

LA COBERTURA DE RIESGOS AGRICOLAS EN MÉXICO: UNA PROPUESTA DE FONDO CONTINGENTE PARA LOS ESTADOS

FINANCIAL HEDGING OF AGRICULTURAL RISKS IN MEXICO: A CONTINGENCY FUND FOR THE STATES

Alfonso **Mendoza-Velázquez**, Cristina **Pastrana-López**

Centro de Investigación e Inteligencia Económica (CIIE), Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP). 21 Sur 1103, Colonia Santiago, Puebla, Puebla. 72410. (alfonso.mendoza@upaep.mx) (cristina_pastranalopez@hotmail.com)

RESUMEN

Este trabajo propone la implementación de un fondo de contingencia para cubrir las pérdidas potenciales de producción agrícola. El fondo se alimenta de los recursos provenientes del pago de una prima que otorga el derecho de recibir el valor nominal de la pérdida de producción respecto a la producción agrícola esperada. La estructura de la cobertura que proponemos es similar a una opción de venta, donde el precio de ejercicio es el valor de la producción agropecuaria esperada, mientras que el precio spot en la madurez del instrumento es el valor de la producción agropecuaria en el mercado en la fecha de ejercicio. Entre las bondades que ofrece el fondo está la protección de recursos en caso de una contingencia agrícola, es decir, cubrirá el riesgo de las Entidades Federativas ante minusvalías en el valor de la producción agropecuaria en períodos específicos evitando que el Estado deba resarcir esa disminución del valor de la producción. Es una alternativa de cobertura noble que permite estabilizar los flujos de producción agrícola nacional que puede evitar el desabasto e incluso disminuir la posibilidad de que la población de los estados presente cuadros de inseguridad alimentaria.

Palabras clave: cobertura de riesgos, finanzas agrícolas, fondo de contingencia.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de SAGARPA, la producción agrícola en México se caracteriza por mostrar fluctuaciones importantes. Tales fluctuaciones en la producción agrícola se deben a los cambios climáticos que regulan los montos producidos anualmente, a las variaciones de

* Autor responsable ❖ Author for correspondence.

Recibido: enero, 2018. Aprobado: abril, 2020.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 18: 279-304. 2021.

ABSTRACT

This study proposes the implementation of a contingency fund to hedge the potential losses of agricultural production. The fund is sustained by the resources from payment of a premium that grants the right to receive the nominal value of the loss of production compared to the agricultural expected production. The hedging structure suggested here is similar to a put option, where the exercise price is the value of the expected agriculture and livestock production, while the spot price at maturity of the instrument is the value of the agriculture and livestock production in the market at the time of the exercise. Among the benefits offered by the fund there is the protection of resources in case of an agricultural contingency, that is, it will hedge the risk of the states facing depreciation in the value of agriculture and livestock production in specific periods, preventing the State from having to compensate this decrease in the value of the production. It is a noble hedging alternative that allows stabilizing the flows of national agricultural production that can prevent shortage and even decrease the possibility of the population from the states presenting scenarios of food insecurity.

Keywords: contingency fund, agricultural finances, risk hedging.

INTRODUCTION

According with the data from the Service of Agrifood and Fishery Information (*Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*, SIAP) from SAGARPA, agricultural production in Mexico is characterized by showing important fluctuations. Such fluctuations in agricultural production are due to climate changes that regulate the amounts produced annually, variations of international food prices, changes in supply and demand, in addition to the pressure exerted by the population dynamics on natural resources (Ojeda *et al.*, 2012; Rojas and

los precios internacionales de los alimentos, cambios de oferta y demanda, aunado a la presión que ejerce la dinámica poblacional sobre los recursos naturales (Ojeda *et al.*, 2012; Rojas y Abreu, 2008). En casos extremos, la inestabilidad de la producción agrícola puede representar un elevado riesgo para el abasto de alimentos y afectar la seguridad alimentaria de la población (Escalante y Catalán, 2008).

Por esta razón, deberían impulsarse medidas de protección y cobertura para enfrentar posibles contingencias. La cobertura del riesgo que presenta la volatilidad de la producción agrícola y el impacto negativo potencial sobre los productores locales y la seguridad alimentaria deberían ser prioridad de la política pública del país.

El riesgo agrícola sin embargo no es de un solo tipo. Difiere tanto en frecuencia como en severidad; depende del ciclo agrícola, de la región, del producto en particular, de los sistemas de producción implementados, entre otros (Banco Mundial, 2010). De igual forma, las estrategias de financiamiento y de cobertura financiera de los riesgos agrícolas son diversas. León (2007) identifica tres formas principales de cobertura financiera en el sector agropecuario: los seguros agropecuarios, los fondos de aseguramiento y los fondos de contingencia. Estos instrumentos ofrecen una cobertura ante la reducción o pérdida económica de la producción de actividades agrícolas, pecuarias, pesca y forestales (FAO, 2015).

En este trabajo proponemos la implementación de un fondo de contingencia para cubrir las pérdidas de producción agrícola potenciales. El fondo se alimenta de los recursos provenientes del pago de una prima que otorga el derecho de recibir el valor nominal de la pérdida de producción, respecto a la producción agrícola esperada. La estructura de la cobertura que proponemos es similar a una opción de venta, donde el precio de ejercicio es el valor de la producción agropecuaria esperada y, el precio spot en la madurez del instrumento es el valor de la producción agropecuaria en el mercado en la fecha de ejercicio. El fondo propuesto ofrece protección nominal en caso de una contingencia agrícola, es decir, cubrir el riesgo de las Entidades Federativas ante minusvalías en el valor de la producción agropecuaria en períodos adversos específicos, evitando que el Estado enfrente la disminución del valor de la producción.

EL SECTOR AGROPECUARIO EN MÉXICO

La producción del sector agropecuario en México ha mostrado una variación y una tendencia negativa

(Abreu, 2008). In extreme cases, the instability of agricultural production can represent a high risk for food supply and affect food security of the population (Escalante and Catalán, 2008).

Therefore, measures for protection and hedging should be promoted to face possible contingencies. The risk hedging presented by the volatility of agricultural production and the potential negative impact on local producers and food security ought to be priority in the country's public policy.

Agricultural risk, however, is not of a single type. It differs both in frequency and in severity; it depends on the agricultural cycle, the region, the specific product, and the production systems implemented, among others (Banco Mundial, 2010). Likewise, strategies for financing and financial hedging of agricultural risks are diverse. León (2007) identifies three main ways of financial hedging in the farming sector: agriculture and livestock insurance, insurance funds, and contingency funds. These instruments offer hedging in face of the reduction or economic loss of the production of agricultural, livestock, fishing and forestry activities (FAO, 2015).

In this study we propose the implementation of a contingency fund to hedge the potential losses of agricultural production. The fund is sustained by the resources from the payment of a premium that grants the right to receive the nominal value of the loss of production, compared to the expected agricultural production. The hedging structure that we propose is similar to a put option, where the exercise price is the value of the agriculture and livestock production expected, and the spot price at maturity of the instrument is the value of the agriculture and livestock production in the market in the date of the exercise. The fund proposed offers nominal protection in case of an agricultural contingency, that is, hedging the risk of the states in face of depreciation in the value of the agriculture and livestock production in specific adverse periods, thus preventing the State from confronting the decrease of the production value.

THE FARMING SECTOR IN MEXICO

Production in the farming sector in Mexico has shown marked variation and negative trend in the last two decades. These characteristics are explained, among other factors, by population growth, nutritional transition (the population now

marcadas en las últimas dos décadas. Estas características se explican, entre otros factores, por el crecimiento poblacional, la transición nutricional (la población demanda ahora más alimentos procesados) y el incremento de los precios internacionales de los alimentos.

La dinámica de crecimiento poblacional genera presiones alimentarias. En 1980, la población en México era de 66.8 millones de habitantes (INEGI, 2012), mientras que en la última Encuesta Intercensal 2015 la población había alcanzado ya 119.5 millones de habitantes (INEGI, 2015), lo cual representa un crecimiento demográfico total de 78.7% en 35 años. Aunado al aumento demográfico, la urbanización ha reducido la producción tradicional de alimentos a favor de alimentos procesados, lo que ubica a nuestro país en una transición nutricional que explica en parte los altos grados de sobrepeso y obesidad (FAO, 2019).

La tendencia negativa de la producción del sector agrícola también puede explicarse por la baja tasa de formación de capital en la agricultura que afecta considerablemente la capacidad de producir alimentos. La escasa inversión en el sector agrícola para mejoramiento de tierras, tecnificación del campo y para el desarrollo de infraestructura se agrava aún más debido a que los costos de producción agrícola siguen la tendencia de los precios internacionales (COLPOS, 2013). Algunos analistas, incluyendo al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, encuentran que las variaciones de inversión en el campo en los países desarrollados explican el 80% de las fluctuaciones del comercio agrícola mundial (Burfisher, 2001; Gordillo, 2004).

La crisis de 2009 también contrajo el comercio agropecuario mundial de grandes economías importadoras y exportadoras como China. Esto generó una gran escasez de bienes agropecuarios afectando de manera particular a la población rural de los países en desarrollo (CEPAL, 2009).

Un elemento adicional que puede explicar la tendencia negativa de la producción agropecuaria en México son las variaciones climáticas, como cambios en la temperatura o en la precipitación que afectan los períodos de crecimiento de los cultivos, la cría de especies del sector pecuario y también inciden en las actividades de pesca, acuicultura y silvicultura (Escalante y Catalán, 2008; FAO, 2014). Todos estos efectos en su conjunto, independientemente de su

demands more processed foods), and the increase of international food prices.

The dynamics of population growth generate pressures on foods. In 1980, the population in Mexico was 66.8 million inhabitants (INEGI, 2012), while in the last Inter-census Survey 2015, the population had already reached 119.5 million inhabitants (INEGI, 2015), which represents a total demographic growth of 78.7% in 35 years. In addition to demographic growth, urbanization has reduced the traditional production of foods in favor of processed foods, which places our country in a nutritional transition that partly explains the high degrees of excess weight and obesity (FAO, 2019). The negative trend of the agricultural sector's production can also be explained by the low rate of capital formation in agriculture that considerably affects the capacity to produce foods. The scarce investment in the agricultural sector to improve the lands, for technological development of the farmland, and to develop infrastructure is made even worse because agricultural production costs follow the trend of international prices (COLPOS, 2013). Some analysts, including the United States Department of Agriculture, find that the variations of investment in the farmland in developed countries explain 80% of the fluctuations of worldwide agricultural commerce (Burfisher, 2001; Gordillo, 2004).

The 2009 crisis also contracted worldwide agriculture and livestock commerce of large importing and exporting economies like China. This generated a great scarcity of agriculture and livestock goods, affecting particularly the rural population of developing countries (CEPAL, 2009).

An additional element that can explain the negative trend of agriculture and livestock production in Mexico are climate variations, such as changes in temperature or rainfall that affect the growth periods of crops, breeding of species in the livestock sector, and also impact the activities of fishing, aquaculture and forestry (Escalante and Catalán, 2008; FAO, 2014). All of these effects as a whole, regardless of their origin, explain the fluctuations in the production level of the farming sector and can represent a high level of risk for the agriculture and livestock activity (Basurto and Escalante, 2012).

origen, explican las oscilaciones en el nivel de producción del sector agropecuario y pueden representar un elevado nivel de riesgo para la actividad agropecuaria (Basurto y Escalante, 2012).

El sector agrícola por entidad federativa en México

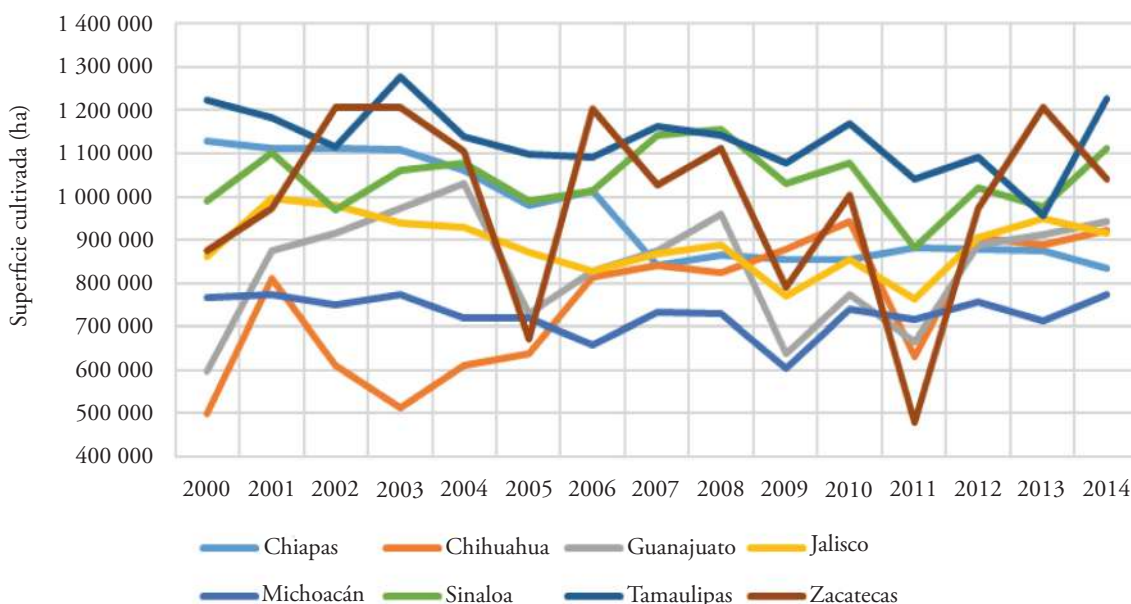
Con el fin de verificar si las variaciones en la producción agrícola a nivel nacional también se replican a nivel estatal, la Figura 1 muestra el comportamiento que ha tenido la superficie cultivada en hectáreas de ocho Entidades Federativas de 2000 a 2014. Como puede observarse, a nivel estatal la producción agrícola también presenta volatilidad. Los casos más evidentes, con tendencia de producción negativa y alta volatilidad, son los estados de Zacatecas, Michoacán y Chiapas. En la Figura 2 se muestran únicamente los ocho estados que tuvieron una participación mayor a 5% en el total de la producción agrícola nacional en 2014, ya que éstas pueden explicar las fluctuaciones que tiene la producción de este sector a nivel nacional.

Destaca que la producción agrícola nacional sufrió una caída en el año 2011 como consecuencia de la presencia de una helada que afectó varias zonas del

The agricultural sector per state in Mexico

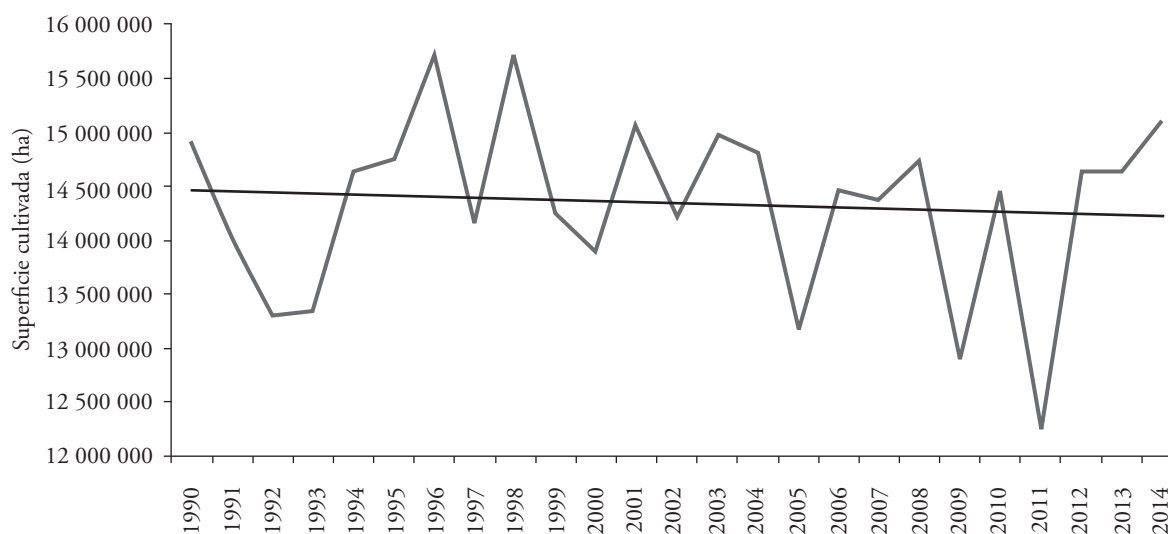
With the aim of verifying whether the variations in agricultural production at the national level are also replicated at the state level, Figure 2 shows the behavior of the surface cultivated in hectares of eight states from 2000 to 2014. As can be seen, at the state level agricultural production also presents volatility. The most evident cases, with a negative production trend and high volatility, are the states of Zacatecas, Michoacán and Chiapas. The Figure 2 shows only the eight states that had a participation higher than 5% in total national agricultural production in 2014, since these can explain the fluctuations that production has from this sector at the national level.

It stands out that national agricultural production suffered a fall in the year 2011 as consequence of the presence of a frost that affected several zones of the country. On the other hand, FAO (2014) notes that national and regional agriculture was affected by the volatility of the price of raw materials during this period, as consequence of the global economic crisis of 2008. The states with the most pronounced falls in agricultural production were Zacatecas,



Fuente: elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA. Período: 2000 a 2014. ♦ Source: prepared by the authors with data from SIAP-SAGARPA. Period: 2000 to 2014.

Figura 1. Tendencia de los estados con mayor participación en la producción agrícola nacional.
Figure 1. Trend of the states with highest participation in natural agricultural production.



Fuente: elaboración propia con datos del SIAP-SAGARPA. Período: 1990-2014. México. ♦ Source: prepared by the authors with data from SIAP-SAGARPA. Period: 1990-2014. Mexico.

Figura 2. Tendencia de la producción agrícola en México (superficie cultivada ha).
Figure 2. Trend of agricultural production in Mexico (surface grown ha).

país. Por otro lado, la FAO (2014) nota que durante este período la agricultura nacional y regional se vio afectada por la volatilidad del precio de las materias primas a consecuencia de la crisis económica mundial de 2008. Los estados con las caídas de producción agrícola más pronunciadas fueron Zacatecas, Chihuahua, Guanajuato, Sinaloa y Jalisco, mientras que Michoacán se mantuvo relativamente estable durante ese año.

Financiamiento del sector agrícola

Para que el sector agropecuario pueda contribuir al crecimiento económico de México debe mantener un desarrollo estable. El financiamiento a la producción agrícola puede darse a través de la banca comercial, nacional e internacional, pero también a través de órganos internacionales como Banco Mundial, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Unión Europea (UE), entre otros.

Financiamiento gubernamental nacional

Las principales secretarías del gobierno de México que financian el campo y su producción son la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural,

Chihuahua, Guanajuato, Sinaloa and Jalisco, while Michoacán was relatively stable during this year.

Financing of the agricultural sector

For the farming sector to contribute to the economic growth of Mexico, it should maintain a stable development. The financing of agricultural production can happen through commercial, national and international banking, but also through international organizations such as the World Bank, the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), the Inter-American Development Bank (IDB), the United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean (CEPAL), and the European Union (EU), among others.

National government financing

The main government ministries in Mexico that finance the farmland and its production are the Ministry of Agriculture, Livestock Production, Rural Development, Fishing and Food (*Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*, SAGARPA), the Ministry of Agrarian, Territorial and Urban Development (*Secretaría de*

Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y, en menor medida, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (Ojeda *et al.*, 2012). En el año 2014, la SAGARPA dio apoyos a más de 17 programas dedicados al financiamiento del sector agrícola. Esta Secretaría cuenta además con 14 órganos sectorizados, como el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) o el Fideicomiso de Riesgo (FIRCO), los cuales permiten el monitoreo constante de la producción agrícola, así como la aplicación de los montos de apoyo realizados en el sector entre otras. Por su parte, la SEDATU ofrece 14 programas que permiten a los productores agrícolas obtener recursos. La CONAGUA también cuenta con algunos programas con impacto directo en la producción agrícola, a través de la gestión del agua o la implementación de tecnología para su manejo. El Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua (PUERA), por ejemplo, está dirigido a mejorar la gestión del uso del recurso hídrico en todas las dependencias gubernamentales.

EL FIRA

La fuente principal de financiamiento al sector agrícola son los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), en donde el fideicomitente es la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y como fiduciario está el Banco de México (Banxico) (FIRA, 2014a). FIRA se compone por cuatro fideicomisos públicos a través de los que realiza operaciones de crédito, descuento y otorga garantías de crédito al sector agrícola. Es considerado como banca de segundo piso, *i.e.*, que coloca los recursos a través de diversos intermediarios financieros, bancarios y no bancarios, reconocidos y autorizados por el Gobierno Federal. Los créditos que ofrece FIRA se colocan a través de operaciones de fondeo. Esto lo realiza con métodos de descuento o como préstamo. El primero consiste en una operación en la que FIRA da el crédito a un intermediario financiero y éste, a su vez, ofrece los créditos a sus clientes agricultores quienes firman pagarés. El segundo tipo de colocación consiste en que FIRA da los recursos para financiar directamente al intermediario, el cual también firma pagarés a favor del fiduciario (FIRA, 2014b).

Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, SEDATU) and, to a lower extent, the Ministry of the Environment and Natural Resources (*Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT*) through the National Water Commission (*Comisión Nacional del Agua, CONAGUA*) (Ojeda *et al.*, 2012). In the year 2014, SAGARPA backed more than 17 programs devoted to financing the agricultural sector. This Ministry has in addition 14 sectorized agencies, such as the Service for Agrifood and Fishing Information (*Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP*) or the Risk Trust (*Fideicomiso de Riesgo, FIRCO*), which allow the constant monitoring of agricultural production, as well as the application of the amounts for support implemented in the sector, among others. In turn, the SEDATU offers 14 programs that allow agricultural producers to obtain resources. CONAGUA also has some programs with direct impact on agricultural production, through water management or the implementation of technology for its management. The Program of Efficient and Rational Use of Water (*Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua, PUERA*), for example, is directed toward improving the management of the use of water in all government agencies.

FIRA

The main source of financing for the agricultural sector are the Trusts Instituted in Relation to Agriculture (*Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, FIRA*), where the trustor is Banco de México (Banxico) (FIRA, 2014a). FIRA is composed of four public trusts which conduct operations of credit and discount, and grant credit guarantees to the agricultural sector. It is considered as a second-tier bank, that is, one that places resources through various financial, bank and non-bank intermediaries, recognized and authorized by the Federal Government. The credits that FIRA offers are placed through funding operations. This is done with discount methods or as loans. The first consists in an operation where FIRA gives credit to a financial intermediary, and in its turn, it offers credits to farmer clients who sign promissory notes. The second type of arrangement consists in FIRA giving resources to finance the intermediary directly, who also signs promissory notes in favor of the trustee (FIRA, 2014b).

Instrumentos para la Cobertura de Riesgos del Sector Agrícola en México

Los principales mecanismos de cobertura financiera del sector agrícola en México son en general los Seguros Agropecuarios y los Fondos de Contingencia. Esta investigación se concentra en los efectos sobre las finanzas públicas de contar con Seguros Agropecuarios y, especialmente, con Fondos de Contingencia, los cuales permiten reducir las pérdidas producidas por acontecimientos inesperados y que derivan en la disminución de la producción de actividades del sector agropecuario en general (FAO, 2015).

Seguros agropecuarios

Los seguros agropecuarios son los instrumentos más utilizados para la gestión de riesgos en la actividad agropecuaria. Sin embargo, se debe considerar que los seguros, no sólo de este sector, sino en general, son métodos de mitigación parcial del riesgo. Las aseguradoras distribuyen el riesgo entre el mismo o varios sectores (Villareal, 2015; FAO, 2014). En México, como en varios países de América Latina y el Caribe, una de las principales debilidades del sector de aseguramiento agropecuario es la falta de políticas públicas que incentiven su aplicación, lo cual afecta negativamente el nivel de producción anual (Hatch *et al.*, 2012). Estos autores también indican que al no haber una difusión adecuada de estos instrumentos de cobertura se crea desconocimiento de los beneficios que representa para el sector agropecuario.

En cuanto al mercado, resulta interesante que el 85% de las primas comercializadas en América Latina y el Caribe, se concentraron en Argentina, Brasil y México, los países con los sectores agropecuarios más importantes de la región, con un gran peso económico sobre el PIB nacional (Hatch *et al.*, 2012). En México, el Sistema Nacional de Aseguramiento al Medio Rural (SNAMR) atiende las operaciones de seguro agropecuario que se contratan con el apoyo de la Institución Nacional de Seguros (AGROASEMEX S.A.), del gobierno federal, que permite proteger la capacidad productiva del sector rural. Asimismo, AGROASEMEX es considerado como un instrumento de política pública por parte del gobierno federal, la cual contribuye a “[...] la conformación de un sistema nacional de administración de riesgos para

Instruments for risk hedging of the agricultural sector in Mexico

The main financial hedging mechanisms for the agricultural sector in Mexico are generally Farming Insurances and Contingency Funds. This study is focused on the effects on public finances of having Farming Insurances and, especially, Contingency Funds, which allow reducing the losses produced by unexpected events and which derive in the decrease of production from the activities in the farming sector in general (FAO, 2015).

Farming Insurances

Farming insurances are the most frequently used instruments for risk management in agriculture and livestock activity. However, it should be considered that insurances –not just from this sector, but in general– are methods for partial mitigation of risk. The insurance companies distribute the risk between the same or several sectors (Villareal, 2015; FAO, 2014). In Mexico, as in many countries of Latin America and the Caribbean, one of the main weaknesses of the sector of farming insurance sector is the lack of public policies that stimulate their application, which affects negatively the annual level of production (Hatch *et al.*, 2012). These authors also indicate that not having an adequate dissemination of these hedging instruments generates ignorance about the benefits that they represent for the farming sector.

When it comes to the market, it is interesting to see that 85% of the premiums traded in Latin America and the Caribbean were concentrated in Argentina, Brazil and Mexico, the countries with the most important farming sectors of the region, with a great economic weight on the national GDP (Hatch *et al.*, 2012). In Mexico, the National Insurance System for Rural Areas (*Sistema Nacional de Aseguramiento al Medio Rural*, SNAMR) tends to the operations of the farming insurances that are hired with the support from the National Insurance Institution (*Institución Nacional de Seguros*, AGROASEMEX S.A.), of the federal government, which allows protecting the productive capacity of the rural sector. Likewise, AGROASEMEX is considered an instrument of public policy by the federal government, which contributes to “[...] the conformation of a national system of risk management for the integral

la protección integral del sector rural” (AGROASEMEX, 2021). Esta institución cuenta con el respaldo legal de la *Ley de Fondos de Aseguramiento Agropecuario y Rural* publicada el 13 de mayo de 2005, así como con el de la *Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros* y el *Reglamento Interno de Fondos de Aseguramiento* (Hatch *et al.*, 2012).

En México los seguros agropecuarios se clasifican en dos tipos: los seguros catastróficos y los seguros no catastróficos. En el Cuadro 1 se incluyen las principales características de cada clasificación de los seguros vigentes en México desde el año 2012. A inicios de 2015 en México solo cinco de las 105 aseguradoras que operan en el país ofrecían seguros agropecuarios (Agroasemex, GNP, Proagro, General de Seguros, Mapfre y Nuevo Horizonte). Entre estas cinco aseguradoras en 2011 se dio cobertura financiera ante eventos de tipo catastróficos al 55.55% de la superficie sembrada en México, mientras que el 25.61% tuvo seguros agrícolas no catastróficos (Ramírez, Guillen y Sánchez, 2013). Por otro lado, estas coberturas estuvieron distribuidas, principalmente, en el Estado de Veracruz, Guerrero, San Luis Potosí, Jalisco, Guanajuato, Sinaloa, Baja California, Sonora, Morelos y Colima (Ramírez, Guillen y Sánchez, 2013).

Fondo de Contingencia

Una forma alternativa para cubrir riesgos agrícolas son los Fondos de Contingencia, conformado por un conjunto de aportaciones, en esta caso hechas por los agricultores o por los gobiernos, para enfrentar

protection of the rural sector” (AGROASEMEX, 2021). This institution has the legal support of the *Ley de Fondos de Aseguramiento Agropecuario y Rural* (Law of Farming and Rural Insurance Funds) published on May 13, 2005, as well as the *Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros* (General Law of Institutions and Mutualist Societies) and the *Reglamento Interno de Fondos de Aseguramiento* (Internal Regulations of Insurance Funds) (Hatch *et al.*, 2012).

In Mexico, farming insurances are classified into two types: catastrophic insurances and non-catastrophic insurances. Table 1 includes the main characteristics of each classification of the insurances current in Mexico since the year 2012. At the beginning of 2015, only five of the 105 insurance companies that operated in Mexico offered farming insurances (Agroasemex, GNP, Proagro, General de Seguros, Mapfre and Nuevo Horizonte). In 2011, between these five insurance companies, financial hedging was given to confront catastrophic type events to 55.55% of the cultivated surface in Mexico, while 25.61% had non-catastrophic agricultural insurances (Ramírez, Guillen and Sánchez, 2013). On the other hand, these hedgings were distributed, primarily, in the states of Veracruz, Guerrero, San Luis Potosí, Jalisco, Guanajuato, Sinaloa, Baja California, Sonora, Morelos and Colima (Ramírez, Guillen and Sánchez, 2013).

Contingency Fund

An alternative way to hedge farming risks are Contingency Funds, made up by a set of contributions, in this case made by farmers or by

Cuadro 1. Tipos de Seguros en México.
Table 1. Types of insurances in Mexico.

Seguros catastróficos	Seguros no catastróficos
Cobertura en México: 55.55%	Cobertura en México: 25.61%
Contingencias climatológicas extremas de: sequía, exceso de lluvia, vientos y heladas cuya consecuencia sea la pérdida total del cultivo, porque impide su implantación o disminuye el valor de la producción esperada hasta se insuficiente para cubrir los costos de recolección, o que la biomasa de los agostaderos disminuya a un nivel que requiera suministrar suplementos al ganado.	climatológicos: sequía, exceso de humedad, heladas, bajas temperaturas, inundación, granizo, incendio, huracán, ciclón, tornado, tromba y vientos fuertes, onda cálida, falta de piso para cosechar y nevada; relacionados con la nacencia: imposibilidad de realizar la siembra, no nacencia y taponamiento; biológicos: plagas y depredadores, así como enfermedades

Fuente: elaboración propia con información de Ramírez, Guillen y Sánchez (2013). ♦ Source: prepared by the authors with information from Ramírez, Guillen and Sánchez (2013).

las pérdidas económicas derivadas de la ocurrencia de eventos inesperados como la caída de la producción agrícola. La falta de cobertura oportuna de un riesgo agrícola, independientemente de su origen, puede afectar a la población por la escasez de alimentos y, en casos extremos, poner en peligro la seguridad alimentaria de las familias.

Los Fondos de Contingencia formados por las contribuciones de los gobiernos locales ya están contemplados formalmente en otros países. En España, por ejemplo, las comunidades autónomas y corporaciones locales pueden contribuir al Fondo para atender necesidades no discrecionales y no previstas en el Presupuesto inicialmente aprobado. Los montos de la contribución se determinan por la Administración Pública (Díaz, 2013).

Para lograr un correcto uso de los recursos es necesario que el Fondo de Contingencia cuente con una regulación precisa y detallada, tanto en el importe de aportación y ayuda, como en los usuarios finales o potenciales del presupuesto. Díaz (2013) concluye que el presupuesto contenido en el Fondo de Contingencia deberá aplicarse única y exclusivamente ante eventos o situaciones que presenten las siguientes tres características: 1) que sean impostergables; 2) imprevistos; y 3) no discrecionales.

Un ejemplo específico que cumple con estas tres características son los desastres, mismos que son causados por los eventos naturales inesperados y por la falta de condiciones de la población (vulnerabilidad) para enfrentar y recuperarse a éstos (Díaz, 2013). Asimismo, existen diversos beneficios de implementar un Fondo de Contingencia a un sector, región específica o inclusive tanto para la administración pública como para la población. Esto es porque al presentarse eventos imprevistos, independiente de la naturaleza del evento, el gobierno puede hacer frente a las consecuencias económicas y sociales derivadas del suceso inesperado sin afectar el resto del presupuesto estatal o del gasto programado.

Existen diversos estudios en la literatura académica que han estudiado la implementación de los Fondos de Contingencia, tanto para diferentes regiones como a nivel nacional o municipal, así como para diversos sectores productivos de la economía u otras variables e.g. programa de cobertura a productores rurales en Bolivia (León, 2007); quiebra financiera de estados y municipios en México (Hernández-Trillo, 2002; Fondo Mexicano del Petróleo, 2015)

governments, to face economic losses derived from the occurrence of unexpected events such as the fall in agricultural production. The lack of timely hedging of an agricultural risk, regardless of its origin, can affect the population through food scarcity and, in extreme cases, place at risk the food security of families.

Contingency Funds formed by the contributions of local governments are already being formally contemplated in other countries. In Spain, for example, the autonomous communities and local corporations can contribute to the Fund to address non-discretionary needs unforeseen in the initially approved Budget. The amounts of the contribution are determined by the Public Administration (Díaz, 2013).

To achieve a correct use of the resources it is necessary for the Contingency Fund to have an accurate and detailed regulation, both in the amount of contribution and help, and in the final or potential users of the budget. Díaz (2013) concludes that the budget contained in the Contingency Fund ought to be applied solely and exclusively to confront events or situations that present the following three characteristics: 1) they are urgent; 2) unexpected; and 3) non-discretionary.

A specific example that fulfills these three characteristics is disasters, which are caused by unexpected natural events and by the lack of conditions in the population (vulnerability) to face and recover from them (Díaz, 2013). Likewise, there are various benefits to implementing a Contingency Fund in a sector, specific region, or even for the public administration and for the population, both. This is because when unexpected events take place, regardless of the nature of the event, the government can deal with the economic and social consequences derived from the unexpected event without affecting the rest of the state budget or expenditure programmed.

There are various studies in the academic literature that have studied the implementation of Contingency Funds, both for different regions and at the national or municipal level, as well as for various productive sectors of the economy or other variables, for example: the problem of hedging for rural producers in Bolivia (León, 2007); the financial bankruptcy of states and municipalities in Mexico (Hernández-Trillo, 2002; Fondo Mexicano del Petróleo, 2015).

En México los estados cuentan con el Fideicomiso Fondo de Fomento Agropecuario en los Estados (FOFAE), el cual es un modelo de administración y distribución de los recursos destinados a los diferentes programas de una secretaría determinada, generalmente vinculado a la SAGARPA. Los recursos se distribuyen a los estados en la Modalidad 1 establecida en las Reglas de Operación, es decir, únicamente a través del FOFAE. El patrimonio del fideicomiso, principalmente, puede estar conformado por las aportaciones del Gobierno Federal a través de la SAGARPA, así como el Gobierno Estatal siempre y cuando esta aportación esté establecida en el Presupuesto de Egresos de ese ejercicio (GEM, 2008).

Cabe mencionar que cada entidad federativa determina internamente quién será el fiduciario del FOFAE, el cual será la Institución Financiera que dé las mejores condiciones para la administración de los recursos y será designado por el Poder Ejecutivo Estatal a través de la Secretaría de Finanzas. Los beneficiarios (fideicomisarios) podrán variar de acuerdo al destino de los recursos. De igual forma, el personal de administración del fideicomiso estará determinado por la SAGARPA de cada Estado, así como por el Gobierno del Estado (GEM, 2008).

Fondo de contingencia agrícola en México

Los Fondos de Contingencia en México se conciben de manera diversa a nivel estatal. En algunas entidades federativas las contingencias se asocian con situaciones de emergencia en sectores productivos específicos. Ejemplos de ello son los desastres naturales que pueden poner en riesgo la seguridad de las personas o su patrimonio. Una contingencia agrícola puede ser la pérdida de cosechas originada por algún evento climático que ponga en riesgo el abasto del producto y, en última instancia, la seguridad alimentaria de la población.

Un Fondo de Contingencia modifica el presupuesto de la entidad federativa para destinar recursos que lo alimenten y requiere de un sistema de regulación efectiva y de total transparencia (Díaz, 2013). Algunas entidades federativas contemplan la posibilidad de destinar recursos para cubrir contingencias de este tipo. Por ejemplo, el Presupuesto de Egresos para el Gobierno de Puebla, Ejercicio Fiscal 2014, artículo 25, se faculta al ejecutivo estatal a autorizar Afectaciones Presupuestales al presupuesto de egresos

In Mexico the states have the Trust Fund of Farming Promotion in the States (*Fideicomiso Fondo de Fomento Agropecuario en los Estados*, FOFAE), which is a model of administration and distribution of the resources destined to different programs of a specific ministry, generally linked to SAGARPA. The resources are distributed to the states in the Modality 1 established in the Operation Rules, that is, only through FOFAE. The trust's assets can be established, mainly, by the contributions of the Federal Government through SAGARPA, as well as the State Government as long as this contribution is established in the Expenditure Budget of that exercise (GEM, 2008).

It should be mentioned that each state determines internally who will be the trustee of the FOFAE, which will be the Financial Institution that offers the best conditions for the administration of resources and will be designated by the State Executive Power through the Ministry of Finance. The beneficiaries (trustees) could vary according to the destination of the resources. Likewise, the administration staff of the trust will be defined by SAGARPA from each state, as well as by the State Government (GEM, 2008).

Agricultural Contingency Fund in Mexico

The Contingency Funds in Mexico are conceived in a diverse manner at the state level. In some states the contingencies are associated with situations of emergency in specific productive sectors. Examples of this are the natural disasters that can place at risk the safety of people or their patrimony. An agricultural contingency can be the loss of harvests originated by some climate event that places at risk the supply of the product and, ultimately, the food security of the population.

A Contingency Fund modifies the budget of the state to destine resources that sustain it and it requires an effective regulation system of total transparency (Díaz, 2013). Some states contemplate the possibility of destining resources to hedge contingencies of this type. For example, the Expenditure Budget for the Government of Puebla, in the Fiscal Exercise 2014, Article 25, empowers the state executive to authorize Budgetary Impacts on the expenditure budget of the agencies when the state's income decreases and also when natural disasters occur, to finance

de las dependencias cuando disminuyan los ingresos del Estado y también cuando ocurran desastres naturales para financiar programas contingentes de rehabilitación a favor de la población. En este mismo artículo se señala que el ejecutivo estatal podría solicitar al gobierno federal apoyo económico para evitar o mitigar efectos destructivos y reducir riesgos de fenómenos naturales perturbadores (PEGP, 2013). Además, el PEGP (2013) indica en el artículo 57 que podrán solicitarse modificaciones en la liquidez del presupuesto cuando no exista disponibilidad ni suficiencia presupuestaria, principalmente, para “[...] atender contingencias o fenómenos climáticos que demanden la intervención del Gobierno del Estado” (PEGP, 2013 p. 52).

FONDO DE CONTINGENCIA AGRÍCOLA: UNA PROPUESTA PARA MÉXICO

La seguridad alimentaria de la población está expuesta a diversos factores de riesgo: climáticos, plagas, tecnología, aranceles, choques de precios y condiciones del mercado, entre muchos otros. Los choques contingentes provenientes de estos factores no pueden controlarse o anticiparse fácilmente, y su impacto puede afectar gravemente el bienestar de la población. En este sentido, son las entidades federativas y en particular las instituciones del Estado las que deben cubrir en primera instancia tal exposición al riesgo, recurriendo a instrumentos especializados que, al mismo tiempo, no sean onerosos.

El Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) es un mecanismo de protección de riesgos naturales de las entidades federativas y dependencias de la administración pública federal para la atención y recuperación de los efectos adversos producidos por fenómenos naturales, cuya magnitud supere su capacidad financiera de respuesta (FONDEN, 2010). Aunque el FONDEN está dirigido a la cobertura de riesgos de fenómenos naturales, su origen respalda las funciones sustantivas del Sistema Nacional de Protección Civil y no de manera específica a los riesgos agrícolas. Como tal, el enfoque primordial del FONDEN es la protección de la vida y la salud de la población que puede generar la exposición a un riesgo perturbador. El FONDEN canaliza recursos para la reconstrucción de daños o restitución de bienes. El FONDEN se compone de un Fondo Revolvente a cargo de la Secretaría de Gobernación, del Programa Fondo de

contingent programs for rehabilitation in favor of the population. In this same article it is stated that the state executive could request economic backing from the federal government to avoid and/or mitigate destructive effects and to reduce risks from disturbing natural phenomena (PEGP, 2013). In addition, the PEGP (2013) indicates in Article 57 that modifications could be requested in the budget's liquidity when there is no budgetary availability or sufficiency, mainly to “[...] deal with contingencies or climate phenomena that demand the intervention of the State Government” (PEGP, 2013, p.52).

AGRICULTURAL CONTINGENCY FUND: A PROPOSAL FOR MEXICO

Food security of the population is exposed to various risk factors: climate, pests, technology, customs, price shocks, and market conditions, among others. The contingency shocks from these factors cannot be controlled or anticipated easily, and their impacts can gravely affect the wellbeing of the population. In this sense, it is the states and particularly the institutions of the State that must hedge firstly the exposure to risk, resorting to specialized instruments which, at the same time, are not onerous.

The Natural Disasters Fund (*Fondo de Desastres Naturales*, FONDEN) is a mechanism for protection from natural risks in the states and agencies of the federal public administration for the attention and recovery from adverse effects produced by natural phenomena, whose magnitude exceeds their financial response capacity (FONDEN, 2010). Although FONDEN is directed toward hedging of natural phenomena risks, its origin backs the substantive functions of the National System for Civil Protection and not specifically agricultural risks. As such, the primordial approach of the FONDEN is the protection of life and health of the population that may be exposed to a disturbing risk.

FONDEN channels resources for the reconstruction of damages or restitution of goods. FONDEN is composed of a Revolving Fund in charge of the Ministry of the Interior, the Natural Disasters Fund from Branch 23 and the Natural Disasters Trust. Article 37 from the *Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria* (Federal Law of Treasury Budget and Responsibility) states

Desastres Naturales del Ramo 23 y el Fideicomiso Fondo de Desastre Naturales. El artículo 37 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, los recursos del FONDEN no pueden ser menores a 0.4% del gasto programable en el Presupuesto de Egresos de la Federación.

México cuenta con mecanismos de aseguramiento agrícola entre los que se encuentra el Programa de Subsidio al Aseguramiento Agropecuario (PAA, 2019) operado por AGROASMEX, que busca proteger a los agricultores de menores ingresos quienes pueden enfrentar una mayor exposición al riesgo. El objetivo primordial del fondo es "...contribuir al desarrollo del seguro y la administración integral de riesgos del sector agropecuario a través de la reducción del costo de las primas o cuotas que pagan los productores agropecuarios, así como apoyar con capacitación para la operación y administración de los fondos...". Este mecanismo también permite la participación de los gobiernos estatales en la cobertura de la prima, aunque su participación no es fundamental en el esquema de operación. También se observan medidas activas para proteger al país y a sus entidades federativas a través de la compra de seguros catastróficos en el marco del FONDEN y del PAA. Sin embargo, en ambos esquemas la participación de las entidades federativas en la protección de sus propios territorios es complementaria y en la práctica puede ser incluso inexistente.

Con el fin de examinar un esquema alternativo de aseguramiento complementario de riesgos agrícolas proponemos enseguida un esquema de fondo con participación fundamental de las entidades federativas basado en la propuesta de Hernández (2002), quien sugiere un Fondo de Contingencia de Finanzas Públicas. Nuestra propuesta de Fondo de Contingencia del Sector Agrícola en México asigna a cada estado la responsabilidad de mitigar los efectos de la baja en el valor de la producción agrícola en un período determinado, evitando así repercusiones en el bienestar alimentario de la población y, potencialmente, el presupuesto de las propias entidades federativas.

El fondo de contingencia como instrumento financiero derivado

El Fondo de Contingencia¹ que proponemos en este estudio funciona como Opción de Venta (Put)

that FONDEN resources cannot be less than 0.4% of the programmable expenditure in the Federation's Expenditure Budget.

Mexico has agricultural insurance mechanisms among which there is the Farming Insurance Subsidy Program (*Programa de Subsidio al Aseguramiento Agropecuario*, PAA, 2019) operated by AGROASMEX, which seeks to protect the farmers of lowest income who may experience a higher exposure to risk. The primordial objective of the fund is "...to contribute to the development of the insurance and integral management of risks of the agriculture and livestock sector through cost reduction of the premiums or fees that farmers pay, as well as supporting with training for the operation and administration of the funds...". This mechanism also allows the participation of the state governments in the premium hedging, although their participation is not fundamental in the operation plan. There are also active measures to protect the country and its states through the purchase of catastrophic insurances in the framework of FONDEN and PAA. However, in both plans the participation of states in the protection of their own territories is complementary and in practice can even be inexistent.

With the goal of examining an alternative plan for complementary insurance of agricultural risks we propose next a fund scheme with essential participation of the states based on the proposal by Hernández (2002), who suggest a Contingency Fund of Public Finances. Our proposal for Contingency Fund of the Agricultural Sector in Mexico assigns each state the responsibility of mitigating the effects of the decrease in the value of agricultural production in a specific period, thus avoiding repercussions on the dietary wellbeing of the population and, potentially, on the budget of the states themselves.

The Contingency Fund as a derivative financial instrument

The Contingency Fund¹ that we propose in this study functions as a European type Put Option, since this type of option is used when decreasing scenarios are estimated. With it, negative adjustments are sought to be covered in the value of agricultural production at the expiration date. In exchange for payment of a premium (p), the states could have access to resources equivalent to the differential

tipo europeo, ya que este tipo de opción se utiliza cuando se estiman escenarios a la baja. Con ello, se buscarían cubrir ajustes negativos en el valor de la producción agrícola en la fecha de vencimiento. A cambio del pago de una prima (p), las entidades federativas, podrán tener acceso a recursos equivalentes al diferencial entre el valor de su producción agrícola en la fecha de vencimiento respecto a un precio de ejercicio. El fondo se activaría, única y exclusivamente, cuando el valor de la producción agrícola se encuentre por debajo del Precio de Ejercicio (PE) o Monto Crítico (MC) y así la entidad federativa ejerza su derecho de cobro.

La Figura 3 muestra el funcionamiento de la propuesta del Fondo—muy similar al funcionamiento de una opción de venta europea. Valores de la producción agrícola (P_t) por arriba (*a la derecha*) del precio de ejercicio (PE) indican situaciones con una baja o nula exposición al riesgo en las que la probabilidad de ejercicio disminuye. En este caso los estados decidirán racionalmente no ejercer su derecho de venta y la pérdida terminará limitándose únicamente al pago del monto de la prima.

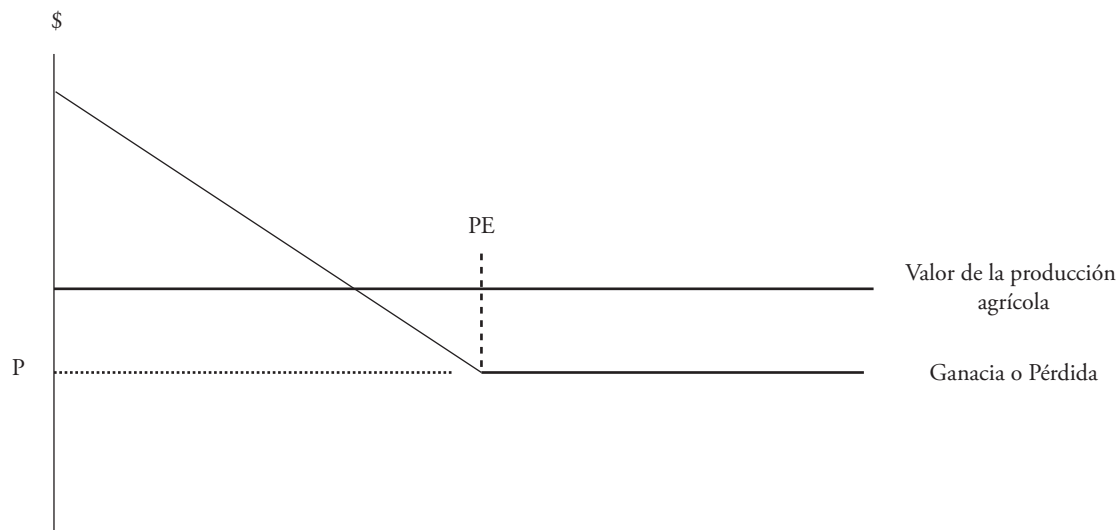
En contraste, entre más bajo (*a la izquierda*) sea el Valor de la Producción (P_t) respecto al Precio de Ejercicio, mayor es la probabilidad de ejercicio. De hecho, cuando $P_t < PE$ el valor de la producción se ubica por debajo de niveles aceptables y el ejercicio

between the agricultural production value at the expiration date and an exercise price. The fund would be activated, solely and exclusively, when the agricultural production value is below the Exercise Price (EP) or Critical Amount (CA) and thus the state exercises its right to charge.

Figure 3 shows the functioning of the Fund’s proposal—very similar to the functioning of a European sale option. Agricultural production values (P_t) above (*to the right*) of the exercise price (EP) indicate situations with a low or null exposure to risk where the probability of the exercise decreases. In this case the states will decide rationally not to exercise their right to sell and the loss will end up limiting solely the payment of the amount of the premium.

In contrast, the lower (*to the left*) that the Production Value (P_t) is compared to the Exercise Price, the higher is the probability of the exercise. In fact, when $P_t < PE$ the production value is located under acceptable levels and the exercise of the option will allow hedging the loss of the agricultural production value.

For each state, risk hedging has a limit marked by the difference in the fall of the agricultural production value in particular, and the exercise price. As in other applications (Wenner, 2005; Hernández, 2002), the exercise price is defined as the moving average of the agricultural production value of each state in the last five years.



Fuente: elaboración propia con base en Hernández (2002). ♦ Source: prepared by the authors based on Hernández (2002).

Figura 3. Representación del funcionamiento de una Opción de Venta.
Figure 3. Representation of the functioning of a Put Option.

de la opción permitirá cubrir la pérdida del valor de la producción agrícola.

Para cada entidad federativa la cobertura del riesgo tiene un límite marcado por la diferencia en la caída del valor de la producción agrícola en particular y el precio de ejercicio. Como en algunas otras aplicaciones (Wenner, 2005; Hernández, 2002) el precio de ejercicio se define como el promedio móvil del valor de la producción agrícola de cada estado en los últimos cinco años.

Valuación de la opción de venta agrícola

Empleamos el modelo Black and Scholes (B&S) para calcular el precio de la opción asumiendo que el bien subyacente, *i.e.*, el valor de la producción agrícola, no paga dividendos, que el cambio logarítmico del valor de la producción sigue una distribución *log* normal, que no hay costos de transacción ni impuestos, que no existe posibilidad de arbitraje libre de riesgo, que la tasa de interés activa y pasiva son la misma y que ésta se mantiene constante.

Así, la fórmula de valuación B&S de una opción financiera europea de venta puede expresarse como

$$p = [Ke^{-rt}N(-d_2) - S_tN(-d_1)] \quad (1)$$

donde p indica la prima de la opción de venta; K es el precio de ejercicio; r es la tasa libre de riesgo; $N(-d)$ es la función de probabilidad acumulada de una variable d normal estandarizada; S_t es el valor de la producción agrícola en un momento determinado y d_1 y d_2 son variables distribuidas normal definidas como sigue:

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/K) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(S_0/K) + (r - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

con T tiempo al vencimiento y s desviación estándar del valor de la producción. Por tanto, en nuestra aplicación, dada la periodicidad anual de los Convenios SAGARPA con el Gobierno Federal, el horizonte al vencimiento es $T=1$. Se consideran Cetes a 364 días como la tasa de interés libre de riesgo (r) misma que está expresada en porcentaje anual.

Valuation of the agricultural trade option

The Black and Scholes (B&S) model was used to calculate the price of the option assuming that the underlying good, that is, the agricultural production value does not pay dividends, the production value's logarithmic change follows a *log* normal distribution, there are no transaction costs or taxes, there is no possibility of risk-free arbitrage, the active and passive interest rate are the same and it remains constant.

Thus, the formulation of the B&S valuation of a European financial put option can be expressed as:

$$p = [Ke^{-rt}N(-d_2) - S_tN(-d_1)] \quad (1)$$

where p indicates the premium of the put option; K is the exercise price; r is the risk free rate; $N(-d)$ is the function of the probability accumulated of a standardized d normal variable; S_t is the agricultural production value at a specific moment, and d_1 and d_2 are normal distributed variables defined as follows:

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/K) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(S_0/K) + (r - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

with T time at expiration and s standard deviation of the production value. Therefore, in our application, given the annual periodicity of the SAGARPA Agreements with the Federal Government, the expiration horizon is $T=1$. Cetes at 364 days are considered as the risk-free interest rate (r) which is expressed in annual percentage.

Determination of the put option premium

The first element considered to calculate the premium is the Exercise Price (EP), which is calculated as the moving average of the agricultural production value (2008=100) of the last five years and, as expected, is different for each state.

Although theoretically a state could hedge the unlimited potential loss, in practice hedging

Determinación de la prima de la opción de venta

El primer elemento que consideramos para el cálculo de la prima es el Precio de Ejercicio (PE), el cual se calcula como el promedio móvil del valor de la producción agrícola (2008=100) de los últimos cinco años y, como es de esperarse, es diferente para cada Entidad Federativa.

Aunque teóricamente un estado podría cubrir la pérdida potencial ilimitada, en la práctica usualmente se definen límites a la cobertura y, en nuestro caso, se definió como límite el promedio móvil a 11 años de la producción agrícola². Se determinaron estos horizontes de tiempo empleando la información histórica de la producción agrícola de la SAGARPA. Con un límite de 11 años y un precio de ejercicio de cinco años (promedios móviles), salvo algunas excepciones, se cumple con el criterio de obtener valores de cobertura positivos.

En el Cuadro 2 se muestra el valor de la prima por entidad federativa con datos de 2015, así como el monto asignado a cada estado a través de los Convenios SAGARPA (2008=100), mismos que podrían ser utilizados parcialmente para pagar la prima. Se observa que no existe homogeneidad entre el valor de las primas de cada Entidad Federativa debido a que cada entidad presenta valores de la producción agrícola, PE's y volatilidad (desviación estándar) distintos. Estados con mayor riesgo (mayor volatilidad) del valor de su producción, tendrán que aportar al Fondo una prima mayor, mientras que aquellas regiones con bajo riesgo (menor volatilidad) pagarán primas menores. Para los casos en que las primas son cercanas a cero, se propone determinar un monto mínimo de prima al Fondo que siempre asegure una aportación proveniente de cada estado. La prima mínima se determina individualmente para cada entidad federativa multiplicando el valor de la producción agrícola del año previo por la tasa de crecimiento.

RESULTADOS: CONSTITUCIÓN DEL FONDO

El Fondo propuesto emula las características del Fondo Mexicano del Petróleo (2015) ya que, como aquí se sugiere, podría constituirse un fideicomiso público por la federación, sin ser considerado una entidad paraestatal, con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) como fideicomitente, mientras que

limits are usually defined, and in this case, the moving average limit at 11 years of the agricultural production was defined². These time horizons were determined using SAGARPA's historical information of agricultural production. With a limit of 11 years and an exercise price of five years (moving averages), barring some exceptions, the criterion of obtaining positive hedging values is fulfilled.

Table 2 shows the value of the premium per state with data from 2015, as well as the amount assigned to each state through the SAGARPA Agreements (2008=100), which could be partially used to pay the premium. It is observed that there is no homogeneity among the values of the premiums from each state because each state presents different agricultural production values, EPs and volatility (standard deviation). States with higher risk (higher volatility) of the value of their production will have to contribute a higher premium to the Fund, while those regions with low risk (lower volatility) will pay lower premiums. For the cases where the premiums are close to zero, the suggestion is to decrease a minimum amount of the premium to the Fund that always insures a contribution from each state. The minimum premium is determined individually for each state by multiplying the agricultural production value from the previous year by the growth rate.

RESULTS: CONSTITUTION OF THE FUND

The Fund proposed emulates the characteristics of the Mexican Fund for Petroleum (2015), since, as suggested here, a public trust could be constituted by the federation, without it being considered a parastatal entity, with the Ministry of Finance and Public Credit (*Secretaría de Hacienda y Crédito Público*, SHCP) as trustor, while Banco de México can act as trustee, that is, as the resource's manager (LFMP, 2014).

It is worth mentioning that neither the trustor nor the trustee could decide unilaterally about the use of the assets from the Fund, nor could they decrease it under any circumstance. For that reason, it is proposed that the Fund has a committee that is integrated by three representatives of the State and four independent members (private entities). The constitutive contract of the Fund should specify the indefinite duration and of irrevocable character of the trust (LFMP, 2015)³.

Cuadro 2. Prima por Entidad Federativa para 2015.

Table 2. Premium by state for 2015.

Entidad Federativa	Convenios Sagarpa [Pesos (\$) 2008=100]	Prima PUT (c) (\$)	% del monto asignado a través de Convenios
Aguascalientes	42 451 121.52	19 126.65	0.05
Baja California	54 609 452.78	177.50	0.00
Baja California Sur	9 129 051.92	17.00	0.00
Campeche	55 983 275.35	14 914.69	0.03
Chiapas	113 202 991.24	948 064.25	0.84
Chihuahua	33 865 321.43	0.00	0.00
Coahuila	201 745 864.52	60 722.58	0.03
Colima	105 715 657.34	17 022.56	0.02
Distrito Federal	27 001 766.95	0.00	0.00
Durango	84 352 714.17	173 240.43	0.21
Guanajuato	140 748 136.37	644 644.07	0.46
Guerrero	129 208 026.16	377 948.02	0.29
Hidalgo	113 202 991.24	81 405.35	0.07
Jalisco	157 371 391.56	11 873.85	0.01
Michoacán	139 374 313.80	47 096.79	0.03
Morelos	144 114 001.78	281 391.09	0.20
México	68 553 753.45	100 507.29	0.15
Nayarit	67 935 533.18	583 701.83	0.86
Nuevo León	62 433 498.88	237 718.03	0.38
Oaxaca	185 397 374.93	386 918.39	0.21
Puebla	144 938 295.47	23 281.37	0.02
Querétaro	64 707 049.79	1776.51	0.00
Quintana Roo	38 123 580.39	59 206.14	0.16
San Luis Potosí	85 108 316.47	0.00	0.00
Sinaloa	136 832 742.08	71 556.29	0.05
Sonora	135 802 375.00	261.21	0.00
Tabasco	92 526 959.74	39 672.46	0.04
Tamaulipas	112 310 006.14	369 581.08	0.33
Tlaxcala	46 916 045.46	119 932.97	0.26
Veracruz	227 573 731.63	191 079.15	0.08
Yucatán	92 870 415.19	19 335.54	0.02
Zacatecas	122 888 441.41	58 320.68	0.05

Fuente: elaboración propia con base en SIAP de SAGARPA [Varios años]. ♦ Source: prepared by the authors based on SIAP from SAGARPA [Several years].

el Banco de México puede actuar como fiduciario, *i.e.*, el administrador de los recursos (LFMP, 2014).

Es necesario mencionar que ni el fideicomitente ni el fiduciario podrán decidir unilateralmente sobre el uso del patrimonio del Fondo, ni podrán disminuirlo bajo ninguna circunstancia. Por tal motivo, se propone que el Fondo cuente con un comité que esté integrado por tres representantes del Estado y cuatro miembros independientes (entidades privadas). El contrato constitutivo del Fondo debe especificar la duración indefinida y de carácter irrevocable del fideicomiso (LFMP, 2015)³.

De acuerdo a Hernández (2002), es necesario que los recursos de constitución durante el primer año los

According to Hernández (2002), it is necessary for the constitution resources during the first year of contribution from the Federal Government in order to constitute the assets of the Fund and not be detrimental to the expenditure budget of the member states. On the contrary, the viability of the Fund would be questioned, since it would take years to have sufficient resources for their adequate functioning. In addition, if they don't have the necessary resources to begin their operations, the hedging that it could grant would be limited, both in amount and in number of beneficiaries (states affected).

aporte el Gobierno Federal para poder construir el patrimonio del Fondo y no perjudicar el presupuesto de egresos de los Estados miembros. De lo contrario, la viabilidad del Fondo se vería cuestionada, pues tardaría años en tener recursos suficientes para su adecuado funcionamiento. Además, de no contar con los recursos necesarios para su inicio de operaciones, la cobertura que podría otorgar estaría limitada, tanto en monto como en número de beneficiarios (Estados afectados).

Acceso a la cobertura

Los miembros del Fondo serán exclusivamente las 32 Entidades Federativas de México, mismas que pagarán anualmente una prima correspondiente al período vigente. El pago de la prima ofrecerá a los estados miembros, quienes enfrentan el riesgo agrícola, la oportunidad de ejercer la cobertura en caso de ser requerido. Sin embargo, para que el pago de la prima no afecte directamente el presupuesto de egresos estatal, se propone que esta cuota se pague de los Convenios SAGARPA que mantiene cada Estado con la Secretaría. Al ser los Estados quienes aportan la prima para cubrir el riesgo puede reforzarse la eficiencia en la aplicación y administración de los recursos por parte de las propias entidades federativas en caso de siniestro.

De acuerdo a la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria (LFPRH) (2015), los convenios SAGARPA son un método de transferencia de recursos provenientes del Gobierno Federal hacia las Entidades Federativas para descentralizar la ejecución de los programas o proyectos federales. A través de los Convenios se busca que una parte de los recursos para los programas sea financiada por las aportaciones directas de la Secretaría, mientras que la otra parte la dé el Gobierno Estatal. Los convenios asegurarán una “[...] negociación equitativa entre las partes y deberán formalizarse a más tardar durante el primer trimestre del ejercicio fiscal” (LFPRH, 2015, p.53) con el objetivo de mejorar la ejecución por parte de los Estados y prever que no se comprometan más recursos de los que cada gobierno pueda dar (LFPRH, 2015). Por otro lado, cada Estado debe indicar la fuente de recaudación de los recursos que aportará para completar los recursos asignados a través de los Convenios.

Access to the hedging

The members of the Fund will be the 32 Federal Entities in Mexico exclusively, which will pay annually a premium corresponding to the period in force. The payment of the premium will offer the member states, which face agricultural risk, the opportunity to exercise the hedging in case of being required. However, in order for the payment of the premium not to affect the state expenditure budget directly, it is proposed that this fee is paid from the SAGARPA Agreements that each state has with the Ministry. Since the states are the ones that contribute the premium to cover the risk, the efficiency in the application and administration of the resources by the states can be reinforced in case of disaster.

According to the *Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria* (LFPRH) (Federal Law of Treasury Budget and Responsibility) (2015), the SAGARPA Agreements are a method for transference of resources from the Federal Government toward Federal Entities to decentralize the execution of federal programs or projects. The Agreements seek for a part of the programs’ resources to be financed by the direct contributions of the Ministry, while the other part is given by the State Government. The agreements will ensure “[...] equitable negotiation between the parts and should be formalized later during the first trimester of the fiscal exercise” (LFPRH, 2015, p.53) with the objective of improving the execution by the states and anticipating that each government does not commit more resources than what they can give (LFPRH, 2015). On the other hand, each State must indicate the source of revenue from the resources that it will contribute to complementing the resources allotted through the Agreements.

Simulation of historical hedging

Using the Black and Scholes model exposed before, the premiums from 1990 to 2015 were calculated. Then, with the data observed the functioning of the fund for the 2000 to 2015 period was simulated. Figure 4 shows the behavior of the premiums during the period of analysis, which, as indicated, are in function of the production value, exercise price, volatility, and interest rate.

In general, the behavior of the premiums reveals three periods with marked volatility: a) from 1991 to

Simulación de coberturas histórica

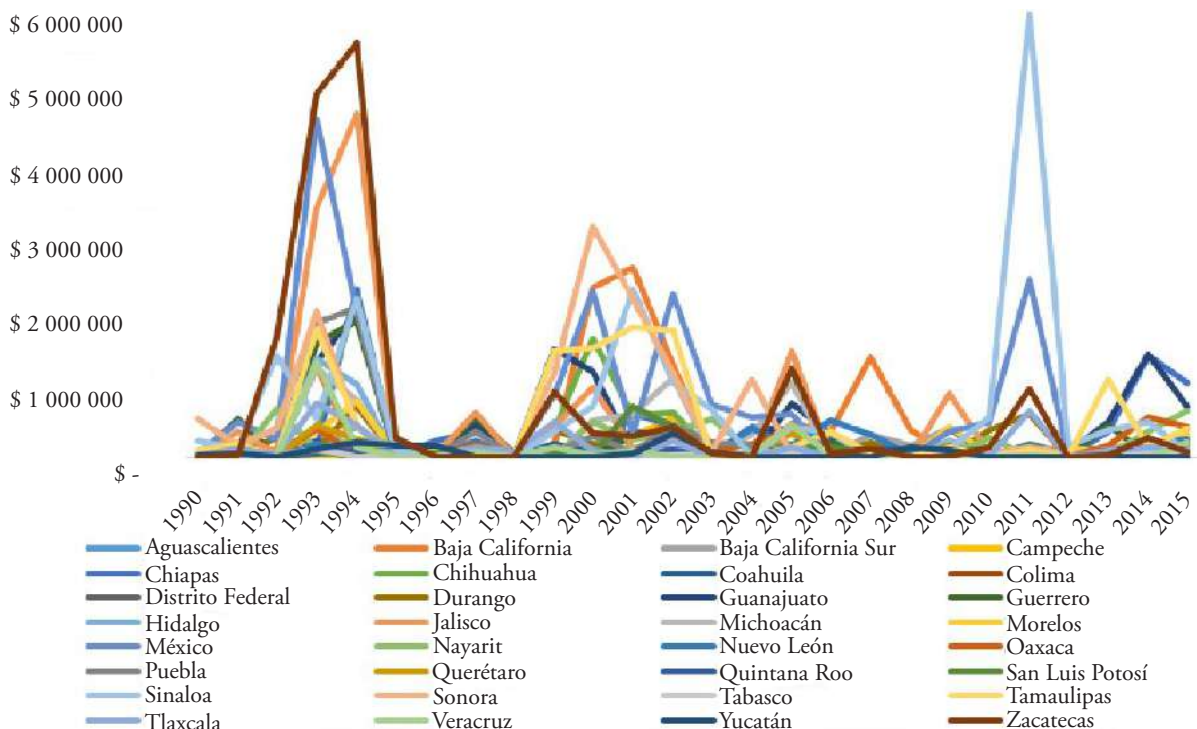
Utilizando el modelo Black and Scholes arriba expuesto calculamos las primas desde 1990 a 2015. Después, con los datos observados simulamos el funcionamiento del fondo para el período de 2000 a 2015. La Figura 4 muestra el comportamiento de las primas durante el período de análisis que, como hemos indicado, están en función del valor de la producción, del precio de ejercicio, de la volatilidad y de la tasa de interés.

En general el comportamiento de las primas revela tres periodos con volatilidad marcada: a) de 1991 a 1995, en donde Zacatecas, Jalisco y el Estado de México mostraron primas por más de 4 millones de pesos y varios otros estados con primas alrededor de 2 millones de pesos (entre ellos Sinaloa, Puebla, Tamaulipas, Veracruz y Sonora); b) de 1999 a 2003 donde Sonora, Sinaloa, Baja California, Estado de México, Tamaulipas y Chihuahua hubieran alcanzado primas mayores a los 2 millones de pesos; c) de 2010-2011, cuando Sinaloa hubiera alcanzado una prima cercana a los 6

1995, where Zacatecas, Jalisco and Estado de México showed premiums for more than 4 million pesos and several other states had premiums around 2 million pesos (among them Sinaloa, Puebla, Tamaulipas, Veracruz and Sonora); b) from 1999 to 2003 where Sonora, Sinaloa, Baja California, Estado de México, Tamaulipas and Chihuahua reached premiums higher than 2 million pesos; c) from 2010 to 2011, when Sinaloa reached a premium close to 6 million pesos, or Estado de México a premium higher than 2 million pesos. The intermediate periods show years where the premium had values close to zero, showing the importance of the minimum annual premium per state to keep the fund from operating with reserves.

The Fund's viability

Figure 5 shows the accumulated amount of the Premium as a proportion of the flow assigned through SAGARPA Agreements in each state. It is observed that the costs of the premium during the 2000-2015



Fuente: elaboración propia con datos de SIAP de SAGARPA y BANXICO. Varios años. ♦ Source: prepared by the authors based on SIAP from SAGARPA, BANXICO and SHCP. Several years.

Figura 4. Comportamiento valor de la prima por Entidad Federativa 1990-2015.
Figure 4. Value behavior of the premium by Federal Entity 1990-2015.

millones de pesos, o el Estado de México con una prima mayor a los 2 millones de pesos. Los periodos intermedios muestran años en que la prima tuvo valores cercanos a cero, lo que muestran la importancia de la prima mínima anual por Estado para evitar que el fondo opere con reservas.

Viabilidad del Fondo

La Figura 5 muestra el monto acumulado de la prima como proporción del flujo asignado mediante los Convenios SAGARPA en cada estado. Se observa que los costos de la prima durante el periodo 2000-2015 pueden cubrirse con los recursos federales. En ninguna observación durante ese período el valor total de la prima estatal sobrepasó el monto asignado; por el contrario, del valor acumulado de las primas estatales en el período ninguna sobrepasó 0.50%.

Los estados con el mayor valor acumulado de la prima en la muestra son los estados de Baja California, Morelos y Sinaloa, lo que se explica por mayores fluctuaciones del valor de la producción agrícola. Las primas del resto de los Estados son aún más bajas, lo cual hace viable la implementación del Fondo de Contingencia Agrícola que se presenta en este estudio.

Diferencial (beneficio) entre PE y S_0

Para identificar el beneficio del Fondo calculamos el diferencial histórico entre el precio de ejercicio y el dato observado del valor de la producción agrícola para cada Entidad Federativa de 2000 a 2015 (Cuadro 3). Recuerde que valores de la producción por abajo del PE activarían la cobertura equivalente al monto del diferencial entre el precio spot y el precio de ejercicio [$S_0 - PE$].

El Cuadro 4 muestra el diferencial entre $S_0 - PE$ para cada año en millones de pesos. Cuando los valores son negativos [$S_0 < PE$] las entidades federativas enfrentan una pérdida en el valor de la producción agrícola (de ahí el signo negativo) que afortunadamente sería cubierta por la activación de los recursos del Fondo. Cuando $S_0 > PE$ el valor de la producción es mayor que el precio de ejercicio y en ese caso no se activa el Fondo y la entidad federativa en cuestión termina pagando el monto de la prima.

En los tres primeros años de la muestra casi todos los Estados hubieran requerido cobertura por parte del Fondo, de 32 entidades al menos 29 tuvieron dos años con caídas en el valor de su producción agrícola,

period can be covered with federal resources. During this period, the total value of the state premium was not observed to exceed the amount assigned; on the contrary, from the accumulated value of the state premiums in the period, none exceeded 0.50%.

The states with the highest accumulated value of the premium in the sample are Baja California, Morelos and Sinaloa, which is explained by the greater fluctuations of the agricultural production value. The premiums from the rest of the states are even lower, which makes the implementation of the Agricultural Contingency Fund presented in this study viable.

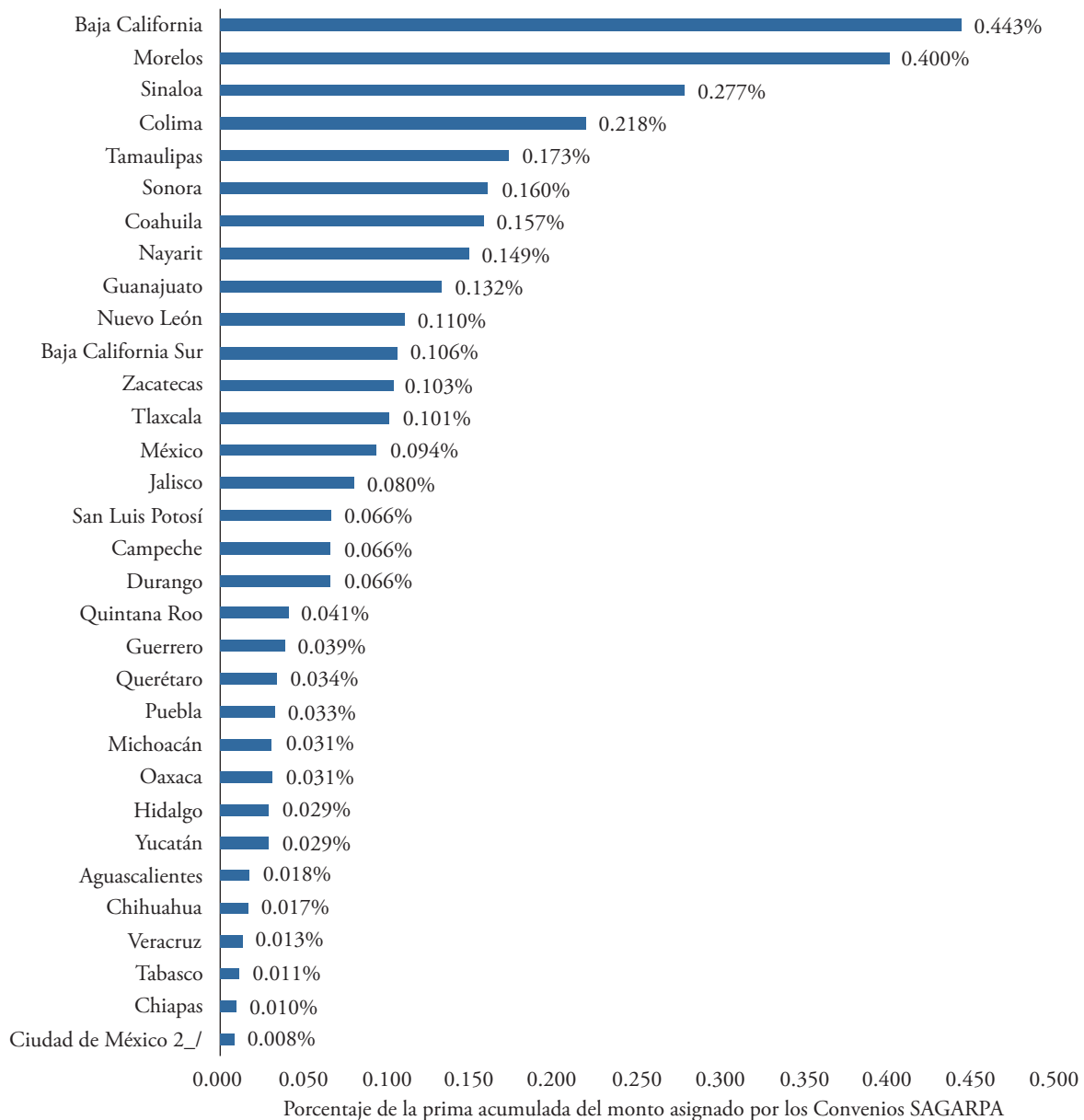
Differential (benefit) between EP and S_0

To identify the benefit of the Fund we calculated the historical differential between the exercise price and the datum observed of the agricultural production value for each Federal Entity from 2000 to 2015 (Table 3). Take into account that the production values below the EP will activate the hedging equivalent to the amount of the differential between the spot price and the exercise price [$S_0 - EP$].

Table 4 shows the differential between $S_0 - EP$ for each year in millions of pesos. When the values are negative [$S_0 < EP$] the federal entities face a loss in the agricultural production value (thus the negative sign) that will fortunately be covered by the activation of the Fund's resources. When $S_0 > EP$ the production value is higher than the exercise price and in this case the Fund is not activated and the state in question ends up paying the amount of the premium.

In the first three years of the sample almost all the states would have required hedging by the Fund; of the 32 entities at least 29 had two years with falls in their agricultural production value, situation that would have withdrawn resources from the fund for an amount equivalent to (-\$81 465 944.57 mp). However, during the whole period of analysis a hedging equivalent to (-\$151 833 070.60) would have been allotted to all the states.

Most of the scenarios where resources from the fund would be required were concentrated in ten states: Colima (11 incidents), Oaxaca (10 incidents), Estado de México, Baja California, Chiapas, Nayarit and Zacatecas (9 incidents), Guanajuato (8 incidents), DF and Durango (7 incidents). This is without taking into account that the limit of the hedging is the moving average at 11 years.



Fuente: elaboración propia con datos de SIAP de SAGARPA, BANXICO y SHCP. Varios años. ♦ Source: prepared by the authors with data by SIAP from SAGARPA, BANXICO and SHCP. Several years.

Nota: Se calculó el monto de la prima total durante el periodo de análisis (2000-2015) como proporción del total de recursos asignados por convenio SAGARPA en cada entidad federativa. ♦ Note: the amount of the total premium was calculated during the analysis period (2000-2015) as total proportion of the resources assigned by SAGARPA Agreements in each state.

Figura 5. Monto total de primas acumuladas en el período respecto al flujo acumulado de Convenios SAGARPA, 2000-2015.

Figure 5. Total amount of premiums accumulated in the period with regard to the accumulated flow of SAGARPA Agreements, 2000-2015.

situación que hubiera retirado recursos del fondo por un monto equivalente a (-\$81 465 944.57 mp). Sin embargo, durante todo el período de análisis se habría entregado una cobertura a todos los Estados equivalente a (-\$151 833 070.60).

On the other hand, Table 5 shows the estimated utility that each state would obtain with the implementation of the Fund during the whole period. The states with higher amounts of hedging were Sinaloa, Estado de México, Baja California,

Cuadro 3. Estadística descriptiva: valor de la producción y prima para 2015.
Table 3. Descriptive statistics: production value and premium for 2015.

Entidad Federativa	PE (Pesos)	PS_15 (Pesos)	Prima p (Pesos)	$\sigma_{DV:EST}$	r (%)	Media (Pesos)	Máx (Pesos)	Mín (Pesos)	n
Aguascalientes	1 280 439	1 253 244	19 127	0.090	3.68	1 091 541	1 624 336	692 979	36
Baja California	7 992 841	8 841 092	178	0.104	3.68	7 686 743	13 362 095	4 671 346	36
Baja California Sur	2 058 087	2 351 484	17	0.081	3.68	1 779 911	2 511 113	974 472	36
Campeche	1 882 948	1 986 728	14 915	0.149	3.68	1 111 933	2 176 843	368 613	36
Chiapas	5 941 069	4 780 315	948 064	0.100	3.68	7 808 574	14 434 592	4 201 036	36
Chihuahua	13 688 528	15 683 458	0	0.096	3.68	10 386 222	15 683 458	6 549 937	36
Coahuila	2 891 714	2 777 496	60 723	0.077	3.68	3 063 733	5 480 034	1 580 880	36
Colima***	623 589	595 617	17 023	0.094	3.68	784 691	1 231 566	569 939	36
Distrito Federal	463 664	532 142	0	0.155	3.68	557 141	1 992 916	374 611	36
Durango	4 281 371	4 212 792	173 240	0.130	3.68	4 474 644	7 777 669	2 600 133	36
Guanajuato	13 194 642	12 232 197	644 644	0.076	3.68	13 574 013	21 507 253	7 992 694	36
Guerrero	5 068 310	4 549 754	377 948	0.115	3.68	5 754 117	10 104 862	3 560 523	36
Hidalgo	3 620 426	3 646 982	81 405	0.097	3.68	4 038 730	6 555 043	2 568 791	36
Jalisco	15 508 328	15 655 474	11 874	0.088	3.68	16 776 569	28 955 431	9 405 550	36
Michoacán	13 252 213	13 867 183	47 097	0.074	3.68	11 667 944	16 030 017	7 079 660	36
Morelos***	2 448 586	2 078 749	281 391	0.103	3.68	2 916 255	4 763 043	1 983 038	36
México	9 997 507	10 808 247	100 507	0.127	3.68	13 289 887	22 464 051	7 061 363	36
Nayarit	3 493 704	2 785 420	583 702	0.091	3.68	4 191 953	7 583 396	2 269 484	36
Nuevo León***	1 823 433	1 529 085	237 718	0.121	3.68	2 045 491	2 968 126	1 520 119	36
Oaxaca	3 761 861	3 240 463	386 918	0.093	3.68	4 561 804	6 934 771	2 841 867	36
Puebla	7 597 256	7 944 941	23 281	0.085	3.68	8 239 585	13 308 272	4 756 122	36
Querétaro	1 880 883	2 176 270	1777	0.130	3.68	1 447 055	2 375 568	771 809	36
Quintana Roo	423 052	348 773	59 206	0.248	3.68	289 995	542 480	93 103	36
San Luis Potosí	4 066 029	5 768 288	0	0.103	3.68	3 644 323	5 768 288	2 402 675	36
Sinaloa	26 063 446	29 766 615	71 556	0.096	3.68	25 266 865	37 256 347	17 501 175	36
Sonora	13 693 583	14 402 291	261	0.078	3.68	13 753 563	23 888 656	5 908 226	36
Tabasco	804 155	760 732	39 672	0.105	3.68	778 075	1 618 930	477 525	36
Tamaulipas	9 641 047	9 266 571	369 581	0.113	3.68	10 659 405	18 794 442	3 792 647	36
Tlaxcala	1 854 086	1 923 517	119 933	0.167	3.68	2 291 070	4 455 821	1 004 008	36
Veracruz	6 441 118	6 064 770	191 079	0.069	3.68	6 479 839	10 714 677	3 791 482	36
Yucatán	773 242	759 364	19 336	0.191	3.68	844 722	1 722 918	175 296	36
Zacatecas	8 042 989	8 544 874	58 321	0.140	3.68	9 034 679	22 695 396	5 338 484	36

Fuente: elaboración propia con base en SIAP de SAGARPA, BANXICO y SHCP. Varios años. ♦ Source: prepared by the authors based on SIAP from SAGARPA, BANXICO and SHCP. Several years.

Cuadro 4. Diferencial entre S_0 y PE en millones de pesos (2008=100).
Table 4. Differential between S_0 and EP in millions of pesos (2008=100).

Entidad Federativa	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	-\$0.337	-\$0.079	\$0.011	\$0.097	-\$0.059	\$0.012	\$0.024	-\$0.060	\$0.214	-\$0.031	\$0.010	\$0.097	\$0.288	\$0.215	\$0.051	-\$0.027
Baja Calif.	-\$3.671	-\$3.269	-\$1.776	-\$0.161	\$3.088	-\$0.661	-\$0.430	-\$1.756	-\$0.408	\$0.955	\$1.614	\$0.407	\$0.451	\$0.309	-\$0.196	\$0.848
Baja Calif Sur	-\$0.363	-\$0.127	\$0.303	\$0.791	\$0.701	\$0.567	\$0.237	-\$0.447	-\$0.305	-\$0.466	\$0.044	\$0.069	\$0.041	-\$0.019	\$0.337	\$0.293
Campeche	-\$0.212	-\$0.376	-\$0.593	-\$0.029	\$0.136	\$0.238	\$0.240	-\$0.120	\$0.187	\$0.232	\$0.432	\$0.773	\$0.085	\$0.115	-\$0.054	\$0.104
Chiapas	-\$0.538	-\$1.155	-\$0.885	-\$0.250	-\$0.826	-\$0.710	\$0.240	\$0.513	\$1.103	\$0.235	\$0.258	\$1.477	\$0.311	-\$0.470	-\$1.473	-\$1.161
Chihuahua	-\$2.980	-\$1.252	-\$1.174	-\$0.042	\$1.100	\$0.156	\$0.505	\$1.111	\$1.184	\$0.732	\$1.864	\$1.423	\$2.262	\$1.321	\$1.093	\$1.995
Coahuila	-\$0.341	-\$0.533	-\$0.419	\$0.068	\$0.207	\$0.339	\$0.102	\$0.402	\$0.164	\$0.240	\$0.143	\$0.275	\$0.303	-\$0.075	\$0.217	-\$0.114
Colima	-\$0.146	-\$0.074	-\$0.025	-\$0.178	\$0.042	-\$0.027	-\$0.067	\$0.049	\$0.110	\$0.006	\$0.046	-\$0.082	-\$0.179	-\$0.053	-\$0.074	-\$0.028
DF	\$0.032	\$0.011	-\$0.030	-\$0.037	\$0.109	\$0.016	-\$0.017	-\$0.040	-\$0.045	-\$0.037	\$0.012	-\$0.004	\$0.026	\$0.015	\$0.013	\$0.068
Durango	-\$0.493	-\$0.016	\$0.106	\$0.821	\$0.577	-\$0.620	\$0.451	-\$0.312	\$0.679	\$0.638	-\$0.475	-\$0.698	\$1.025	\$0.308	\$0.746	-\$0.069
Guanajuato	-\$2.766	-\$0.011	\$0.475	\$1.454	\$1.285	-\$1.391	-\$0.834	\$0.250	\$3.196	-\$0.358	\$0.843	\$3.101	\$1.356	-\$0.353	-\$1.692	-\$0.962
Guerrero	-\$0.358	-\$0.574	-\$0.658	\$0.644	\$0.414	\$0.003	-\$0.484	\$0.260	\$0.395	-\$0.242	\$0.131	\$0.506	\$0.599	-\$0.567	\$0.169	-\$0.519
Hidalgo	-\$0.117	\$0.250	-\$0.312	-\$0.232	-\$0.118	-\$0.314	\$0.381	\$0.143	\$0.585	-\$0.300	\$0.186	-\$0.199	\$0.982	\$0.261	-\$0.223	\$0.027
Jalisco	-\$2.638	\$0.521	-\$0.400	\$0.423	\$0.639	-\$2.197	\$1.505	\$1.092	\$1.404	-\$1.131	\$1.189	\$1.780	\$2.364	\$0.708	-\$0.250	\$0.147
Michoacán	-\$1.959	-\$1.333	-\$1.808	\$0.000	-\$0.867	-\$1.617	\$0.932	\$0.782	\$1.657	-\$0.175	\$0.623	\$2.040	\$3.189	\$0.180	\$0.512	\$0.615
Morelos	-\$0.219	\$0.737	\$0.108	\$0.345	-\$0.026	-\$0.479	\$0.254	\$0.180	\$0.206	-\$0.497	\$0.249	-\$0.014	-\$0.164	\$0.105	-\$0.189	-\$0.370
México	-\$4.251	-\$0.893	-\$2.964	-\$1.217	-\$1.100	-\$1.123	\$0.924	\$2.608	\$1.520	-\$0.583	-\$0.782	-\$2.669	\$1.345	\$1.618	\$0.314	\$0.811
Nayarit	-\$1.059	-\$0.548	-\$0.605	-\$0.698	-\$0.267	-\$0.334	\$0.568	\$0.201	\$0.520	\$0.392	-\$0.351	\$0.533	\$0.724	\$0.130	-\$0.406	-\$0.708
Nuevo León	-\$0.245	-\$0.006	\$0.616	\$0.605	-\$0.534	-\$0.218	-\$0.618	-\$0.422	\$0.042	\$0.059	\$0.610	-\$0.236	\$0.027	\$0.218	-\$0.204	-\$0.294
Oaxaca	-\$0.061	\$0.109	-\$0.551	-\$0.259	-\$0.441	-\$0.599	-\$0.167	\$0.636	\$0.633	-\$0.040	\$0.097	\$0.299	\$0.480	-\$0.219	-\$0.621	-\$0.521
Puebla	-\$1.210	-\$0.161	-\$0.879	-\$0.530	-\$0.534	-\$0.547	\$0.554	\$0.921	\$0.998	\$0.409	\$0.806	-\$0.148	\$1.301	\$0.482	-\$0.022	\$0.348
Querétaro	-\$0.128	\$0.215	\$0.252	\$0.097	-\$0.068	-\$0.401	-\$0.066	\$0.371	\$0.446	\$0.027	\$0.312	\$0.026	\$0.374	\$0.186	-\$0.180	\$0.295
Quintana Roo	-\$0.092	-\$0.079	-\$0.094	\$0.045	\$0.011	\$0.165	\$0.180	-\$0.097	-\$0.125	\$0.146	\$0.126	\$0.122	\$0.012	\$0.040	-\$0.017	-\$0.074
San Luis P	-\$0.259	-\$0.962	-\$0.625	\$0.626	\$0.786	-\$0.270	-\$0.220	-\$0.147	-\$0.671	-\$0.185	\$0.166	-\$0.203	\$0.119	\$0.218	\$0.524	\$1.702
Sinaloa	-\$3.538	-\$4.315	-\$2.618	-\$1.843	\$4.299	-\$0.766	-\$0.459	\$6.594	\$6.315	\$2.392	-\$0.439	-\$6.734	\$2.300	\$1.155	\$0.802	\$3.703
Sonora	-\$4.926	-\$3.025	-\$1.814	-\$0.127	-\$1.602	\$0.372	\$1.789	\$1.144	\$4.669	\$1.762	\$1.022	\$0.303	\$1.084	\$0.688	\$0.163	\$0.709
Tabasco	-\$0.025	\$0.011	-\$0.017	-\$0.083	-\$0.069	-\$0.106	\$0.084	\$0.034	\$0.128	\$0.078	-\$0.078	\$0.034	\$0.206	\$0.163	-\$0.094	-\$0.043
Tamaulipas	-\$2.685	-\$2.299	-\$2.065	\$2.395	\$2.880	-\$0.175	-\$0.175	\$1.409	\$1.393	\$0.134	\$0.724	\$0.121	\$1.564	-\$1.268	\$0.408	-\$0.374
Tlaxcala	-\$0.348	\$0.045	-\$0.345	\$0.199	-\$0.002	-\$0.231	\$0.132	-\$0.021	\$0.415	\$0.225	\$0.125	-\$0.677	\$0.581	\$0.136	\$0.055	\$0.069
Veracruz	-\$0.556	-\$0.461	\$0.024	-\$0.144	-\$0.372	-\$0.756	-\$0.215	\$0.470	\$1.676	\$1.084	\$0.141	\$0.079	\$0.736	\$0.418	\$0.268	-\$0.376
Yucatán	-\$0.044	-\$0.117	-\$0.354	-\$0.066	\$0.034	\$0.140	\$0.231	\$0.107	-\$0.173	-\$0.112	\$0.088	\$0.284	\$0.089	\$0.055	\$0.035	-\$0.014
Zacatecas	-\$1.054	-\$0.505	-\$0.661	\$0.502	-\$0.036	-\$1.645	\$0.120	-\$0.155	\$1.323	\$1.479	-\$0.142	-\$1.192	\$1.047	\$0.726	-\$0.155	\$0.502

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP de SAGARPA, BANXICO y SHCP. Varios años ♦ Source: prepared by the authors based on data by SIAP from SAGARPA, BANXICO and SHCP. Several years.

La mayor parte de escenarios en dónde se requerirían recursos del fondo se concentraron en diez entidades federativas: Colima (11 incidentes), Oaxaca (10 incidentes), Estado de México, Baja California, Chiapas, Nayarit y Zacatecas (9 incidentes), Guanajuato (8 incidentes), D.F. y Durango (7 incidentes). Esto sin contar que el límite de la cobertura es el promedio móvil a 11 años.

Por otro lado, en la Cuadro 5 se muestra la utilidad estimada que cada estado hubiera obtenido con la implementación del Fondo durante todo el periodo. Los estados con mayores montos de cobertura fueron los Estados de Sinaloa, el Estado de México, Baja California, Michoacán y Sonora quienes, de acuerdo a la simulación, hubieran acumulado una utilidad de 14%, 10% y 7% (últimos tres) respectivamente. En cambio, gobiernos como el de Aguascalientes, Campeche, Colima, DF, Morelos, Querétaro, Quintana Roo, Tabasco, Tlaxcala y Yucatán serían los que tendrían menor utilidad generada de todas las entidades federativas consideradas.

CONCLUSIONES

Los choques inesperados a la producción agrícola provenientes de fenómenos climáticos, tecnológicos o caídas en los precios internacionales de los alimentos pueden afectar de manera directa el valor del producto y, en casos extremos, poner en riesgo la seguridad alimentaria de la población. En este trabajo se propuso un instrumento de cobertura adecuado que, de acuerdo con la evaluación del comportamiento histórico, es capaz de cubrir las pérdidas del valor agrícola a cambio del pago de una prima de bajo costo. De acuerdo con las estimaciones, los gobiernos estatales tendrían la capacidad de apoyar el valor de su producción agrícola sin afectar las finanzas públicas locales.

El instrumento propuesto asemeja la posición larga de una opción de venta en la que la entidad federativa cuenta con el derecho de vender la producción agrícola en el vencimiento al precio de ejercicio acordado directamente con el Fondo de Contingencia. Para la valuación empleamos el modelo Black & Scholes, ampliamente utilizado en mercados de productos financieros derivados y en otras aplicaciones de fondos contingentes. Proponemos que el fondo se alimente de una proporción específica (prima) de las transferencias de los Convenios SAGARPA para garantizar el pago y funcionamiento continuo. En una

Michoacán and Sonora, which according to the simulation, would have accumulated a utility of 14%, 10% and 7% (last three), respectively. Instead, governments like those from Aguascalientes, Campeche, Colima, DF, Morelos, Querétaro, Quintana Roo, Tabasco, Tlaxcala and Yucatán would be the ones with lowest utility generated in all the federal entities considered.

CONCLUSIONS

The unexpected shocks to agricultural production from climate or technology phenomena, or falls in international food prices can directly affect the product value, and in extreme cases, place at risk the food security of the population. In this study an adequate instrument for hedging was proposed, which, according to the evaluation of the historical behavior, is capable of hedging the losses of the agricultural value in exchange for the payment of a low-cost premium. Based on the estimations, the state governments would have the ability to support the agricultural production value without affecting local public finances.

The instrument proposed resembles the long-term position of a put option where the federal entity has the right to sell agricultural production at expiration at the exercise price in direct agreement with the Contingency Fund. For the valuation, we used the Black & Scholes model, broadly used in markets with derivative financial products and in other applications of the contingency funds. We suggest that the fund is sustained by a specific proportion (premium) of transferences from SAGARPA Agreements to guarantee the continuous payment and functioning. In a first stage the fund should begin with contributions from the federal government and be sustained annually with contributions of the participants.

A historical evaluation of the Agricultural Contingency Fund proposed here indicates that hedging could have been given to substantial falls in the agricultural production value in contingencies previous to relatively accessible costs. These falls can have adverse impacts on the economy and food security that could have been avoided.

It is still pending to determine the adequate legal, operative and financial framework of the fund's proposal. Likewise, it is necessary to establish

Cuadro 5. Utilidad estimada obtenida con la cobertura del Fondo 2000-2015.

Table 5. Utility estimated obtained with the hedging of the 2000-2015 Fund.

Entidad Federativa	Diferencia $S_0 - PE$ (\$)	Cobertura del Fondo (\$)	Prima acumulada en el período (\$)	Utilidad con cobertura - prima (\$)	Distribución de utilidad (%)
Aguascalientes	-592 767.83	592 767.83	331 977.78	260 790.05	0.442
Baja Calif	-12 328 500.24	12 328 500.24	8 348 496.28	3 980 003.96	6.751
Baja Calif Sur	-1 727 269.49	1 727 269.49	1 053 218.65	674 050.84	1.143
Campeche	-1 383 500.22	1 383 500.22	1 158 493.13	225 007.09	0.382
Chiapas	-7 468 989.00	7 468 989.00	4 329 690.93	3 139 298.07	5.325
Chihuahua	-5 448 222.37	5 448 222.37	2 673 955.99	2 774 266.39	4.706
Coahuila	-1 482 204.41	1 482 204.41	728 114.75	754 089.66	1.279
Colima	-933 942.41	933 942.41	565 831.18	368 111.23	0.624
DF	-210 866.24	210 866.24	82 748.51	128,117.72	0.217
Durango	-2 682 868.77	2 682 868.77	2 031 647.13	651 221.64	1.105
Guanajuato	-8 366 230.94	8 366 230.94	5 089 758.42	3 276 472.52	5.558
Guerrero	-3 399 920.09	3 399 920.09	1 886 302.40	1 513 617.69	2.568
Hidalgo	-1 814 865.63	1 814 865.63	996 474.81	818 390.81	1.388
Jalisco	-6 615 286.91	6 615 286.91	3 865 466.02	2 749 820.89	4.664
Michoacán	-7 759 384.22	7 759 384.22	3 825 721.92	3 933 662.29	6.673
Morelos	-1 957 536.48	1 957 536.48	1 439 899.24	517 637.25	0.878
México	-15 581 712.69	15 581 712.69	9 590 367.41	5 991 345.28	10.163
Nayarit	-4 975 632.59	4 975 632.59	2 945 169.31	2 030 463.27	3.444
Nuevo León	-2 777 671.41	2 777 671.41	2 080 591.96	697 079.45	1.182
Oaxaca	-3 480 467.89	3 480 467.89	1 966 580.31	1 513 887.57	2.568
Puebla	-4 030 744.21	4 030 744.21	1 418 450.89	2 612 293.32	4.431
Querétaro	-842 298.53	842 298.53	637 225.72	205 072.82	0.348
Quintana Roo	-578 872.88	578 872.88	538 563.05	40 309.83	0.068
San Luis P.	-2 871 541.16	2 871 541.16	1 817 544.09	1 053 997.08	1.788
Sinaloa	-20 714 252.53	20 714 252.53	12 257 405.10	8 456 847.44	14.345
Sonora	-11 495 438.51	11 495 438.51	7 263 939.04	4 231 499.47	7.178
Tabasco	-515 399.48	515 399.48	314 053.61	201 345.87	0.342
Tamaulipas	-8 866 998.07	8 866,998.07	6 826 914.84	2 040 083.23	3.461
Tlaxcala	-1 623 246.75	1 623 246.75	1 519 254.66	103 992.08	0.176
Veracruz	-2 880 892.04	2 880 892.04	906 456.22	1 974 435.82	3.349
Yucatán	-879 943.47	879 943.47	752 228.82	127 714.64	0.217
Zacatecas	-5 545 603.14	5 545 603.14	3 637 827.27	1 907 775.87	3.236
	-151 833 070.60	151 833 070.60	Total	58 952 701.14	100.000

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP de SAGARPA, BANXICO y SHCP. Varios años. ♦ Source: prepared by the authors based on data by SIAP from SAGARPA, BANXICO and SHCP. Several years.

primera etapa el fondo debería arrancar con aportaciones del gobierno federal e irse alimentando anualmente con aportaciones de los participantes.

Una evaluación histórica del Fondo de Contingencia Agrícola aquí propuesto indica que se pudo haber dado cobertura a caídas sustanciales del valor de la producción agrícola en contingencias previas a costos relativamente accesibles. Estas caídas pueden tener impactos económicos y de seguridad alimentaria adversos que pudieron haberse evitado.

Aún falta determinar el marco jurídico, operativo y financiero adecuados de la propuesta de

mechanisms for transparency in the use and administration of the resources in custody of the Contingency Fund; the participation of third parties and the role of regulation or supervision institutions and, even, of the development bank, which will take a more active role in this type of mechanisms.

—End of the English version—



fondo. Asimismo, es necesario establecer mecanismos de transparencia en el uso y administración de los recursos en custodia del Fondo de Contingencia; la participación de terceros y el rol de las instituciones de regulación, supervisión e, incluso, la banca de desarrollo, quien podría tomar un papel más activo en este tipo de mecanismos.

NOTAS

¹Es necesario indicar que la cobertura propuesta de este Fondo será, inicialmente, únicamente para la reducción en el Valor de la Producción, más no para las disminuciones en la Producción. ♦ It is necessary to indicate that the coverage proposed by this Fund will be, initially, solely for the reduction in the Production Value, but not for decreases in Production.

²Este límite a la cobertura también se ha propuesto para otro tipo de fondos (Hernández, 2002). ♦ This limit to the coverage has also been proposed for other types of funds (Hernández, 2002).

³Para ver más detalle sobre las características de los miembros del Comité consultar la LFMP (2015), Capítulo II, Artículo 6°-7°. ♦ To see more detail about the characteristics of the members of the committee, consult the LFMP (2015), Chapter II, Article 6°-7°.

LITERATURA CITADA

- AGROASEMEX. 2021. AGROASEMEX, ¿Qué hacemos? Fecha de consulta: 24 Junio, 2021. Disponible en: <https://www.gob.mx/agroasemex/que-hacemos>
- BM (Banco Mundial). 2010. Datos estadísticos del Banco Mundial: Agricultura, valor agregado como porcentaje del PIB. Indicadores del desarrollo mundial. Fecha de consulta: 4 Junio, 2016. Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/NV.AGR.TOTL.ZS?page=1>
- Basurto, S. H., y Escalante, R. S. 2012. Impacto de la crisis en el sector agropecuario en México. Facultad de economía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Revista Economía UNAM Vol. 9, número 25
- Burfisher, M. E. 2001. Agricultural policy reform in the WTO: The road ahead. ERS. Agricultural economics report. No 802. Washington, D.C.; Departamento de agricultura de Estados Unidos.
- CEPAL. 2009. Enfrentando la crisis istmo centroamericano y república dominicana: evolución económica en 2008 y perspectivas para 2009. (evaluación preliminar), Organización de las Naciones Unidas LC/MEX/L. 904 14 de abril de 2009.
- COLPOS (Colegio de Postgraduados). 2013. Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en México 2012. pp: 27 – 30.
- Díaz, E. A. 2013. El fondo de contingencia en las comunidades autónomas. Revista Auditoría Pública, número 61 (2013), pp. 69-74. Disponible en: <http://asoce.es/wp-content/uploads/PDF/Pag%2069-74%20N%2061.pdf>
- Escalante S. R. I., y Catalán H. 2008. Situación actual del sector agropecuario en México: perspectivas y retos. Revista Economía Informa, número 350 de Enero a Febrero 2008. Páginas 7-25. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- FAO. 2014. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe: 2014 / CEPAL, FAO, IICA. San José, C.R.: IICA, 2013. FAO E-ISBN 978-92-5-308259-9. Pp. 1 – 16.
- FAO. 2015. Seguros agrícolas: seguros de cosechas y agrícolas. [En línea].
- FAO. 2019. El sistema alimentario en México, Oportunidades para el campo mexicano en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Ciudad de México. 68 pp.
- FIRA (Fideicomiso Instituido en Relación con la Agricultura). 2014a. Acerca de nosotros, ¿Quiénes somos? Disponible en línea: <https://www.fira.gob.mx/Nd/AcercadeNosotros.jsp>
- FIRA (Fideicomiso Instituido en Relación con la Agricultura). 2014b. Créditos, Garantías y Apoyos. Crédito FIRA. Disponible en línea: <https://www.fira.gob.mx/Nd/FondeoFira.jsp>
- FONDEN. 2010. Fondo de Desastre Naturales. Diario Oficial de la Federación, Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Diciembre 3, de 2010. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/492613/Reglas_Generales_del_FONDEN.pdf
- FMP (Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo). 2015. ¿Qué es el Fondo Mexicano del Petróleo? Fecha de publicación Enero 2015.
- GEM (Gobierno del Estado de Morelos). 2008. Consejería Jurídica. Decreto número 988. Por el que se autoriza al titular del Poder Ejecutivo del Estado, a través de la Secretaría de Finanzas y Planeación, a construir un Fideicomiso de Administración e Inversión, para el Fomento Agropecuario del Estado de Morelos.
- Gordillo, D. A. Gustavo. 2004. Seguridad alimentaria y agricultura familiar. Revista de la CEPAL No. 83. Agosto 2004. pp: 71-84.
- Hatch, D. C., Núñez M., Vila F., y Stephenson K. 2012. Los seguros agropecuarios en las Américas: un instrumento para la gestión del riesgo. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), ALASA. ISBN13: 978-92-9248-405-7. San José Costa Rica (2012). (Pp. 4 - 43). [En línea]. Disponible en: http://infoagro.net/archivos_Infoagro/Infotec/biblioteca/SegurosAgropecuarios.pdf
- Hernández Trillo, F. 2002. Manejo de riesgos financieros en entidades federativas de México: Fondo de contingencia estatal para enfrentar riesgos macroeconómicos. Publicado por Banco mundial, disponible en: <http://info.worldbank.org/etools/docs/library/230191/TrilloManejo.pdf>
- INEGI. 2012. Población total por Entidad Federativa de 1895 a 2010. Volumen y crecimiento. Estadísticas por tema.
- INEGI. 2015. Encuesta Intercensal 2015. Panorama sociodemográfico de México 2015. Composición por edad y sexo.
- León, P. A. L. 2007. Evaluación de la implementación del modelo del Fondo de Contingencia para la gestión del riesgo agrícola con socios de la Unión de Asociaciones Productivas del Altiplano (UNAPA). Proyecto tesis en la Universidad Mayor

- de San Andrés (UMSA) en la Facultad de Agronomía, La Paz (Bolivia). UMSA, 2007.
- LFMP (Ley del Fondo Mexicano del Petróleo para Estabilización y el Desarrollo). 2014. Capítulo II Del Fondo Mexicano del Petróleo y su Comité. Artículo 5° - 15°. Pp. 2-7. DOF 11-08-2014.
- LFPRH (Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria). 2015. Título Cuarto Gasto Federal en las Entidades Federativas. Capítulo I De los recursos transferidos a las Entidades Federativas. Artículo 82 – 86 Normatividad de los Convenios. Última reforma DOF 30-12-2015. Pp. 53 – 56.
- Ojeda, B. W., Sifuentes I. E., Rojano A. A., e Iñiguez C. M. 2012. Adaptación de la agricultura de riego ante el cambio climático. Impacto del cambio climático en los recursos hídricos en México. Vol. IV. Edición 1ed. Publicado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Editores: C. Patiño y P. Martínez, pp: 65-113.
- PAA. 2019. Reglas de Operación del Programa de Aseguramiento Agropecuario, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Diario Oficial de la Federación, Diciembre 30. Disponible en: https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2020/01/2019_12_30_MAT_shcp.pdf
- PEGP (Presupuesto de Egresos del Gobierno del Estado de Puebla para el Ejercicio Fiscal 2014). 2013. México. Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Puebla el lunes 16 de Diciembre de 2013. pp: 44-52.
- Ramírez, R. A.; Guillén I. E. M., y Sánchez M. D. 2013. Seguros agrícolas en México. Revista Global de Negocios. Volumen 1, número 1. pp: 97 – 105.
- Rojas, D., y Abreu J. L. 2008. Mercado de futuros, alternativa de protección de precios para los industriales transformadores del grano de trigo en México. Daena: International Journal of Good Conscience, 3(2) Septiembre 2008. ISSN 1870-557X. pp: 105-144.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (Varios años). Consulta de producción agropecuaria y pesquera, producción anual. Cierre de producción agrícola por Estado – Período 1980 - 2014. Fecha de consulta: 10 Julio, 2016.
- Villarreal, R. C. A. 2015. La importancia del seguro agrícola en México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Ciencia Animal. Publicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre 2015. 5 p.
- Wenner, Mark D. 2005. Los seguros agrícolas: evolución y perspectivas en América Latina y el Caribe. Publicaciones del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Octubre de 2005. No. RUR-05-02. Washington DC. pp: 37 - 45.