: doi: 10.1093/ajae/aar140

- Steffen, R. C. (2007). La focalización de los subsidios a los granos en México. Polis, 3(2): 69-103.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-23332007000200003](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-23332007000200003)
- Thompson, S. (1985). Use of futures markets for exports by less developed countries. American Journal of Agricultural Economics, 67(5): 986-991. doi: <https://doi.org/10.2307/1241359>
- United States Department of Agriculture-Economic Research Service (USDA-ERS) (2022). Risk in agriculture. <https://www.ers.usda.gov/topics/farm-practices-management/risk-management/risk-management-strategies/>
- Weiss, M. (1992). Beyond expected utility: Risk concepts for agriculture from a contemporary mathematical perspective. The Journal of Agricultural Economics Research, 44(2): 3-14.
- Witherspoon, J. T. (1993). How Price Discovery by Futures Impacts the Cash Market. The Journal of Futures Markets 13(5): 469-496. doi: 10.1002/fut.3990130504
- Xu, X. (2017). Cointegration and price discovery in US corn cash and futures markets. Empirical Economics 55(4): 1890-1924. doi: 10.1007/s00181-017-1322-6
- Yoe, Ch. (2019). Principles of Risk Analysis: Decision Making Under Uncertainty. CRC Press. Taylor & Francis Group. pp 848.
- Zapata, H. O., Randall-Fortenbery, T. & Armstrong, D. (2005). Price discovery in the world sugar futures and cash markets: implications for the Dominican Republic. Staff Papers No. 12657 from University of Wisconsin-Madison, Department of Agricultural and Applied Economics. Disponible en: <https://econpapers.repec.org/paper/agswisagr/12657.htm>

## Capítulo III.

### Volatilidad precio del maíz y la protección del ingreso de los productores

#### RESUMEN

**Objetivo:** Estimar en que magnitud se trasmite el riesgo del precio de futuros del maíz amarillo #2 de la Bolsa de Futuros de Chicago de Estados Unidos al precio spot del maíz blanco en México a través del indicador de volatilidad financiera para analizar el efecto de las coberturas en el ingreso de los productores.

**Metodología:** La investigación utilizó el rendimiento financiero de las series de tiempo mensuales para el periodo enero de 1998 a diciembre de 2020 correspondientes a el precio spot de maíz blanco para cinco regiones de México y la serie de tiempo del precio de futuros del maíz amarillo calidad 2 que cotiza en la Bolsa de Chicago, respectivamente. Para cuantificar la volatilidad se estimó el modelo de heterocedasticidad condicional autoregresiva generalizada de orden (1,1).

**Resultados:** El indicador de volatilidad para el precio de futuros del maíz amarillo calidad 2 resulto ser de 0.9870. Para el caso del precio spot del maíz blanco en México, la volatilidad del precio de la Región Nacional fue de 0.7977; de 0.3385 para la Región Centro; de 0.3206 para la Región Occidente y de 0.0078 para la Región Sureste.

**Implicaciones:** La alta volatilidad del maíz amarillo calidad 2 cercana a la unidad muestra que el mercado internacional de esta materia prima es más riesgoso que el mercado nacional o los mercados regionales en México.

**Conclusiones:** El mercado de la región nacional de maíz blanco resulto ser más riesgoso que los mercados regionales de occidente, centro y sureste al mostrar un mayor indicador de volatilidad.

**Palabras clave:** mercado de futuros, heterocedasticidad condicional autoregresiva, cobertura de riesgo, abasto, política agrícola.

# Corn price volatility and income protection for producers

## ABSTRACT

**Objective:** To estimate the indicator of the risk of the future price of yellow corn #2 of the Chicago Futures Exchange in the United States to the spot price of white corn in the main white corn producing regions of Mexico through the financial volatility indicator.

**Methodology:** The research used the returns of the monthly time series for the period January 1998 to December 2020 corresponding to the spot price of white corn for five producer consumer regions of Mexico and the futures price of yellow corn #2 listed on the Chicago Stock Exchange. To quantify volatility, the generalized autoregressive conditional heteroskedasticity model of order (1,1) was estimated.

**Results:** The volatility indicator for yellow corn turned out to be 0.9870 for the futures price of quality 2 yellow corn. In the case of the spot price of white corn in Mexico, the volatility was 0.0.7977 for the national price; 0.3385 for the central region; 0.3206 for the western region and 0.0078 for the southeastern region, respectively.

**Implications:** The high volatility of yellow corn #, close to unity, shows that the international market for this commodity is riskier than the national market or the regional markets in Mexico.

**Conclusions:** The national white corn market showed to be more risky than the western, central and southeastern regional markets, showing a higher volatility indicator.

**Keywords:** futures market, autoregressive conditional heteroscedasticity, risk hedge, supply, agricultural policy

## 3.1 INTRODUCCIÓN

En México el fomento a la producción del maíz ha sido una política sectorial prioritaria por ser el grano fundamental en la dieta de la población. Esto lo demostró la política haber mantenido el precio de garantía de este cultivo hasta que la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO) que fue liquidada en 1999, funciono por un

1 periodo de 15 años (1993-2007) hasta la apertura total al libre comercio y competencia  
2 internacional de este grano con los socios comerciales del país (Ortiz y Montiel, 2017;  
3 Valdés, 2018;). En 2019 el cultivo de este grano básico ocupó el primer lugar de la  
4 superficie cosechada con el 34.6% de un total de 19.4 millones de hectáreas y en el  
5 periodo 2000 - 2019 las importaciones de maíz registraron una tasa media de crecimiento  
6 anual del 5.5%. Entre 2011 y 2019 según la Agencia de Servicios a la Comercialización  
7 y Desarrollo de Mercados Agropecuarios (ASERCA, 2020) las importaciones de maíz  
8 amarillo fueron en promedio el 91.2% de las importaciones totales y el 8.8% fue maíz  
9 blanco.

10 Ante la apertura comercial de la agricultura aplicada durante el periodo 1983-2018  
11 Zahniser *et al* (2019) y Motamed *et al* (2008) señalan que las diferentes regiones de  
12 México no están igualmente integradas con el mercado de Estados Unidos, por lo tanto,  
13 es posible que precios del maíz blanco en todo México se mueven con el precio del maíz  
14 amarillo #2 de los Estados Unidos, pero en diferentes grados. En 1991 se creó el  
15 organismo público descentralizado denominado Apoyos y Servicios a la Comercialización  
16 Agropecuaria (ASERCA) el cual instrumentó y dio seguimiento a parte de las políticas  
17 públicas que beneficiaron al campo para fortalecer el desarrollo del sector, la rentabilidad  
18 agrícola y el ingreso de los productores, además, resolvió problemas que se generaron  
19 cuando los productores dejaron de recibir el apoyo de CONASUPO. (Godínez, 2006;  
20 Varangis, Larson & Anderson, 2002).

21 En la administración federal del periodo 2000-2006, la cobertura de ASERCA se extendió  
22 a cinco cultivos que apoyo ante la apertura comercial (algodón, frijol, trigo, sorgo y soya),  
23 a los productores de maíz les ayudo a adquirir contratos de futuros para el maíz amarillo  
24 #2, que cotizan en la Bolsa de Futuros de Chicago bajo el argumento que el maíz blanco  
25 y el maíz amarillo son sustitutos en la oferta. El apoyo a través de los contratos de futuros  
26 se dio hasta 2018 pues el presupuesto de ASERCA fue disminuido en 88.2% en el  
27 ejercicio 2019.

28 La adquisición de contratos de cobertura en el mercado de futuros de la Bolsa de Chicago  
29 está sometidos a una alta especulación por lo que sus precios registran una alta  
30 volatilidad como se deduce de los trabajos de Engle (1982) y Bollerslev (1986). Además,

1 no es del todo bien conocido la magnitud de la volatilidad del precio de futuro del maíz  
2 amarillo #2 que se transmite al precio *spot* o de *contado* del maíz blanco en México. Por  
3 lo tanto, si México es el principal importador de maíz amarillo de Estados Unidos, resulta  
4 importante aportar elementos para la toma de decisiones en el ámbito del diseño de las  
5 políticas agroalimentarias de maíz blanco en el país.

6 La presente investigación tiene como objetivo estimar en que magnitud se trasmite el  
7 riesgo del precio de futuros del maíz amarillo #2 de la Bolsa de Futuros de Chicago de  
8 Estados Unidos al precio *spot* del maíz blanco en las principales regiones productoras-  
9 consumidoras del mismo en México a través del indicador de volatilidad financiera en el  
10 periodo 1998-2020 para analizar el efecto de las coberturas en el ingreso de los  
11 productores como instrumento de protección del ingreso de los productores  
12 excedentarios de maíz blanco.

### 13 **3.2 MATERIALES Y MÉTODOS**

14 En el estudio se consideraron cuatro regiones productoras de maíz blanco en el país. La  
15 región occidente que comprende Sinaloa y Jalisco; la región centro que agrupa a la  
16 Ciudad de México y el Estado de México; la región sureste compuesta por Chiapas y  
17 Yucatán; y una región “nacional” que incluye a Chiapas, Chihuahua, CDMX, Durango,  
18 Jalisco, Estado de México, Nuevo León, Sinaloa, Tamaulipas, Yucatán y Zacatecas.

#### 19 **Definición de las variables**

20 En el Cuadro 1 se muestra la definición de las principales variables utilizadas en el  
21 estudio.

22 Cuadro 1. Definición de las variables

Variable	Descripción	Unidades
PBOCC	Precio del maíz blanco Región Occidente	\$EU/ton
PBCEN	Precio del maíz blanco Región Centro	\$EU//ton
PBSTE	Precio del maíz blanco Región Sureste	\$EU//ton
PBNAL	Precio del maíz blanco Nacional	\$EU//ton
PAMBC	Precio de maíz amarillo #2 cotizado en el mercado de futuros de la Bolsa de Chicago	\$EU//ton

23 Nota: \$EU = dólar de Estados Unidos; ton = tonelada métrica.

1 Fuente: elaboración propia.

2 El periodo muestral del estudio abarca 22 años a partir del mes de enero de 1998 a  
3 diciembre de 2020. De esta manera se tiene una muestra de 264 observaciones. La serie  
4 mensual de datos de precios del maíz amarillo #2 que cotiza en el mercado de futuros de  
5 Chicago se obtuvo de Economic Research Service (ERS-USDA, 2021) mientras que para  
6 el caso del precio del maíz blanco se obtuvo del Servicio Nacional de Información e  
7 Integración de Mercados de la Secretaría de Economía (SNIIM, 2021).

### 8 **Pruebas de contraste de no estacionariedad**

9 La metodología utilizada para determinar si las series de tiempo son estacionarias fue la  
10 prueba de contraste de la raíz unitaria de Dickey-Fuller (Brooks, 2019). Para el caso del  
11 análisis de la volatilidad, por ser propiamente un concepto financiero se utilizó el llamado  
12 rendimiento o rentabilidad. Brooks (2019) indica que en el análisis financiero es mejor  
13 expresar los precios de los activos como el rendimiento simple de los precios o  
14 rentabilidad. Dado que muchos precios de las llamadas *commodities*, como el café y el  
15 maíz, se comportan como los precios de los activos financieros o similares presentan una  
16 alta variabilidad y heterocedasticidad en los residuos.

## 17 **3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 18 **Estadísticos descriptivos**

19 Siguiendo a Brook (2019) y Pérez (2006) en este estudio para cuantificar la volatilidad de  
20 los precios del maíz blanco y del precio de maíz amarillo, los mismos se transformaron a  
21 rendimientos o rentabilidad simple. Los estadísticos descriptivos de las cuatro series de  
22 la rentabilidad de los precios del maíz blanco y la serie de la rentabilidad del maíz amarillo  
23 #2 se muestran en el Cuadro 2.

24 Cuadro 2. Estadísticos descriptivos de las rentabilidades del maíz blanco y amarillo

Estadístico	PMBOCC	PMBCEN	PMBSTE	PMBNAL	PAMBC
Media	0.3034	0.3046	0.3126	0.3052	0.8032
Máximo	45.0861	22.2119	23.3661	22.6043	89.9500
Mínimo	-31.6218	-18.1686	-16.5859	-17.2037	-41.1700
Desv. estándar	6.4303	4.3940	5.5306	4.3429	12.1155
Coef. simetría	1.1004	0.4160	0.6037	0.5113	2.0284

Curtosis	13.3615	6.6185	5.7773	7.7817	17.5227
----------	---------	--------	--------	--------	---------

1 **Fuente:** elaboración propia.

2 **Prueba de la raíz unitaria**

3 Utilizando la prueba de la raíz unitaria aumentada de Dickey-Fuller se encontraron los  
 4 valores de ( $\tau$ ), incluyendo solo el intercepto en la ecuación de regresión. Los valores de  
 5  $\tau$  para la rentabilidad de las cinco series de tiempo utilizadas resultaron ser mayores que  
 6 los valores críticos para el nivel de confianza del 1%, 5% y 10% por lo que se concluyó  
 7 todas las series de tiempo utilizadas resultaron ser estacionarias.

8 Como se mencionó anteriormente, en la investigación se ha usado el modelo GARCH  
 9 (1,1). Las dos ecuaciones que se estiman para el análisis de la volatilidad de las series  
 10 de interés son la ecuación media de regresión y la de varianza que corresponde al propio  
 11 GARCH (1,1).

12 Los resultados estimados de las dos ecuaciones para cada una de las series del maíz  
 13 blanco y el maíz amarillo se muestran en el Cuadro 3. Éste cuadro muestra la volatilidad  
 14 de los precios del maíz amarillo #2 y el maíz blanco, la cual se considera una medida del  
 15 riesgo de mercado que los compradores y vendedores de dichos bienes deben enfrentar  
 16 y tratar de minimizar o transferir a otros agentes de mercado a través de instrumentos  
 17 financieros como los son las coberturas, primas de seguros, entre otros.

18 La columna de coeficiente muestra los valores estimados para los parámetros de la  
 19 ecuación de la media que en la investigación se ha asumido tener la forma de una  
 20 caminata aleatoria con deriva (drift).

21 En el caso de los parámetros estimados para el modelo GARCH (1,1) se observa que se  
 22 cumplen las restricciones  $\alpha_1 > 0$  y  $\beta > 0$ . La interpretación correspondiente al GARCH  
 23 (1,1) es como se observa la suma de  $\alpha_1 + \beta = 0.2691 + 0.528551 = 0.798$ , la suma del  
 24 coeficiente del efecto ARCH más el parámetro de la varianza condicional rezagada un  
 25 periodo, es de 0.798 lo que implica que el precio del maíz blanco del siguiente mes  
 26 depende altamente del precio del periodo anterior mostrando una alta persistencia de la  
 27 volatilidad en este caso del precio del maíz nacional y por lo tanto un mayor riesgo.

1 Cuadro 3. Estimación de la volatilidad de maíz con el modelo GARCH (1,1)

Variable	Ecuación/parámetro	Coefficiente	Error estándar	Valor de Z
RPMAMRD	Ecuación de la media:			
	$\alpha$	-0.04335	0.23595	-0.18371
	Ecuación de la varianza:			
	$\alpha_0$	0.41254	0.11351	3.63451
	$\alpha_1$	0.04216	0.01049	4.02090
	$\beta$	0.94485	0.01297	72.85510
RPMBRDNAL	Ecuación de la media:			
	$\alpha$	-0.31168	0.29382	-1.06077
	Ecuación de la varianza:			
	$\alpha_0$	5.95383	1.25095	4.75929
	$\alpha_1$	0.26910	0.05640	4.77171
	$\beta$	0.52855	0.07143	7.39944
RPMBRDOCI	Ecuación de la media:			
	$\alpha$	-0.10931	0.41122	-0.26582
	Ecuación de la varianza:			
	$\alpha_0$	29.56558	9.45214	3.12793
	$\alpha_1$	0.23223	0.07434	3.12376
	$\beta$	0.08834	0.20718	0.42638
RPMBRDCEN	Ecuación de la media:			
	$\alpha$	-0.08040	0.25434	-0.31609
	Ecuación de la varianza:			
	$\alpha_0$	16.00216	2.42771	6.59146
	$\alpha_1$	0.41661	0.09442	4.41254
	$\beta$	-0.07809	0.07834	-0.99682
RPMBRDSTE	Ecuación de la media:			
	$\alpha$	-0.24175	0.42394	-0.57023
	Ecuación de la varianza:			
	$\alpha_0$	45.37773	116.81590	0.38846
	$\alpha_1$	0.01607	0.03560	0.45159
	$\beta$	-0.00825	2.57997	-0.00320

2 Fuente: elaboración propia.

3 Para la región sureste (RPMBSTE) tanto el parámetro del efecto ARCH, es decir  $\alpha_1$ , como  
 4 el de la varianza condicional, es decir  $\beta$ , no son estadísticamente significativos, así como  
 5 la magnitud de la volatilidad ( $\alpha_1 + \beta = 0.0078$ ) muestra que ésta ni siquiera afecta al maíz  
 6 blanco.

1 A manera de discusión de los resultados tenemos que Ortiz y Montiel (2017) utilizando el  
2 análisis de volatilidad estocástica multivariante durante el periodo de 2007-2012  
3 mostraron que el precio de mercado de futuros de maíz no se encuentra fuertemente  
4 relacionado con los precios registrados en algunos estados del país, por lo que concluyen  
5 que la cobertura mediante el programa de ASERCA no ha cumplido adecuadamente con  
6 su propósito de proteger el ingreso de los agricultores nacionales que siembran maíz  
7 blanco, a pesar de que su uso se ha incrementado. Análogamente, en la presente  
8 investigación también se ha encontrado que el precio de maíz blanco promedio nacional,  
9 presenta una alta volatilidad la cual dada su magnitud (0.798) tiende a persistir en el  
10 tiempo. En el caso de la región sureste (Chiapas y Yucatán) no son afectados por la  
11 volatilidad. Un punto importante que es destacado por Echánove (2011) es que el  
12 gobierno implementó desde los años noventa programas de apoyo, entre los que figura  
13 la denominada agricultura por contrato, cuyo fin era dar seguridad, tanto a productores  
14 como a compradores, en el ámbito de la comercialización de granos. Es en 1996 cuando  
15 el programa empezó a ser utilizado por los productores (en su mayoría de maíz blanco)  
16 para la adquisición de instrumentos bursátiles en la Bolsa de Chicago, los cuales tienen  
17 como subyacente el maíz amarillo #2. Las coberturas que operó ASERCA involucran una  
18 posición en el mercado de futuros opuesta a la que tiene el participante en el mercado  
19 *spot* doméstico; entonces, cualquier pérdida en el mercado *spot* es compensada con la  
20 cobertura en el mercado de futuros (Ortiz y Montiel, 2017) por lo que los productores en  
21 ningún momento perdieron en su ingreso monetario debido a la caída del precio implicada  
22 en la alta volatilidad pues están protegidos con las coberturas contratadas por ASERCA.  
23 En caso de que la volatilidad implicará un precio más alto que el estipulado en el contrato  
24 de la cobertura adquirida a través de ASERCA los productores no solo estaban  
25 protegiendo su ingreso, sino que obtenían un ingreso adicional por la diferencia de  
26 precios del contrato y el precio de futuros del maíz amarillo y solo reembolsaban a  
27 ASERCA una proporción no mayor al 50% con lo que dicha institución los apoyaba para  
28 que ellos adquirieran la llamada Base. En el análisis de resultados de los estimados de  
29 la volatilidad Ortiz y Montiel (2017) no señalan cómo afectaría este tipo de riesgo a  
30 productores de maíz blanco de México. Para Echánove (2011), a nivel presupuestal, los

1 recursos oficiales designados a la agricultura por contrato son insuficientes, como en  
2 general es el presupuesto asignado al sector agropecuario.

### 3 **3.4 CONCLUSIONES**

4 Se concluye que la rentabilidad del precio del maíz amarillo #2, que era el *commodity*  
5 subyacente de la cobertura que era adquirida por ASERCA para apoyar a los productores  
6 de maíz blanco en entidades de la región occidente (Sinaloa y Jalisco), es altamente  
7 volátil. Al ser dicho indicador de riesgo muy cercano a la unidad implica que en el mercado  
8 del maíz amarillo #2 hay una persistente volatilidad y que el precio del próximo periodo  
9 depende casi en su totalidad del periodo previo. Para el caso de México, se encontró que  
10 es la rentabilidad del precio del maíz blanco región nacional muestra una alta volatilidad  
11 (0.798). Esto implica un alto riesgo para el maíz blanco como un mercado único nacional.  
12 De esta manera, se concluye que la región centro y la región occidente tienen un mayor  
13 riesgo de mercado y un mayor riesgo financiero que la región sureste por lo que sus  
14 ingresos podrían tener una mayor variabilidad y por lo tanto un mayor riesgo. La  
15 necesidad de diseñar mecanismos de coberturas para los productores de maíz desde el  
16 punto de vista de política agrícola, permitirá que los tomadores de decisiones elaboren  
17 programas y leyes sectoriales que incentiven la producción y abasto de este grano básico  
18 a nivel nacional.

### 19 **3.5 AGRADECIMIENTOS**

20 No hay agradecimientos.

### 21 **3.6 REFERENCIAS CITADAS**

22 Aljandali, A. & Tatahi, M. (2018). Economic and Financial modelling with eviews. A guide  
23 for students and professionals. Springer International Publishing. Cham, Switzerland: 293  
24 pp.

25 Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios  
26 (ASERCA) (2020). Reporte de mercado de maíz. Centro de Información de Mercados.  
27 Consultado el 4 de febrero 2021 en:  
28 [https://www.cima.aserca.gob.mx/work/models/cima/pdf/cadena/2020/Reporte\\_mercado](https://www.cima.aserca.gob.mx/work/models/cima/pdf/cadena/2020/Reporte_mercado_maiz_200120.pdf)  
29 [\\_maiz\\_200120.pdf](https://www.cima.aserca.gob.mx/work/models/cima/pdf/cadena/2020/Reporte_mercado_maiz_200120.pdf)

- 1 Bollerslev, T. 1986. Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity. Journal of  
2 Econometrics, 31(3): 307-327.
- 3 Brooks, C. (2019). Introductory econometrics for finance. 4th ed., Cambridge University  
4 Press: 891 pp.
- 5 Echánove, H., F. (2011). Política agrícola en México: el esquema de agricultura por  
6 contrato en maíz. Mexican Rural Development Research Reports. Reporte 19. Woodrow  
7 Wilson International Center for Scholars. Consultado el 13 de diciembre 2020 en:  
8 [https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/media/documents/publication/Echanove\\_19\\_Agricultura\\_por\\_contrato.pdf](https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/media/documents/publication/Echanove_19_Agricultura_por_contrato.pdf)  
9
- 10 Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the  
11 variance of United Kingdom inflation. Econometrica 50(4): 987-1007.
- 12 United States Department of Agriculture (USDA) (2021). Feed Grains. Yearbook Tables.  
13 Consultado el 4 de abril 2021 en: <https://www.ers.usda.gov/data-products/feed-grains-database/feed-grains-yearbook-tables/>  
14
- 15 Godínez, P., J. A. (2006). Causalidad del precio futuro de la Bolsa de Chicago sobre los  
16 precios físicos de maíz blanco en México. Estudios Sociales, 15(29): 204-223.  
17 Consultado el 28 de febrero 2020 en:  
18 <http://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v15n29/v15n29a6.pdf>
- 19 Motamed, M.; Foster, K. & Tyner, W. (2008). Applying cointegration and error correction  
20 to measure trade linkages: maize prices in the United States and Mexico. Agricultural  
21 Economics 39(1): 29-39.
- 22 Ortiz, A., F. y Montiel, G., A. N. (2017). Transmisión de precios futuros de maíz del  
23 Chicago Board of Trade al mercado spot mexicano. Contaduría y Administración 62(3):  
24 924–940. Consultado el 12 de enero 2021 en:  
25 <http://www.scielo.org.mx/pdf/cya/v62n3/0186-1042-cya-62-03-00924.pdf>

1 Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) (2021). Anuarios  
2 estadísticos de mercados nacionales. Granos y semillas. Consultado el 15 de abril 2021  
3 en: [http://www.economia-sniim.gob.mx/SNIIM-AN/estadisticas/e\\_anuariosgran.asp?](http://www.economia-sniim.gob.mx/SNIIM-AN/estadisticas/e_anuariosgran.asp?)

4 Valdes, S. R. (2018). Measuring market integration and pricing efficiency along regional  
5 maize-tortilla chains of Mexico. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad  
6 Nacional de Cuyo 50(2): 279-292. Consultado el 2 de mayo 2020 en:  
7 <https://bdigital.uncu.edu.ar/app/navegador/?idobjeto=11700>

8 Varangis, P., Larson, D. & Anderson, J. R. (2002). Agricultural markets and risk:  
9 management of the later, not the former. Policy Research Working Paper 2793.  
10 International Monetary Fund (IMF). Consultado el 12 de marzo 2021 en:  
11 [https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/15608/multi0page.pdf?se](https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/15608/multi0page.pdf?sequence=1&isAllowed=y)  
12 [quence=1&isAllowed=y](https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/15608/multi0page.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

13 Zahniser, S.; López, L. N. F.; Motamed, M.; Silva, V. Z. Y. & Capehart, T. (2019). The  
14 growing corn economies of Mexico and the United States. United States Department of  
15 Agriculture-Research Economic Service (USDA-ERS). Consultado el 4 de mayo 2021 en:  
16 <https://www.ers.usda.gov/webdocs/outlooks/93633/fds-19f-01.pdf?v=4547.8>

17  
18  
19

## Capítulo IV.

### Eficiencia de la política agrícola en maíz para México y Estados

#### Unidos

##### Resumen

**Introducción:** La agricultura es una actividad inherentemente riesgosa.

**Objetivo:** El objetivo de esta investigación es determinar si los mercados de maíz blanco y maíz amarillo están integrados y, si entre los mismos, existe una relación de largo plazo para inferir si la política de coberturas de riesgos que operó la Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios (ASERCA) en el periodo 2010-2018 fue eficiente en el sentido financiero.

**Diseño/metodología/aproximación:** El método utilizado fue el análisis de cointegración de Johansen. El periodo muestral constó de 96 observaciones de las series de tiempo mensuales de maíz blanco pagado al productor a nivel de finca en doce estados, una serie nacional promedio, otra del precio de futuro de maíz amarillo #2 que cotiza en la Bolsa de Futuros de Chicago y una serie del tipo nominal de cambio peso-dólar.

**Resultados:** El análisis de causalidad mostró que el precio de futuros causa a los precios del maíz blanco y que cada serie de maíz blanco esta cointegrado en primer orden con las series de maíz amarillo y el tipo de cambio, por lo que existe una relación de largo plazo.

**Hallazgos/conclusiones:** Se concluye que las coberturas que operó ASERCA fueron pertinentes y eficientes por lo que la política de protección del ingreso del productor nacional de maíz blanco, a través de este instrumento de administración del riesgo, fue eficiente.

**Palabras clave:** administración del riesgo en la agricultura, coberturas y opciones, posición larga, posición corta.

## ABSTRACT

**Introduction:** Agriculture is an inherently risky activity.

**Objective:** The objective of this investigation has been to determine if the white corn and yellow corn markets are integrated and if there is a long-term relationship between them to infer whether the risk coverage policy operated by the Marketing and Development Services Agency of Agricultural Markets (ASERCA) in the 2010-2018 period was pertinent and efficient.

**Design/methodology/approach:** The method used was the Johansen cointegration analysis. The sample period consisted of 96 observations of the time series of white corn paid to the producer at the farm level in twelve federal entities, an average national series, one of the future price of yellow corn #2 listed on the Futures Exchange of Chicago and a nominal peso-dollar exchange rate series.

**Results:** The causality analysis showed that the futures price causes the white corn prices that each white corn series is cointegrated in first order with the yellow corn series and the exchange rate, so there is a long-term relationship.

**Findings/conclusions:** It is concluded that the coverages operated by ASERCA were pertinent and efficient, so that the income protection policy of the national producer of white corn, through this risk management instrument, was efficient.

**Keywords:** risk management in agriculture, hedging and options, long position, short position.

### 4.1 Introducción

En la producción mundial de maíz durante el periodo 2011-2020, los Estados Unidos contribuyeron con el 33.1%. En el mismo periodo, México aportó el 2.3% de tal producción y se ubicó en el séptimo lugar de entre 175 países (FAOSTAT, 2022). No obstante, dado que la producción nacional de maíz amarillo ha resultado insuficiente, México se ha volcado a importar hasta el 90% de los volúmenes demandados de este grano para destinándolo a la alimentación de ganado (AMEPA, 2022). De entre 108 países, las exportaciones de maíz de los Estados Unidos a México en el periodo 2010/11-2019/20

1 fueron del 26.2%; es decir, 12.2 millones de toneladas de maíz por año en este último  
2 periodo (USDA, 2022). México es autosuficiente en la producción de maíz blanco  
3 (consumo humano) por lo que más del 90% de las importaciones que se realizan del  
4 exterior corresponden al maíz amarillo y más del 90% provienen de los Estados Unidos  
5 (CONACYT, 2020; USDA, 2022). Un hecho relevante del maíz amarillo importado es que  
6 es transgénico. Esta característica ha causado controversias entre los socios del tratado  
7 comercial de América del Norte (TMEC) a partir del decreto en el que la actual  
8 administración federal de México restringiría la importación de maíz transgénico para  
9 consumo humano (DOF, 31 de diciembre de 2020).

10 Existen múltiples causas que explican la alta integración del mercado de maíz entre  
11 Estados Unidos y México, la más importante: la liberación arancelaria total del mercado  
12 de maíz de México a partir de 2008 en el marco del Tratado de Libre Comercio de  
13 Norteamérica (TLCAN). El mercado del maíz inicio con un arancel del 215% en enero de  
14 1994 para las importaciones de este grano provenientes de Estados Unidos y Canadá  
15 hasta tener un arancel de cero en diciembre de 2007 (CEFP, 2007). Otra causa es la  
16 puesta en marcha de instrumentos de administración del riesgo en la agricultura  
17 mexicana a raíz de la modernización de la economía. A partir de 1982, mediante el  
18 modelo de apertura comercial y del abandono del modelo de sustitución de  
19 importaciones. En 1991 a raíz de la liquidación de los precios de garantía de varios  
20 cultivos y el desmantelamiento de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares  
21 (CONASUPO), se generaron problemas de comercialización. A raíz de esta problemática,  
22 en abril de 1991 se creó el organismo administrativo desconcentrado denominado  
23 Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). Entre las funciones

1 se le asignó a ASERCA el fomento a la creación de una bolsa agropecuaria hacia la que  
2 se orientara la comercialización privada (DOF del 16 de abril de 1991).

3 En septiembre de 1996, ya en el marco del TLCAN, debido a problemas climatológicos  
4 el precio de la tonelada de este grano se elevó 52%. Dicho desfase de precios  
5 entre ambos países fue enfrentado de forma coordinada por ASERCA. Un segundo  
6 desfase ocurrió con la escalada inflacionaria iniciada en 2006 misma que se  
7 exacerbó con la crisis inmobiliaria y bancaria de los Estados Unidos en 2008. ASERCA  
8 con el fin de proteger el ingreso de los productores introdujo desde subastas de apoyo a  
9 la comercialización, así como la definición de los conceptos ingreso objetivo y apoyo para  
10 la adquisición de coberturas (CEDERSSA, 2019). De acuerdo con Ramírez *et al* (2006,  
11 p. 181) al principio la política de comercialización de ASERCA se basó en apoyos con  
12 recursos fiscales a través del llamado precio de indiferencia. Finalmente, es en  
13 SAGARPA (2006) cuando se expiden los lineamientos específicos del esquema de  
14 apoyos a la agricultura por contrato de maíz amarillo y sorgo.

15 Arias y Segura (2001, p. 57) señalan que una condición, aunque no suficiente para la  
16 cobertura de riesgos, es que los mercados estén integrados. La metodología  
17 econométrica de la cointegración y del modelo de corrección de errores desde su  
18 introducción formal por Engle & Granger (1987) ha ganado terreno de manera  
19 exponencial en el ámbito empírico en las ciencias económicas y aun las no económicas  
20 donde se utilicen series de tiempo.

21 En el caso de los mercados agrícolas de maíz, por ejemplo, Motamed *et al.* (2008) han  
22 utilizado la metodología del análisis de cointegración para analizar si el mercado de maíz

1 blanco en México y el de maíz amarillo en Estados Unidos están integrados en el sentido  
2 económico. Rani *et al.* (2017) señalan que los mercados integrados contribuyen a la  
3 estabilización de precios y aseguran los ingresos de los agricultores. Utilizaron la prueba  
4 de cointegración multivariada de Johansen y la velocidad de ajuste de precios se calculó  
5 utilizando un modelo de corrección de errores vectorial.

6 En este marco, el objetivo de la presente investigación ha sido determinar si los mercados  
7 de maíz blanco y maíz amarillo esta integrados y, si entre los mismos existe una relación  
8 de largo plazo para inferir si la política de coberturas de riesgos que operó ASERCA en  
9 el periodo 2010-2018 fue eficiente en el sentido financiero. La causa de porqué el estudio  
10 solo considera hasta el 2018 es porque en dicho año fue el último en que operó dicho  
11 esquema pues la administración federal entrante discontinuo la asignación de recursos  
12 fiscales a los programas que operaba ASERCA, organismo que fue extinguido en  
13 diciembre de 2021 (SFP, 2021).

#### 14 **4.2 Materiales y métodos**

15 En la presente investigación para evaluar sí los mercados de maíz blanco de México y  
16 maíz amarillo de Estados Unidos son eficientes en el sentido financiero en el periodo de  
17 estudio (enero 2010 – diciembre 2021), que incluye nueve años del periodo en que  
18 ASERCA operó coberturas de riesgos (enero 2010 – diciembre 2018) y determinar si  
19 éstos están cointegrados se utilizó la metodología econométrica de la cointegración de  
20 Johansen (1990, 1995) y Johansen-Juselius (1990). De esta manera, si se evidencia que  
21 los mercados de maíz blanco-maíz amarillo son cointegrados entonces es posible  
22 aseverar que la política que administró ASERCA entre 2010 -2018 fue pertinente y  
23 eficiente.

1 La base de datos del estudio consistió de los precios de maíz blanco pagado a nivel de  
2 finca al productor de este grano en doce entidades federativas (Campeche, Chiapas,  
3 Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Sinaloa,  
4 Tamaulipas y Yucatán), el precio nacional promedio de este cereal, el precio de futuros  
5 del maíz #2 que cotiza en la Bolsa de Futuros de Chicago (CBOT) así como el tipo de  
6 cambio nominal peso-dólar. Las series de tiempo son de periodicidad mensual por lo que  
7 se dispone de 146 observaciones en el periodo muestral enero 2010-diciembre 2021. Los  
8 precios del maíz blanco fueron compartidos por una de las organizaciones del sector  
9 pecuario mexicano a condición de solo utilizarlos con propósitos de investigación, de  
10 manera agregada y solo presentando los resultados de inferencia estadística pero no los  
11 indicadores de estadística descriptiva (media, desviación estándar, valor máximo y valor  
12 mínimo). Los precios de futuro del maíz amarillo #2 fueron obtenidos de la base de datos  
13 del Banco Mundial. El modelo que se utilizó es el modelo vectorial autorregresivo (VAR).  
14 De esta manera la relación de largo plazo entre los precios spot o al contado y el precio  
15 promedio nacional del maíz amarillo, el precio del maíz amarillo #2 y el tipo de cambio  
16 nominal peso-dólar se expresa como sigue:

$$PC_t = \alpha_1 + \sum_{i=1}^n \beta_{1i} PC_{t-i} + \sum_{i=1}^n \delta_{1i} PF_{t-i} + \sum_{i=1}^n \gamma_{1i} TC_{t-i} + \varepsilon_t^{PC}$$

$$PF_t = \alpha_2 + \sum_{i=1}^n \delta_{2i} PF_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{2i} PC_{t-i} + \sum_{i=1}^n \gamma_{2i} TC_{t-i} + \varepsilon_t^{PF}$$

$$TC_t = \alpha_3 + \sum_{i=1}^n \gamma_{3i} TC_{t-i} + \sum_{i=1}^n \beta_{3i} PC_{t-i} + \sum_{i=1}^n \delta_{3i} PF_{t-i} + \varepsilon_t^{TC}$$

17 donde:

$PC_t$  = Precio de contado o *spot* del maíz blanco en el periodo  $t$

$PF_t$  = Precio de futuro del maíz amarillo #2 en el periodo  $t$

$TC_t$  = Tipo de cambio nominal Fix peso-dólar en el periodo  $t$

$\varepsilon_t$  = Error, innovación o impulso de cada uno de los modelos en el periodo  $t$ .

1 además, los  $\gamma's$ ,  $\delta's$  y  $\beta's$  son los parámetros asociados a cada una de las variables  
2 del modelo y sus rezagos y los  $\alpha's$  representan el cambio en los niveles de las variables  
3 respectivas.

4 En este caso,  $\varepsilon$  dice que una variable es integrada de orden uno  $I(1)$  si es no  
5 estacionaria, pero, al aplicarle el operador de primeras diferencias, se volverá  
6 estacionaria. De esta manera, si se tienen dos variables que son integradas de orden uno  
7  $I(1)$  y una combinación lineal de ambas variables es estacionaria  $I(0)$  entonces se dice  
8 que ambas variables son cointegradas de orden uno  $I(1)$  y contienden a lo largo del  
9 tiempo. Justamente, si el precio de futuros y el precio de contado de una mercancía,  
10 específicamente el maíz amarillo, están cointegrados de acuerdo con las respectivas  
11 pruebas de hipótesis, entonces se dirá que sus mercados están integrados. Esta  
12 metodología es usada en Martínez y García (2010) y la presente investigación sigue  
13 cercanamente la metodología, procedimiento y variables utilizado por ellos.

#### 14 **4.3 Resultados y discusión**

15 Las variables utilizadas, su definición y unidades se muestran en el Cuadro 1.

16

1

### Cuadro 1. Definición de las variables utilizadas en el estudio.

Variable	Descripción	Unidades
TCAM	Tipo nominal de cambio pesos mexicanos por dólar	MX\$/US\$
PFUT	Precio de futuro del maíz amarillo #2 que cotiza en la Bolsa de Futuros Chicago (CBOT)	MX\$/US
PNAL	Precio nacional promedio del maíz blanco	MX\$/ton
PCAM	Precio de maíz blanco de Campeche	MX\$/ton
PCHS	Precio de maíz blanco de Chiapas	MX\$/ton
PEMX	Precio de maíz blanco del Estado de México	MX\$/ton
PGTO	Precio de maíz blanco de Guanajuato	MX\$/ton
PGUE	Precio de maíz blanco de Guerrero	MX\$/ton
PJAL	Precio de maíz blanco de Jalisco	MX\$/ton
PMIC	Precio de maíz blanco de Michoacán	MX\$/ton
POAX	Precio de maíz blanco de Oaxaca	MX\$/ton
PPUE	Precio de maíz blanco de Puebla	MX\$/ton
PSIN	Precio de maíz blanco de Sinaloa	MX\$/ton
PTAM	Precio de maíz blanco de Tamaulipas	MX\$/ton
PYUC	Precio de maíz blanco de Yucatán	MX\$/ton

2 Fuente: elaboración propia.

3 Antes de proceder al análisis de cointegración de las series de tiempo del maíz blanco  
 4 por entidad, el maíz amarillo #2 y la tasa nominal de tipo de cambio peso-dólar, se  
 5 determinó la dirección causal entre los precios *spot* del maíz blanco y el del maíz amarillo,  
 6 así como el número de rezagos óptimo de cada variable.

7 El número de rezagos óptimos para la serie de tiempo de los Estados se determinó  
 8 introduciendo hasta cuatro rezagos de la propia variable en la respectiva regresión del

1 vector de auto regresiones. Dado que ni el segundo, tercero y cuarto rezago resultaron  
 2 ser estadísticamente no significativos, se descartaron; conservándose solo el primer  
 3 rezago dado que en todos los casos resultó ser estadísticamente significativo al 95%.  
 4 Adicionalmente antes de proceder al análisis de cointegración también se determinó si  
 5 las series de tiempo que se utilizaron en la investigación en cuestión eran o no  
 6 estacionarias tenían la presencia de la raíz unitaria. Para ello se utilizó la prueba  
 7 aumentada de Dickey-Fuller donde la hipótesis nula fue que en la respectiva serie de  
 8 tiempo de precios tiene una raíz unitaria versus la hipótesis alternativa de que en la serie  
 9 no existe la raíz unitaria. Los resultados mostraron que todas las series tenían la  
 10 presencia de la raíz unitaria por lo que se procedió a la prueba de cointegración.

11 En el Cuadro 2 se muestran los resultados de la prueba de cointegración utilizando el  
 12 procedimiento de Johansen-Juselius (1990) y Johansen (1990, 1995), es decir; la prueba  
 13 de rangos de cointegración para cada una de las series de tiempo mencionadas.

14 **Cuadro 2. Resultados de la prueba de contraste del rango de cointegración.**

Modelo de cointegración de Johansen	Retardo óptimo	H0: Rango = r	Traza	Valor crítico 5%	Máximo eigenvalor	Valor crítico 5%
PNAL PFUT TCAM (Nacional)	1	0	40.62	29.38	38.17	22.00
		1	2.45	15.34	1.82	15.67
		2	0.63	3.84	0.63	9.24
PCAM PFUT TCAM (Campeche)	1		33.99		30.92	
			3.07		1.89	
			1.18		1.18	
PCHS PFUT TCAM	1		37.64		34.63	

(Chiapas)		3.01	2.29
		0.71	0.71
PEMX PFUT TCAM	1	40.87	37.96
(Edo. de México)		2.91	1.84
		1.07	1.07
PGTO PFUT TCAM	1	41.13	38.41
(Guanajuato)		2.72	1.80
		0.92	0.92
PGUE PFUT TCAM	1	30.16	27.80
(Guerrero)		2.36	1.87
		0.49	0.49
PJAL PFUT TCAM	1	36.81	34.28
(Jalisco)		2.53	1.83
		0.69	0.69
PMIC PFUT TCAM	1	40.66	38.49
(Michoacán)		2.75	3.72
		0.95	1.77
POAX PFUT TCAM	1	26.25	23.22
(Oaxaca)		3.03	2.26
		0.76	0.76
PPUE PFUT TCAM	1	30.27	27.91
(Puebla)		2.36	1.86
		0.50	0.50
PSIN PFUT TCAM		27.29	24.28
(Sinaloa)		3.01	2.42
		0.60	0.60
PTAM PFUT TCAM	1	34.24	31.46

(Tamaulipas)		2.78	1.95
		0.83	0.83
PYUC PFUT TCAM	1	37.61	34.75
(Yucatán)		3.06	3.76
		1.18	1.85

---

1 Fuente: elaboración propia.

2 Como se puede observar, los valores de la prueba de la traza y la del máximo valor propio  
3 de Johansen-Juselius muestran que existe al menos una ecuación o vector de  
4 cointegración para las 11 entidades analizadas y el precio nacional promedio. De esta  
5 manera, los precios del maíz blanco al contado o *spot* de dichas entidades y el precio  
6 nacional de este grano se encuentran cointegrados con el precio a futuro del maíz  
7 amarillo #2 que cotiza en la Bolsa de Chicago y el tipo nominal de cambio peso-dólar  
8 estadounidense.

9 Los resultados del Cuadro 2 pueden ser discutidos a la luz de otros trabajos relacionados  
10 directamente con el tema del análisis de la eficiencia de las coberturas agrícolas a través  
11 de la metodología de la cointegración. Martínez y García (2010) evaluaron la política de  
12 las coberturas de precios de maíz blanco operadas por el organismo desconcentrado  
13 llamado ASERCA utilizando el análisis de cointegración de Johansen para las variables  
14 de series de tiempo del precio al mayoreo de maíz blanco, precio de maíz amarillo  
15 cotizado en la Bolsa de Futuros de Chicago (CBOT) y tipo de cambio peso-dólar con  
16 precios y tipo de cambio diarios para el periodo enero de 2000 a septiembre de 2009 para  
17 nueve entidades. Una diferencia fundamental entre el trabajo de Martínez y García (2010)  
18 y este es que, el primero utilizó como precio *spot* del maíz blanco el precio al mayoreo  
19 que publica el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) de la

1 Secretaria de Economía mientras que la presente investigación utiliza el precio del maíz  
2 blanco pagado al productor a nivel de finca, lo cual es más correcto en este tipo de  
3 análisis. Los resultados de [19] determinaron que de acuerdo a los valores de la traza y  
4 del máximo valor propio existía al menos una ecuación o vector de cointegración para los  
5 modelos de Sinaloa, Jalisco Estado de México, Chiapas, Guanajuato y Tamaulipas  
6 mientras no existía tal relación de cointegración para Michoacán, Chihuahua y el  
7 entonces Distrito Federal (CDMX). A diferencia de Martínez y García (2010), en el trabajo  
8 de Motamed (2008) utilizando un conjunto de datos de maíz blanco semanales en 11  
9 estados de México desde 1998 hasta 2005 así como la utilización del análisis de  
10 cointegración y de corrección de errores. Encontraron que los precios entre Estados  
11 Unidos y México no comparten una relación común de largo plazo. La forma en que los  
12 investigadores obtuvieron los precios del maíz blanco fue análogo al de Martínez y  
13 García; es decir, usaron precios promedio al mayoreo del SNIIM. Ahora bien, la pregunta  
14 que Motamed *et al.* (2008) buscaron contestar en su trabajo fue: ¿Los precios del maíz  
15 amarillo cultivado en Estados Unidos afectan los precios del maíz blanco mexicano? Para  
16 tratar de contestar tal cuestión utilizaron la metodología multivariada de Johansen, no  
17 obstante; los resultados de dicho estudio revelan que los precios del maíz amarillo de  
18 Estados Unidos no se relacionan significativamente con el precio del maíz blanco de  
19 México.

20 De acuerdo con Martínez y García la existencia de una ecuación de cointegración implica  
21 que, aunque las series precios *spot*, futuros y tipo de cambio sean no estacionarias, sus  
22 trayectorias no pueden estar muy alejadas una de la otra, lo que entonces admite un  
23 margen constante de riesgo y con ello, un mejor grado de efectividad de las coberturas

1 para cubrir el riesgo ante las variaciones en los precios. En el caso concreto del tipo de  
2 cambio, la cointegración indica que el comportamiento de esta variable ayuda a mitigar  
3 el efecto internacional de los cambios en precios, mejorando así la efectividad de las  
4 coberturas.

#### 5 **4.4 Conclusiones**

6 Los hallazgos de la presente investigación muestran que el precio de futuro del maíz  
7 amarillo #2 de la Bolsa de Chicago causa a los precios de maíz blanco pagado al  
8 productor a nivel de finca para los doce estados analizados (Campeche, Chiapas, Edo.  
9 de México, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Sinaloa,  
10 Tamaulipas, Yucatán y el precio nacional de este grano). La prueba de la raíz unitaria  
11 mostró que todas las series son no estacionarias lo que permitió determinar que cada  
12 una de las series maíz blanco son cointegradas de orden uno con el precio de futuro y el  
13 tipo nominal de cambio. Consecuentemente, se puede afirmar que hay evidencia de la  
14 existencia de que los mercados de este grano en Estados Unidos y México están  
15 integrados y entre los mismos hay una relación de largo plazo. Con ello, es posible  
16 argumentar que los mercados son eficientes en el sentido financiero durante el periodo  
17 de estudio enero 2010 - diciembre 2018, pues los participantes en los mercados de  
18 futuros aprovechan toda la información disponible para descubrir los precios del maíz  
19 blanco. Se infiere que la política de protección al ingreso de los productores que operó  
20 ASERCA durante el periodo 2010 a 2018 a través de las coberturas de riesgos de precios  
21 de la Bolsa de Futuros de Chicago fue eficiente, pues permitió proteger el ingreso de los  
22 productores del riesgo implicado por la posición (larga o corta) que podrían haber tomado  
23 los participantes (o especuladores) en el mercado de futuros de Chicago, es decir; fue

1 una política eficiente para proteger el ingreso de los productores excedentarios de maíz  
2 blanco como los de Sinaloa, México. En el futuro inmediato la experiencia en el uso de  
3 las coberturas de riesgo representa una elección para los productores, comercializadores  
4 o procesadores de maíz, dada la controversia e inestabilidad que representa la decisión  
5 de política de prohibir las importaciones de maíz amarillo a partir de enero de 2024,  
6 pudiendo de esta forma administrar el riesgo de mercado implicado por las variaciones  
7 de precios.

#### 8 **AGRADECIMIENTOS:**

9 No hay agradecimientos.

#### 10 **4.5 Referencias citadas**

111. AMEPA. 2022. Asociación Mexicana de Productores de Alimentos, A. C. Análisis y  
12 expectativas de la industria de alimentos balanceados en México 2018-2024. Ciudad de  
13 México, México. pp. 55

142. Arias, S., J. y Segura, R., O. (2001). Los mercados de futuros y la cobertura de riesgos:  
15 factibilidad de su uso en bolsa de físicos de América Latina. Ed. AGROAMERIICA,  
16 Instituto Interamericano para la Agricultura (IICA). Costa, Rica.  
17 [https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/16645/BVE21058662e.pdf?sequence=  
18 1&isAllowed=y](https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/16645/BVE21058662e.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

193. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la H. Cámara de Diputados (CEFP)  
20 (2007). El proceso de desgravación arancelaria del maíz y el frijol en el marco del TLCAN,  
21 1994-2008. Recuperado de:

- 1 <https://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0592007.pdf> [consultado el  
2 07/08/2022].
34. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria  
4 (CEDERSSA) (2019). Nueva visión de apoyo a la comercialización de productos  
5 agropecuarios para avanzar a la autosuficiencia alimentaria. H. Cámara de Diputados.  
6 Recuperado de:  
7 [http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/81Nueva\\_vision\\_comercializacion.pdf](http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/81Nueva_vision_comercializacion.pdf)
85. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) (2020). Expediente científico  
9 sobre el glifosato y los cultivos genéticamente modificados. Recuperado de:  
10 [https://conacyt.mx/wp-](https://conacyt.mx/wp-content/uploads/documentos/glifosato/Dossier_formato_glifosato.pdf)  
11 [content/uploads/documentos/glifosato/Dossier\\_formato\\_glifosato.pdf](https://conacyt.mx/wp-content/uploads/documentos/glifosato/Dossier_formato_glifosato.pdf) [consultado  
12 4/09/2022]
136. DOF. Diario Oficial de la Federación (1991). Secretaría de Agricultura y Recursos  
14 Hidráulicos. Decreto por el que se crea Apoyos y Servicios a la Comercialización  
15 Agropecuaria (ASERCA), como órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría  
16 de Agricultura y Recursos Hidráulicos, el que tendrá por objeto apoyar la comercialización  
17 de productos agropecuario. Decreto publicado en el DOF del 16 de abril 1991.  
18 [https://www.dof.gob.mx/nota\\_to\\_imagen\\_fs.php?codnota=4714890&fecha=16/04/1991&](https://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4714890&fecha=16/04/1991&cod_diario=203208)  
19 [cod\\_diario=203208](https://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4714890&fecha=16/04/1991&cod_diario=203208)
207. DOF. Diario Oficial de la Federación (2020). Diario Oficial de la Federación. Decreto por  
21 el que se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que  
22 integran la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus competencias, para  
23 sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la  
24 sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país

1 que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente  
2 adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud  
3 humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente. Decreto publicado el 31 de  
4 diciembre de 2020.  
5 [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020#gsc.tab=](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020#gsc.tab=0)  
6 [0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020#gsc.tab=0)

78. Engle, R. F. & Granger, C.W.J. 1987. Co-integration and error correction: representation,  
8 estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2): 251-276. doi: 10.2307/1913236

99. Johansen, S. & Juselius, K. 1990. Maximum likelihood estimation and inferences on  
10 cointegration with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics*  
11 *and Statistics*, 52(2): 169–210.

1210. Johansen, S. 1991. Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in gaussian  
13 vector autoregressive models. *Econometrica* 59(6): 1551–1580. doi: 10.2307/2938278

1411. Johansen, S. 1995. Likelihood-based inference in cointegrated vector autoregressive  
15 models. Oxford University Press, 267 p.

1612. Martínez, D., M.A. y García Juárez, J.J. (2010). Política de cobertura de precios de maíz  
17 en México. *Revista Mexicana de Economía Agrícola y de los Recursos Naturales* 3(2):  
18 69-67.

1913. Motamed, M.; Foster, K.A. & Tyner, W.E. (2008). Applying cointegration and error  
20 correction to measure trade linkages: maize prices in the United States and Mexico.  
21 *Agricultural Economics* 39(1): 29–39. doi: [https://doi.org/10.1111/j.1574-](https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2008.00312.x)  
22 [0862.2008.00312.x](https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2008.00312.x)

114. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO/STAT).  
2 Datos sobre alimentación y agricultura. Recuperado de:  
3 <https://www.fao.org/faostat/es/#home> [consultado 07/08/2022].
415. Ramírez, A. L.; Schwentesius. R. R.; Gómez, C., M. A. y Martínez, B., E. 2006. La  
5 organización de productores y los programas de comercialización del sorgo en  
6 Guanajuato (México). Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía,  
7 37(45): 177-201. <https://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v37n145/v37n145a9.pdf>
816. Rani, R.; Singh, T.; Tewari, H.; Singh, S.K. & Singh, P, K. (2017). Integration of major  
9 Indian maize markets: a contegration analysis. International Journal of Agricultural and  
10 Statistical Sciences, 13(2): 601-606.  
11 [https://www.connectjournals.com/file\\_html\\_pdf/2761802H\\_601-606a.pdf](https://www.connectjournals.com/file_html_pdf/2761802H_601-606a.pdf)
1217. SAGARPA. 2006. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y  
13 Alimentación. Lineamientos específicos del esquema de apoyos a la agricultura por  
14 contrato de maíz amarillo y sorgo del ciclo agrícola primavera-verano 2005. Diario Oficial  
15 de la Federación del 16 marzo.  
16 [https://www.dof.gob.mx/index\\_113.php?year=2006&month=03&day=16#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/index_113.php?year=2006&month=03&day=16#gsc.tab=0)
1718. SFP. 2021. Secretaria de la Función Pública. Acuerdo por el que se extingue el Órgano  
18 Interno de Control en el Órgano Administrativo Desconcentrado denominado Agencia de  
19 Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios. Diario Oficial  
20 de la Federación del 24 de diciembre.  
21 [https://www.dof.gob.mx/index\\_113.php?year=2021&month=12&day=24#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/index_113.php?year=2021&month=12&day=24#gsc.tab=0)
2219. United States Department of Agriculture – Economic Research Service (USDA-ERS)  
23 (2022). Feed grains: yearbook tables. Recuperado de: [https://www.ers.usda.gov/data-](https://www.ers.usda.gov/data-products/feed-grains-database/feed-grains-yearbook-tables/)  
24 [products/feed-grains-database/feed-grains-yearbook-tables/](https://www.ers.usda.gov/data-products/feed-grains-database/feed-grains-yearbook-tables/) [consultado 07/08/2022].

## Capítulo V.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

#### 5.1. Conclusiones

- La política de reestructuración de la economía iniciada en 1982, a raíz de la crisis de liquidez de la deuda externa del país, que al pasar del modelo proteccionista y de sustitución de importaciones conllevó cambios drásticos en la política del sector primario entre el que destaca la desaparición de los precios de garantía y el desmantelamiento gradual de la CONASUPO y sus filiales como organismo regulador que garantizaba un ingreso mínimo a los productores agrícolas.
- La desaparición de los precios de garantía y del aparato estatal que regulaba el sector primario, así como la apertura comercial hizo al productor nacional enfrentar también la competencia externa y por lo tanto enfrentar un mayor riesgo e incertidumbre.
- Para gestionar los riesgos y la incertidumbre que afrontaban los productores excedentarios de cultivos considerados en PROCAMPO y de ganado frente a la nueva situación de competencia nacional e internacional en el modelo de apertura comercial en 1991, se creó el órgano desconcentrado denominado Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria que entre los considerandos de su creación estaba la modernización de los instrumentos de política sectorial para ayudar a tales productores a reducir la inestabilidad de precios y por lo tanto de sus ingresos. Esta nueva política prohibía a ASERCA actuar como agente comprador de la producción y se instruía le instruía fomentar a la creación de una bolsa agropecuaria hacia la que se orientara la comercialización privada.
- De 1990 a 2000 la política de comercialización de ASERCA consistió básicamente en apoyos con recursos fiscales, basándose en el precio de indiferencia, y consistía en proporcionar al comprador de granos nacionales un apoyo fiscal temporal que fuera equivalente al menor costo en que éste incurriera por adquirir cosechas nacionales en lugar de cosechas importadas.

- En una segunda época, que inició con la administración federal 2000 – 2006, ASERCA inició una nueva forma de apoyar a los productores excedentarios con problemas de comercialización para lo cual instrumentó la agricultura por contrato, mediante la cual proporcionaba apoyos económicos para garantizar el ingreso de los productores vía la adquisición de coberturas de precios y la compensación a las bases.
- En el caso de la política específica hacia el maíz blanco la cobertura de precios consistió en la contratación en Bolsas de Futuros, de instrumentos financieros derivados cuyo, subyacente era el maíz amarillo, denominados opciones de venta *put* y opciones de compra *call*, con objeto de reducir el riesgo para los productores excedentarios de maíz blanco de movimientos adversos hacia arriba o hacia abajo del precio de este grano. El instrumento financiero cotizado en la Bolsa de Futuros de Chicago que ofrecía al poseedor cobertura contra alzas de precios era la opción *put* y el instrumento financiero que cotizaba en la Bolsa de Futuros de Chicago y que ofrecía al tenedor cobertura contra caída en los precios era la opción *call*.
- El análisis de la rentabilidad del precio del maíz amarillo #2, que era el *commodity* subyacente de la cobertura adquirida por ASERCA en la Bolsa de Futuros de Chicago para apoyar a los productores de maíz blanco en la región occidente (Sinaloa y Jalisco) se encontró que era altamente volátil pues dicho indicador de riesgo resulto ser muy cercano a la unidad (0.987) lo que implicó que el mercado de maíz amarillo #2 existía una persistente volatilidad y que el precio del próximo periodo dependía casi totalmente del periodo inmediato anterior.
- La volatilidad de la rentabilidad del precio del maíz blanco de la región centro también mostró ser relativamente importante, no obstante, como su propio valor lo muestra (0.339) los precios del maíz blanco de dicha región muestran menos variaciones extremas y por lo tanto un menor riesgo.
- Un hallazgo que confirmó lo de otras investigaciones es que la volatilidad del precio internacional del maíz amarillo no se transmite a la región sureste (Tuxtla Gutiérrez, Chiapas y Mérida, Yucatán) pues el indicador de volatilidad de la rentabilidad resulto fue de 0.008.

- La volatilidad de la rentabilidad del precio del maíz blanco nacional muestra una alta volatilidad (0.798) lo que implica que el mercado nacional de maíz blanco está sometido a los factores internacionales que causan incertidumbre y alta variabilidad de los precios por lo que el ingreso de productores no es estable pero más importante es la inseguridad alimentaria que en este grano podría registrarse si su producción queda sujeta a los mercados internacionales.

Un segundo grupo de conclusiones relevantes son las que se refieren a la eficiencia en el sentido financiero de las coberturas de precios y compensaciones a la base que maneja la Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios (ASERCA) en el periodo 2010-2018 como mecanismo para proteger el ingreso de los productores excedentarios de maíz blanco a través de la agricultura de contrato.

- La prueba de causalidad mostró que el precio del maíz amarillo que cotiza en la Bolsa de Futuros de Chicago, que era el subyacente del maíz blanco de México utilizado por ASERCA para apoyar a la comercialización de excedentes de maíz, tiene influencia en los precios del maíz blanco de los doce estados considerados y al precio promedio nacional.
- La prueba de la raíz unitaria mostró que todas las series son no estacionarias, lo que permitió determinar que cada una de las series de maíz blanco son cointegradas de orden uno con el precio de futuro y el tipo nominal de cambio y consecuentemente se puede afirmar que hay evidencia de la existencia de que los mercados de este grano en Estados Unidos y México están integrados y entre los mismos hay una relación de largo plazo.
- El hecho de que los mercados de maíz de México y Estados Unidos estén fuertemente integrados permite afirmar los mercados son eficientes en el sentido financiero pues los participantes en los mercados de futuros aprovechan toda la información disponible para descubrir los precios del maíz blanco.
- La conclusión anterior permite inferir que la política de protección al ingreso que operó ASERCA durante el periodo 2010 a 2018 a través de las coberturas de riesgos de precios de la Bolsa de Futuros de Chicago, fue eficiente pues permitió

proteger el ingreso de los productores del riesgo implicado por la posición (larga o corta) que podrían haber tomado los participantes (o especuladores) en el mercado de futuros de Chicago; es decir fue una política eficiente para proteger el ingreso de los productores excedentarios de maíz blanco.

- Un hallazgo importante que va en línea con alguno de los estudios revisados es que al estar cointegrados ambos precios de maíz con el tipo nominal de cambio implica que la paridad del peso y el dólar no representa un elemento, que atado al efecto internacional de los cambios en los precios, impacte la eficiencia de largo plazo de las coberturas como las que en su momento operó ASERCA antes de su extinción en diciembre de 2021.
- ASERCA tuvo el propósito de modernizar la forma en que se apoyaba a los agricultores excedentarios de maíz y otros granos, al pasar del esquema de precios de garantía al de administración de riesgo por parte de los productores, su extinción en 2021 coincide con la reivindicación por mejores precios para maíz y trigo mediante intensas movilizaciones sociales en el noroeste mexicano, principalmente Sonora y Sinaloa, pues la caída de precios internacionales de este grano, el fortalecimiento del peso ante el dólar estadounidense, retraso en créditos, entre muchas otras causas han acentuado el problema.
- En la actualidad, la ausencia de un ente gubernamental que regule la variabilidad de los precios domésticos ante los vaivenes del contexto internacional incrementa el riesgo e incertidumbre en la agricultura maicera, pero, sobre todo el riesgo de perder la seguridad y soberanía alimentaria en un grano, del que el actual régimen político se ostenta de ser autosuficiente, como lo es el maíz blanco pero deficitario en un 95% de maíz amarillo.

## **5.2. Recomendaciones**

- El manejo de los instrumentos de administración de riesgo en la agricultura mexicana por parte de ASERCA ha sido una de experiencias más notables que muestra cómo es posible focalizar los apoyos y subsidios del estado mexicano a la comercialización de los excedentes de producción, en este caso de maíz, sin recurrir a políticas distorsionantes de la oferta y demanda como lo fueron los

precios de garantía, por lo que es necesario continuar profundizando en el estudio de tal experiencia desarrollada durante 30 años de existencia de dicha institución mediante el rescate de la multitud de documentos oficiales y multitud de estudios y análisis que den cuenta de que tan efectivos fueron por ejemplo las coberturas de precios, subsidios a las bases para proteger el ingreso de los productores como personas físicas y morales.

- Es recomendable también continuar con el estudio de la experiencia de ASERCA en el manejo de instrumentos de riesgo con las metodologías econométricas de series de tiempo como las utilizadas en las dos investigaciones específicas del estudio realizado, pues si bien su estudio mediante meras medidas de tendencia central, medidas de dispersión y medidas de posición son útiles, no dan cuenta concreta de si los resultados de los apoyos como las coberturas de precios son debidas o no a la política instrumentada desde el estado.
- Es recomendable introducir en la curricula académica del postgrado de la División de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad, el estudio de los mercados de futuros y opciones agrícolas dado que su alta especialización dificulta el estudio de las políticas de administración de riesgos y es además un complemento para los métodos econométricos y estadísticos que se imparten en dicho Programa.

# ANEXOS

## COMPROBANTE DE PUBLICACIÓN Y ENVIÓ DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS DERIVADOS DEL DOCUMENTO DE TESIS

### Art 1. Capítulo 3 (Tesis)

Revista: AGRO PRODUCTIVIDAD

Agro Productividad, 16(3). March. 2023. pp: 101-106

Disponible en línea:

<https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/issue/view/199/153>

AGRO PRODUCTIVIDAD

ISSN 2594-0252

Evaluation of the *Genipa americana* L. / *Heliconia stricta* Huber agroforestry system and its effects on soil fertility

pág. 159

Año 16 • Volumen 16 • Número 3 • marzo, 2023

Diversity and relative abundance of rodent species under three habitat conditions in the Altiplano Potomino Oeste, Mexico 3

Aphid diversity and population fluctuation of vector species of the ringpox virus in papaya (*Carica papaya* L.) 11

Yield evaluation of rocoto pepper (*Capsicum pubescens* R and P) with application of calcium carbonate in greenhouses 21

Interaction between nitrogen doses and alfalfa (*Medicago sativa* L.) incorporation in lettuce (*Lactuca sativa* L.) production 27

Effect of climatic factors on the diversity and abundance of Scolytinae and Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) in a pine-oak forest 39

Productive potential and typology of the bean agroecosystem in the Papaloapan basin, Mexico 49

y más artículos de interés...

Colegio de Postgraduados

AGRO PRODUCTIVIDAD

Colegio de Postgraduados

### Corn price volatility and producer income protection

García-Hernández, Mario I.<sup>1</sup>; Valdivia-Alcalá, Ramón<sup>1\*</sup>; Osorio-Caballero María I.<sup>2</sup>; Hernández-Ortiz, Juan<sup>3</sup>; Santiago-Zárate, Miguel I.<sup>3</sup>; Barragán-Avilés, Cristian A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Texcoco, Edo. de México, México, C.P. 56230.  
<sup>2</sup> Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán, Ciudad de México, México, C.P. 04510.  
\* Correspondence: ramval@gmail.com

**ABSTRACT**  
**Objective:** To estimate the risk indicator of the future price of yellow corn #2 at the Chicago Futures Exchange (USA) regarding the spot price of white corn in the main producing regions in Mexico through the financial volatility indicator.  
**Methodology:** The research used the returns of the monthly time series corresponding to the spot price of white corn from January 1998 to December 2020, considering five producer-consumer regions of Mexico and the future price of yellow corn #2 as listed on the Chicago Stock Exchange. To quantify volatility, the generalized autoregressive conditional heteroskedasticity model of order (1,1) was estimated.  
**Results:** The yellow corn #2 volatility indicator was 0.9870 (future price). In the case of the spot price of white corn in Mexico, the volatility was 0.7977 for the national price, 0.3385 for the central region, 0.3206 for the western region, and 0.0078 for the southeast region.  
**Implications:** The high volatility of yellow corn #2 (close to unity) shows that the international market for this commodity is riskier than the national market or regional markets in Mexico.  
**Conclusions:** The national white corn market proved to be riskier than the west, center, and southeast regional markets, which have a higher volatility indicator.

**Keywords:** futures market, autoregressive conditional heteroskedasticity, risk coverage, supply, agricultural policy.

**Citation:** García-Hernández, M. I., Valdivia-Alcalá, R., Osorio-Caballero, M. I., Hernández-Ortiz, J., Santiago-Zárate, M. I., & Barragán-Avilés, C. A. (2023). Corn price volatility and producer income protection. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v16i3.2392>

**Academic Editors:** Jorge Cárdena López and Lilia Irujo Tejeda

**Received:** October 01, 2022.  
**Accepted:** January 18, 2023.  
**Published on line:** May 19, 2023.

*Agro Productividad*, 16(3), March, 2023, pp: 101-106.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license.

**INTRODUCTION**

In Mexico, the promotion of corn production has been a priority sectoral policy, because it is the fundamental grain in the population diet. The guaranteed price of this crop was maintained until 1999, the year in which the Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO) was liquidated. This policy was in force for 15 years (1993-2007), to face the total opening to free trade and international competition of this grain with the country's trading partners (Ortiz and Montiel, 2017; Valdes, 2018).

During the 2000-2019 period, corn imports registered a 5.5% average annual growth rate. According to the Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios (ASERCA, 2020), between 2011 and 2019, yellow corn and white corn accounted for an average of 91.2% and 8.8% of total imports, respectively. In 2019, the cultivation of this staple grain ranked first in the harvested area, with 34.6% of a total of 19.4 million hectares.

101

Image by Laspierre at Pixabay

Como citar:

García-Hernández, M. I., Valdivia-Alcalá, R., Osorio-Caballero, M. I., Hernández-Ortiz, J., Santiago-Zárate, M. I., & Barragán-Avilés, C. A. (2023). Corn price volatility and producer income protection. *Agro Productividad*.

<https://doi.org/10.32854/agrop.v16i3.2392>

## Art 2. Capítulo 4 (Tesis)

Revista: AGRO PRODUCTIVIDAD

Fecha envió: 02/07/23

Título: Eficiencia de la política agrícola en maíz para México y Estados Unidos

[AgroP] Acuse de recibo del envío Recibidos x



Dr. Jorge Cadena I niguez a través de revista-agroproductividad.org  
para mí v

19:17 (hace 2 horas) ☆ ← ⋮

MARIO IVAN GARCÍA HERNÁNDEZ:

Gracias por enviar el manuscrito "Eficiencia de la política agrícola en maíz para México y Estados Unidos" a Agro Productividad. Con el sistema de gestión de publicaciones en línea que utilizamos podrá seguir el progreso a través del proceso editorial tras iniciar sesión en el sitio web de la publicación:

URL del manuscrito: <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/authorDashboard/submission/2621>

Nombre de usuario/a: igarcya

Si tiene alguna duda puede ponerse en contacto conmigo. Gracias por elegir esta editorial para mostrar su trabajo.

Dr. Jorge Cadena I niguez



Dr. Jorge Cadena I niguez a través de revista-agroproductividad.org  
para mí v

MARIO

de: **Dr. Jorge Cadena I niguez** <agroproductividadesitor@gmail.com> a través  
de revista-agroproductividad.org

Gracias  
podrá s

para: MARIO IVAN GARCÍA HERNÁNDEZ <ivan.garcya@gmail.com>

URL del  
Nombre

fecha: 2 jul 2023, 19:17

asunto: [AgroP] Acuse de recibo del envío

firmado por: revista-agroproductividad.org

Si tiene

seguridad: Cifrado estándar (TLS) [Más información](#)

Importante según el criterio de Google.

Dr. Jorg

