



UNIVERSIDAD LA SALLE

FACULTAD DE NEGOCIOS

Con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la Secretaría de Educación
Pública según acuerdo número No 954315 De fecha 30 de Octubre de 1995

ESTUDIO DE CASO

**“PROPUESTA DE FACTIBILIDAD DE CONTRATOS
DERIVADOS SOBRE PRODUCTOS AGROPECUARIOS EN EL
MERCADO MEXICANO (MEXDER)”**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA ECONÓMICA Y FINANCIERA**

PRESENTA: ALDO MAURICIO VARGAS CARRANZA

Asesor: Mtro. Bruno Alfonso Díaz Bou

Ciudad de México, a 12 de abril de 2024

MTRO. GABRIEL NUÑEZ GONZÁLEZ
DIRECTOR DE GESTIÓN ESCOLAR
UNIVERSIDAD LA SALLE
P R E S E N T E

Le informo que el (la) C.

Aldo Mauricio Vargas Carranza

Pasante de la Escuela o Facultad: **FACULTAD DE NEGOCIOS**

de la **UNIVERSIDAD LA SALLE**, de la Maestría en:

INGENIERÍA ECONÓMICA Y FINANCIERA

con reconocimiento de validez oficial de estudios de la Secretaría de Educación

Pública según acuerdo número **954315** De fecha **30 de octubre de 1995**

Ha elaborado el trabajo de Estudio de caso titulado: **“Propuesta de factibilidad de contratos derivados sobre productos agropecuarios en el mercado mexicano (MexDer)”**.

De conformidad con la modalidad para la obtención de grado aprobada para esta Maestría de acuerdo a lo establecido en el Reglamento General de las Universidades La Salle Integrantes del Sistema Educativo de las Universidades la Salle.

Cumplió con todos los requisitos y el trabajo que fue elaborado bajo la conducción del Mtro. Bruno Alfonso Díaz Bou que fungió como asesor, tiene la calidad suficiente para ser la base de sustentación de su Examen de Grado por lo que se le autoriza presentarlo.



Mtro. Markel Israel Lehman Elizondo
Director Facultad de Negocios

A Erika

Contenido

1. Introducción.....	6
1.1. Contexto del estudio y descripción del problema	6
2. Objetivos del estudio	10
2.1. Objetivo general	10
2.2. Objetivos específicos	10
3. Marco conceptual	11
3.1. Teorías económicas para productos agropecuarios	11
3.1.1. Demanda y Oferta	11
3.1.2. Teoría de los costos de producción	16
3.1.3. Teoría de los precios administrados	17
3.1.4. Teoría del ciclo de precios agrícolas	18
3.2. Conceptos relevantes sobre derivados financieros	19
3.2.1. Contratos de Futuros y Opciones	19
3.2.2. Operativa de contratos derivados	21
3.2.3. Operaciones de cobertura	23
4. Procedimiento metodológico.....	28
4.1. Identificación de Productos Clave	28
4.1.1. Análisis del Índice Nacional de Precios al Productor (INPP)	28
4.1.2. Análisis del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC).....	31
4.1.3. Análisis de la Encuesta de Gastos de Hogares (ENIGH)	33
4.1.4. Producción, Financiamiento y Programas para el sector agropecuario.....	36
4.1.5. Selección de productos representativos.....	41
4.2. Evaluación de los Mercados de Derivados. Relación con los productos seleccionados.....	42
4.2.1. Mercados Internacionales y demanda mexicana en programas de desarrollo	42
4.2.2. Subyacentes permitidos para operar derivados en México	51
4.2.3. Caso del contrato de maíz en el mercado mexicano (MexDer).....	53
4.3. Análisis de Volatilidad de Precios Agropecuarios.....	55
4.3.1. Identificación de factores de volatilidad.....	55
4.3.2. Evaluación de tendencias históricas	57

4.3.3. Modelos de volatilidad GARCH	59
5. Propuesta de solución.....	65
5.1. Factibilidad de Implementar Contratos Derivados	65
5.1.1. Importancia de los productos seleccionados	65
5.1.2. Comercio exterior y riesgo cambiario	81
5.1.3. Diseño de contratos derivados propuestos	82
5.1.4. Evaluación de la viabilidad económica. Riesgos y beneficios	85
6. Conclusiones y recomendaciones	88
6.1. Resumen de hallazgos clave.....	88
6.2. Impacto en los actores de mercado y recomendaciones para la implementación ..	90
6.3. Directrices para investigaciones futuras	93
7. Anexos.....	95
Anexo 1. Precios promedio de los productos seleccionados al cierre de noviembre 2023.....	95
Anexo 2. Código VBA Excel para valuación de opciones mediante Black-Scholes	98
8. Referencias	99
9. Índice de tablas	102
10. Índice de gráficas.....	105
11. Índice de ilustraciones.....	107
12. Índice de ecuaciones.....	108

1. Introducción

1.1. Contexto del estudio y descripción del problema

La volatilidad de precios agropecuarios es un problema que afecta a la economía y a la vida de los agricultores y consumidores en México. Este fenómeno se refiere a los cambios bruscos e impredecibles en los precios de los productos agrícolas, lo que dificulta la planificación y la toma de decisiones por parte de los productores.

Además, la volatilidad de precios puede tener consecuencias negativas en la seguridad alimentaria y en la calidad de vida de las comunidades rurales, ya que los agricultores pueden verse obligados a abandonar sus cultivos o venderlos a precios bajos.

El problema de la volatilidad tiene múltiples causas, entre ellas se encuentran factores climáticos, económicos y políticos. Por ejemplo, las variaciones en las condiciones climáticas pueden afectar la producción de los cultivos y generar escasez o excedentes de oferta, lo que impacta directamente en los precios. Por otra parte, las políticas públicas y las regulaciones de mercado también influyen en la estabilidad de precios.

Las consecuencias de esta volatilidad son diversas y afectan tanto a los agricultores como a los consumidores finales. Los productores pueden sufrir pérdidas económicas y tener dificultades para mantener sus cultivos, mientras que los consumidores pueden experimentar aumentos en el precio de los alimentos y limitaciones en su acceso a ellos.

La producción en el campo mexicano se enfrenta al alza de precios más alta en 23 años, al tiempo que el gobierno federal busca mitigar los efectos de la inflación de los alimentos para consumidores finales. El INEGI muestra que en marzo 2023 los costos para los productores agrícolas del país fueron 19.73% más altos que en el mismo mes de 2021¹. Dicho aumento en el INPP de la agricultura terminó por ser el más pronunciado desde 1999, cuando también en marzo de ese año el incremento alcanzó 20.25%.

¹ Villanueva, D. (2 de mayo de 2023). Productores agrícolas, con los precios más altos en 23 años. La Jornada. Recuperado de <https://www.jornada.com.mx/>

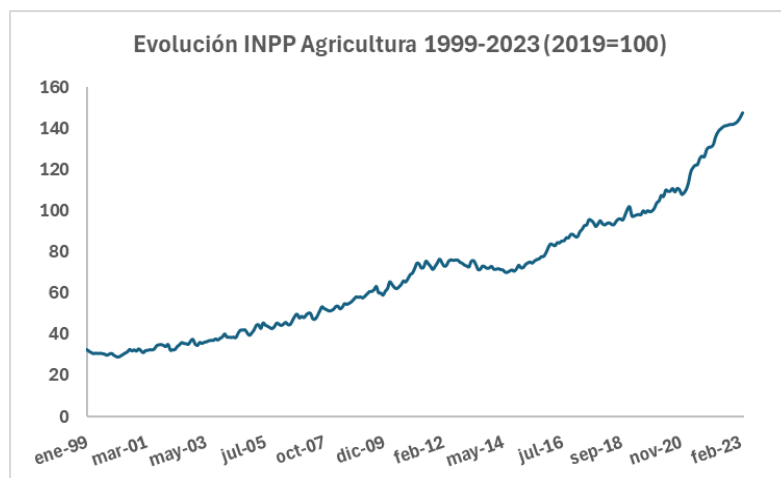


Tabla 1. Evolución INPP agrícola 1999-2023 (2019=100).
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Aunado a lo anterior, en marzo 2023 el INPP general aumentó 10.36% respecto del mismo mes de 2022, prácticamente el doble del 19.73% que se reportó para la producción agrícola. Luego, por tipo de cultivo, la producción de frutas y nueces fue la que se encareció más, 40.84% en un año; seguida por el que se realiza en invernaderos y viveros (la cual engloba también a la siembra de flores) que aumentó 36.35%. Además, los costos para los productores de hortalizas avanzaron 14.53% y para los de semillas oleaginosas, leguminosas y cereales, en 13.26%. Todos se encuentran por arriba del alza en el INPP general, que refleja el precio de producir en todas las actividades productivas, incluidas los servicios y las industrias.

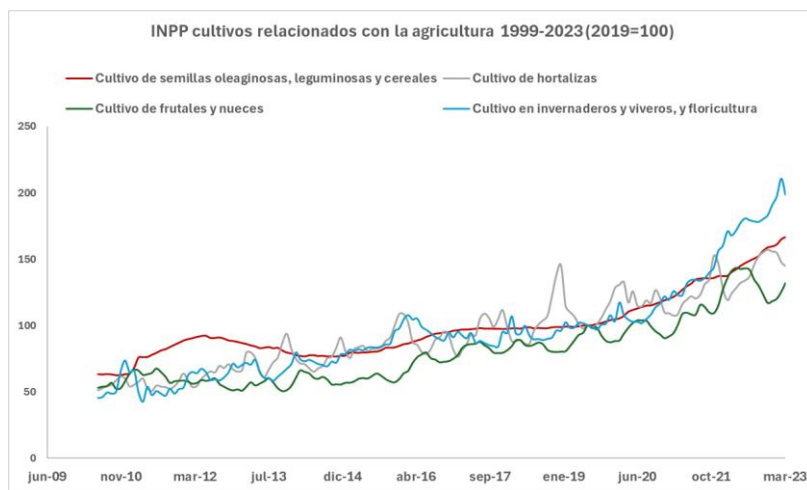


Tabla 2. Evolución INPP cultivos relacionados con la agricultura. 1999-2023 (2019=100). Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

El gobierno federal tiene en puerta un “plan antiinflacionario”, que además de buscar un control en los precios de gasolinas, de gas, de diésel y luz, dará impulso a las actividades productivas, sobre todo lo que tiene que ver con la siembra de alimentos.

Así, es fundamental abordar el problema de la volatilidad de precios agrícolas en México, ya que tiene un impacto directo en la economía del país y en la calidad de vida de la población; además, como se comentó anteriormente, la inestabilidad en los precios puede generar incertidumbre en los productores y desalentar la inversión en el sector agrícola, lo que a su vez puede afectar la seguridad alimentaria y la generación de empleo.

También, la volatilidad puede generar inequidades en el acceso a los alimentos y afectar a las poblaciones más vulnerables, como los hogares de bajos ingresos y las comunidades rurales, por lo que esta situación ha sido abordada por diversos actores, desde el gobierno hasta los propios agricultores.

El Estado ha implementado políticas públicas orientadas a regular el mercado y a promover la estabilidad de los precios, como el Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura. Por otro lado, los agricultores han buscado soluciones por medio de la creación de sistemas de comercialización alternativos, como las cooperativas y los mercados locales. Estos sistemas buscan acercar al productor con el consumidor final, eliminando intermediarios y generando relaciones más directas y justas.

Por otra parte, un precio justo (Fair Price) se refiere al valor que refleja de manera equitativa los costos de producción, la sostenibilidad económica de productores y la accesibilidad (alcance en materia de gasto en hogares) para los consumidores finales, además de que se tiene que llegar a un punto de equilibrio entre la oferta y la demanda. De ahí que, llegar a un precio justo es un desafío, pues los precios de los productos agropecuarios se ven afectados por una variedad de factores (como se mencionó anteriormente).

Luego, los derivados financieros, como los contratos de futuros o de opciones, son herramientas que juegan un papel importante en la administración de riesgos y, por ende, en reducción de la volatilidad de los precios, pues permiten a los productores y compradores fijar precios para futuras transacciones, lo que ayuda a mitigar el impacto de variaciones imprevistas.

Dado esto, otros mecanismos que intentan mitigar el efecto de las variaciones en precios de son las coberturas ofrecidas por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), las cuales consisten en la oferta de estos contratos derivados sobre productos específicos, con el fin de pactar un precio futuro para que productores puedan garantizar un precio de venta y así no incurrir en pérdidas debido a la alta volatilidad.

Cabe mencionar que dichos contratos derivados son negociados en mercados internacionales, comúnmente en EUA, lo que incurre en costos de intermediación y riesgo cambiario, además de que los parámetros de dichos contratos tal vez no se ajustan adecuadamente a los niveles de producción o plazo de los cultivos de la mayoría de los productores mexicanos.

Lo anterior, debido a que el mercado de derivados mexicano (MexDer) no cuenta con contratos para subyacentes agropecuarios (commodities²), pues no ha tenido el mismo nivel de éxito que en otros países por diversas razones: infraestructura insuficiente, falta de liquidez, volatilidad alta en los precios, etc.

De esta manera, resulta complicado establecer precios justos, aunque es de relevancia tener en cuenta que un eficiente, robusto y líquido mercado de derivados en materia agropecuaria coadyuva a llevar una tendencia favorable hacia dichos precios justos, pues se acorta la brecha (intervalo) entre precios mínimos y máximos, reduciendo la volatilidad.

Dado lo anterior, este trabajo está encaminado a realizar un estudio respecto al panorama de los productos agropecuarios, en materia de producción, oferta, demanda, gasto de consumidores y volatilidad de precios con el fin de obtener una muestra de los principales productos que afectan, en general, a la economía del país. Esto con el objetivo de estudiar las condiciones necesarias para proponer los parámetros adecuados para la implementación de contratos derivados agro, en el mercado mexicano, que puedan funcionar como coberturas de derivados en el país, eliminando la intermediación extranjera y las variaciones en el tipo de cambio, ajustándose a las necesidades de los productores en el país y reduciendo la volatilidad de precios.

² Commodities: Materias primas, productos básicos que utilizan las personas y las industrias. Incluyen minerales, productos agropecuarios y reservas de energía.

2. Objetivos del estudio

2.1. Objetivo general

Reducir la volatilidad de precios agropecuarios en México, haciendo una propuesta de factibilidad de contratos en el mercado de derivados, con el fin de tener precios que beneficien tanto a productores como a consumidores finales.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar en el INPP, INPC y en la Encuesta de Gastos de Hogares los productos con mayor incidencia en demanda y oferta, así como seleccionar los productos con mayor financiamiento en materia de producción en el país.
- Analizar los factores de volatilidad identificando cuáles de los productos elegidos rigen su precio de acuerdo con los mercados internacionales o al mercado nacional.
- Estudiar el proceso de producción y las variables económicas y financieras que influyen en el cambio de precio de los productos seleccionados, con el fin de hacer una propuesta sólida para su implementación en el mercado de derivados mexicano.
- Llevar la propuesta al Banco de México para robustecer el estudio y definir la línea a seguir.

3. Marco conceptual

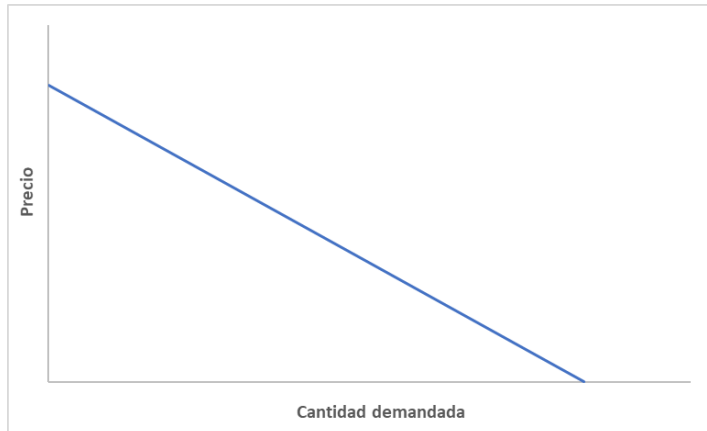
3.1. Teorías económicas para productos agropecuarios

3.1.1. Demanda y Oferta

Es necesario hacer énfasis en los conceptos de demanda y oferta para comprender como son establecidos los precios de los productos en una economía organizada y más a detalle, los precios de productos agropecuarios.

La demanda se visualiza como la relación entre las cantidades de producto que se requieren en un momento del tiempo y sus respectivos precios y se define como la cantidad que un consumidor está dispuesto a comprar de un bien o servicio ante diferentes precios (Vázquez y Martínez, 2011).

Esta relación resulta ser inversamente proporcional, ya que, si el precio de un bien es más alto, entonces la demanda por parte del consumidor se verá reducida, además de que el número de consumidores también decrecerá. Gráficamente se tiene:



Gráfica 1. Curva de demanda. Fuente: Elaboración propia.

Nótese que la gráfica muestra una recta bajo la premisa de que la demanda solamente depende del precio, siguiendo la ecuación general:

$$Q = a - bP$$

Q = Cantidad demandada del bien.

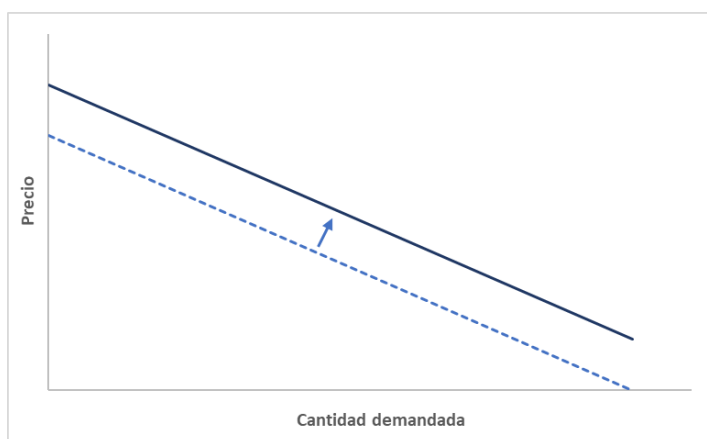
P = Precio del bien.

a, b = Constantes positivas.

Ecuación 1. Ecuación general de la demanda.

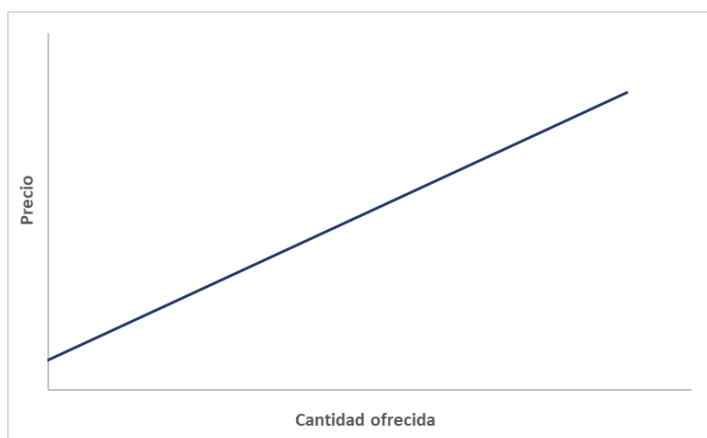
Sin embargo, en la práctica, la demanda depende de varios parámetros adicionales como ingreso del consumidor y el sector de la población al que pertenece (ingreso per cápita), gustos, precios de productos que podrían fungir como sustitutos y complementarios, expectativas, etc. (Murcia, 1997). De ahí que, para la mayoría de los bienes y servicios, las curvas de demanda tienden a ser cuadráticas o inclusive logarítmicas.

El precio establece un punto sobre la curva de demanda y los parámetros o factores mencionados establecen qué tanto se desplaza la curva, ya sea hacia arriba o hacían abajo.



Gráfica 2. Desplazamiento de la curva de demanda respecto a variaciones en diversos factores. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la oferta se muestra como la relación entre la cantidad producida de un bien y que los vendedores colocan en el mercado en cierto momento del tiempo a un precio establecido. Dicha relación es, a diferencia de la demanda, directamente proporcional, ya que, de tener precios altos, la cantidad ofrecida por los vendedores será mayor y, por el contrario, si los precios son bajos, entonces la cantidad ofrecida se verá reducida (Murcia, 1997). Gráficamente se tiene:



Gráfica 3. Curva de oferta. Fuente: Elaboración propia.

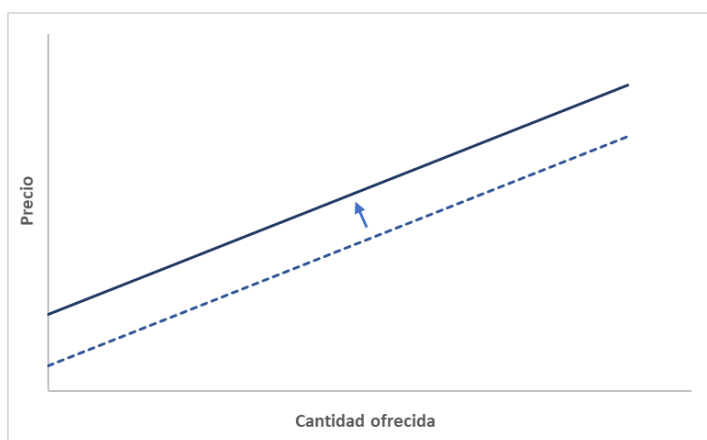
Nótese que la gráfica muestra una recta bajo la premisa de que el precio depende solamente de la cantidad ofrecida, siguiendo la ecuación general:

$$Q = c - dP$$

$Q =$ Cantidad ofertada del bien.
 $P =$ Precio del bien.
 $c, d =$ Constantes positivas.

Ecuación 2. Ecuación general de la oferta.

Sin embargo, en la práctica, la oferta, al igual que la demanda, depende de varios factores o parámetros como mejores o peores técnicas de producción o uso de insumos de mayor o menor calidad, por lo que, la curva de oferta también está sujeta a desplazamientos.



Gráfica 4. Desplazamiento de la curva de oferta respecto a variaciones en diversos factores. Fuente: Elaboración propia.

Así, resulta importante analizar cómo cambia la oferta y la demanda respecto a variaciones en los factores ya mencionados. Estos cambios son conocidos como elasticidades.

De forma general, la elasticidad se define como el cambio en una variable, debido a la variación de 1% en otra variable relacionada (Vazquez y Martínez, 2011). Particularmente para demanda y oferta se tiene que la elasticidad se refiere al cambio en la cantidad demandada u ofrecida ante una variación en el precio, lo cual puede ser estimado con diferenciales si las variaciones son relativamente bajas, por lo que, si los cambios son amplios, dichas variaciones pueden aproximarse.

Así, el coeficiente de elasticidad se define como:

$$\varepsilon = \frac{\partial Q}{\partial P} \left(\frac{P}{Q} \right)$$

$\frac{\partial Q}{\partial P} =$ Cambio en la cantidad demandada u ofertada Q
 dada una variación en el precio P (Derivada).
 $P =$ Precio del bien.
 $Q =$ Cantidad demandada u ofertada.

Ecuación 3. Coeficiente de elasticidad de la oferta y demanda.

Y los valores que toma, en términos absolutos se clasifican en inelástica si es menor a 1, unitaria si es igual a 1 y elástica si es mayor que 1.

Es importante resaltar que es posible estimar elasticidades respecto a una variable de interés que no sea necesariamente una cantidad demandada u ofrecida, por ejemplo, es posible preguntarse por la variación en el precio de cierto bien o servicio, en este caso un producto agropecuario, si existen cambios en variables relacionadas, por ejemplo, precios de combustibles o insumos de producción o inclusive en variables macroeconómicas asociadas.

En términos de demanda, trabajos estadísticos a nivel global señalan que los productos agropecuarios, por lo general, tienen elasticidades de precio menores que la unidad (demanda inelástica respecto al precio). Dentro de estos, los productos agropecuarios de menor transformación presentan los valores más bajos, en cambio los productos ganaderos y agroindustriales tienen coeficientes de elasticidad mayores. Así los cereales tienden a tener, en términos absolutos, elasticidades abajo de 0.5, mientras que, a las hortalizas, frutas, carne leche y productos agrícolas enlatados corresponden valores mayores de 0.5 (Barrera y Chalita, 1988).

Por otra parte, en materia de oferta, en general, el sector agropecuario se caracteriza porque sus productos tienen coeficientes de elasticidad inferiores a 1 (inelástica respecto al precio), debido a que el ciclo biológico de producción de los cultivos, o el tiempo necesario para criar el ganado, es largo e inmodificable, por lo que la oferta de productos agropecuarios tiende a reaccionar lentamente a los cambios de precios. Debido a esta situación, los agricultores deben planear su producción cuidadosamente para evitar situaciones de déficit o de excedentes de producción (Vazquez y Martínez, 2011).

A manera de aplicación, para política económica, es posible señalar que cuando los productores agrícolas se esfuerzan por obtener mayores cosechas, esto lleva a niveles de precios bajos, y por consiguiente, el ingreso total de los productores tiende a disminuir; dicha disminución puede ser mayor o menor dependiendo de la elasticidad de la demanda. Esto es un caso en el cual producir más beneficia al país, pero perjudica los intereses particulares de los agricultores individuales. El beneficio social que se obtiene está en contradicción aparente con el beneficio privado y ésta es precisamente la justificación más clara de por qué el estado, a través de diversos tipos de medidas de política económica debe acudir a ayudar a los productores agropecuarios que están creando un beneficio social (Vazquez y Martínez, 2011).

Enseguida se muestra la tabla de elasticidades de productos seleccionados conforme datos de la SADER (antes SAGARPA):

Producto	Elasticidad precio oferta	Fuente	Elasticidad precio demanda	Fuente
Maíz	0.2909	Palma Ramos, 2001	-0.0398	Palma Ramos, 2001
Frijol	0.71	Alvarado Beltrán, 1996	-0.08	Varela García, 2011
Trigo	0.92	Garza Carranza, 1988	-0.16	Garza Carranza, 1988
Arroz	0.6876	Vázquez y Martínez, 2011	-0.09	García Figueroa, 1977
Chile	0.2139	Vázquez y Martínez, 2011	-0.7621	Hernández Ortiz, 1999
Papa	0.2135	Vázquez y Martínez, 2011	-0.2401	Hernández Ortiz, 1999
Ajo	0.3348	Vázquez y Martínez, 2011	-10.8354	Vázquez y Martínez, 2011
Jitomate	0.2312	Vázquez y Martínez, 2011	-0.5916	Hernández Ortiz, 1999
Cebolla	0.3163	Vázquez y Martínez, 2011	-0.2088	Hernández Ortiz, 1999
Limón	0.1068	Vázquez y Martínez, 2011	-0.1297	Ramírez Alcocer, 2000
Naranja	0.0921	Vázquez y Martínez, 2011	-0.0905	Ramírez Alcocer, 2000
Manzana	0.1601	Vázquez y Martínez, 2011	-0.174	Salazar Molina, 1996
Guayaba	0.7713	Vázquez y Martínez, 2011	-0.3356	Pérez Sánchez, 2000
Durazno	0.1237	Vázquez y Martínez, 2011	-0.5223	Vázquez y Martínez, 2011
Nuez	0.0222	Vázquez y Martínez, 2011	-0.0244	Vázquez y Martínez, 2011
Mango	0.262	Vázquez y Martínez, 2011	-0.0701	Ramírez Alcocer, 2000
Aguacate	0.0457	Vázquez y Martínez, 2011	-0.66	Vázquez Ibáñez, 1996
Leche de bovino	0.1577	Vázquez y Martínez, 2011	-0.21	Ramírez Jaspeado, 2008
Leche de caprino	0.4801	Vázquez y Martínez, 2011	-0.4663	Vázquez y Martínez, 2011
Carne de bovino	0.0597	Vázquez y Martínez, 2011	-0.0998	Vázquez y Martínez, 2011
Carne de ovino	0.0675	Vázquez y Martínez, 2011	-0.2873	Vázquez y Martínez, 2011
Carne de caprino	0.1922	Vázquez y Martínez, 2011	-0.0229	Vázquez y Martínez, 2011
Carne de puerco	0.1559	Vázquez y Martínez, 2011	-0.1167	González Sánchez, 2001
Carne de pollo	0.0539	Vázquez y Martínez, 2011	-0.1695	Vázquez y Martínez, 2011
Huevo	0.141	Vázquez y Martínez, 2011	-0.0508	Vázquez y Martínez, 2011
Miel de abeja	0.1775	Vázquez y Martínez, 2011	-0.1343	Vázquez y Martínez, 2011
Sorgo	0.7532	Vázquez y Martínez, 2011	-0.5126	Hernández Ortiz, 2007
Avena	0.4062	Vázquez y Martínez, 2011	-0.1506	Vázquez y Martínez, 2011
Cebada	0.3144	Vázquez y Martínez, 2011	-4.35	Vázquez y Martínez, 2011
Garbanzo	0.8075	Vázquez y Martínez, 2011	-8.6735	Vázquez y Martínez, 2011
Soya	1.4725	Vázquez y Martínez, 2011	-0.0354	Vázquez y Martínez, 2011
Cártamo	1.0841	Vázquez y Martínez, 2011	-3.9078	Vázquez y Martínez, 2011
Canola	1.1578	Vázquez y Martínez, 2011	-0.6526	Vázquez y Martínez, 2011
Algodón	0.0252	Ibáñez Salinas, 1999	-0.006	Ibáñez Salinas, 1999
Cacao	0.2345	Vázquez y Martínez, 2011	-0.00003	Vázquez y Martínez, 2011
Café	0.0203	Vázquez y Martínez, 2011	-0.0385	Vázquez y Martínez, 2011
Coco	0.4351	Vázquez y Martínez, 2011	-0.8135	Vázquez y Martínez, 2011
Hule	1.5709	Vázquez y Martínez, 2011	-0.6725	Vázquez y Martínez, 2011
Caña	0.1663	Vázquez y Martínez, 2011	-0.098	Sánchez Sandoval, 2003

Tabla 3. Elasticidad de precios de productos agropecuarios respecto a la oferta y demanda. Fuente: Elaboración propia con datos de la SADER. Vázquez, J. M. P. y Martínez, M.A. (2011). Elasticidades de oferta y demanda de los principales productos agropecuarios de México.

Nótese que la elasticidad de la demanda es negativa por la relación inversa que muestra respecto al precio.

Se marcan con color verde las elasticidades más representativas, tomando como criterio sensibilidades mayores a 0.5 en términos absolutos.

3.1.2. Teoría de los costos de producción

Esta teoría resulta relevante para comprender cómo son establecidos los precios en general, además del mercado agropecuario. La premisa se basa en que los precios de los productos deben ser lo suficientemente altos como para cubrir los costos de producción, permitiendo que los productores obtengan beneficios y continúen ofreciendo bienes al mercado.

Como primer elemento se tiene que el costo total de producción se divide en fijos y variables, es decir, los costos fijos son aquellos que no varían con la cantidad producida, por ejemplo, el arrendamiento de tierras, el pago al personal y otros gastos que permanecen constantes, mientras que los costos variables cambian en proporción de la cantidad de producción, por ejemplo, el gasto en insumos, mano de obra directa, etc. (Field, 2009).

Después, es necesario tener un costo medio de producción, con el fin de establecer un umbral de precio mínimo para que una empresa esté dispuesta a producir una cantidad específica de cierto bien y pueda comenzar a generar ganancias (tener rentabilidad – maximizar el beneficio), es decir, si el precio resulta menor que el costo medio, se tendrían pérdidas pues no se estaría generando al menos lo que ya invirtió en producción. El costo medio es calculado como el costo total dividido por la cantidad producida, es decir, si se tienen costos fijos y variables CF Y CV respectivamente y una cantidad Q producida del bien, el costo medio será:

$$\text{Costo medio} = CM = \frac{CT}{Q} = \frac{CF + CV}{Q}$$

Ecuación 4. Costo de medio de producción.

Dado esto, también es posible hablar sobre el costo marginal, que representa el costo adicional de producir una unidad más, calculándose como el cambio en el costo total dividido por la variación en la cantidad producida Q , es decir, una derivada:

$$\text{Costo marginal} = CMg = \frac{\Delta CT}{\Delta Q} = \frac{\partial CT}{\partial Q}$$

Ecuación 5. Costo marginal de producción.

Así, ambos costos son relevantes para establecer el precio a ofrecer en el mercado, evidentemente tomando en cuenta la demanda presentada por los consumidores. Así, la oferta está perfectamente vinculada con los costos de producción y la demanda, pues si los precios son superiores al costo medio, los productores tienen incentivos para ofrecer más mientras la demanda sea alta, mientras que, si los precios son inferiores al costo

medio, la oferta tendería a disminuir tomando en cuenta una baja demanda, encontrando mayor rentabilidad reduciendo la producción.

Un tercer elemento a considerar es la competencia, pues esta tiende a llevar los precios hacia el costo medio de producción (Field, 2009), pues es necesario para los productores ser más atractivos, en cuestión de precios, que sus competidores, aunque es necesario tomar en cuenta que si los precios son suficientemente bajos, podría optarse por una salida del mercado, reduciendo la oferta y aumentando los precios y por el contrario, si los precios son cada vez más altos, otros productores pueden ingresar al mercado, aumentando la oferta y reduciendo los precios.

3.1.3. Teoría de los precios administrados

Existen otros elementos, además de la oferta y la demanda, que resultan fundamentales de considerar en el establecimiento de precios, por ejemplo, las políticas o programas de gobierno, las regulaciones o las acciones estratégicas de grandes empresas.

Primeramente, el gobierno interviene en sectores estratégicos, en este caso en el mercado agropecuario, ya que, dependiendo de las necesidades del sector, establece niveles de precios para garantizar la equidad y la estabilidad económica protegiendo a consumidores y productores (Gardner, 2012). De esta manera, los precios mínimos garantizan un ingreso suficiente para productores evitando la caída por debajo de un nivel que comience a ser perjudicial, por ejemplo, en situaciones de volatilidad de precios a la baja y condiciones climáticas negativas. En contraste, en escenarios de control de inflación, el gobierno puede establecer precios máximos para bienes, aunque este efecto podría conducir a problemas de escasez y falta de incentivos para la producción.

Luego, las regulaciones incluyen controles de precios, cuotas de producción, aranceles, subsidios y otras medidas que afectan directamente al precio de los productos. Dichas regulaciones en ocasiones buscan corregir fallas de mercado o promover objetivos sociales y económicos. Dichas regulaciones intentan controlar el suministro y, por lo tanto, los precios. Sin embargo, esto puede dar lugar a la falta de incentivos para aumentar la eficiencia, esto en el caso de las cuotas y aranceles, caso contrario al de los subsidios que buscan incentivar la producción y mejorar la oferta y el precio. (Gardner, 2012). Ejemplos claros de esto son el financiamiento con tasas atractivas por parte de instituciones de fomento, como los FIRA (Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura) y los subsidios ofrecidos a las garantías (en caso de incumplimiento) para los intermediarios financieros (IFs) que colocan crédito para los productores.

Sin embargo, las empresas con un significativo poder de mercado llegan a tener la capacidad de influir en los precios mediante estrategias como la fijación de precios, la diferenciación de productos o la manipulación de la oferta para generar un beneficio que

incremento su propio beneficio. En estos casos, los precios pueden estar controlados en lugar de ser totalmente determinados por la oferta y la demanda (Gardner, 2012).

Adicional, otros factores de interés a considerar son las políticas monetaria y fiscal, ya que, por ejemplo, la inflación o la devaluación de la moneda pueden afectar los precios de los bienes, y las políticas fiscales pueden tener un impacto mediante variaciones en los impuestos pagaderos y los gastos del gobierno.

En conclusión, estos factores pueden recaer en ineficiencias, ya que los precios no necesariamente reflejarán la realidad económica del mercado, aunado a factores externos como la corrupción, la violencia y el favoritismo, pues el control de precios y regulaciones puede ser vulnerables a estos factores, lo que distorsiona aún más la tendencia del mercado y desfavorecer a los actores económicos.

3.1.4. Teoría del ciclo de precios agrícolas

Esta teoría sugiere que los precios experimentan fluctuaciones cíclicas a través del tiempo debido a diferentes factores, los cuales influyen en la rentabilidad de los productores, afectan la oferta y la demanda, y tienen implicaciones económicas importantes (Goodwin & Schroeder, 1991).

Como se comentaba anteriormente, las políticas agrícolas, como los subsidios, garantías (seguros), los costos de producción y las regulaciones afectan la oferta y la demanda, contribuyendo en los ciclos de precios agrícolas.

Por otra parte, los fenómenos climáticos, como sequías, inundaciones, heladas, tormentas y otros eventos extremos, tienen un impacto significativo en la producción agrícola. Los ciclos climáticos y las variaciones en las cosechas afectan la calidad y la cantidad de la producción, lo que conduce a una mayor volatilidad en los precios.

Luego, los avances tecnológicos, como nuevas variedades y métodos de cultivos y una gestión agrícola más eficiente (semillas modificadas genéticamente, sistemas de riego mejorados, maquinaria avanzada, etc.) cambian la producción y la oferta, influyendo de forma significativa en el establecimiento de precios. Así, la implementación de estas nuevas tecnologías, en general, sigue patrones de ciclo, con períodos de rápida adopción seguidos por una fase de estabilización afectando la oferta y la eficiencia de producción (Goodwin & Schroeder, 1991).

Después, la economía en general experimenta ciclos de expansión y contracción. Durante períodos de expansión, la demanda de productos agrícolas puede aumentar, elevando los precios y en contraste, durante recesiones, la demanda puede disminuir, afectando negativamente. Un ejemplo claro de esto fue la pandemia del COVID 19, donde la economía, en general sufrió una recesión en el sentido de que un porcentaje importante de PyMES dejaron de operar, haciendo que la oferta disminuyera de manera importante.

Por otra parte, la variación en los precios de los insumos en el sector agropecuario, como combustibles, fertilizantes y maquinaria, afectó la rentabilidad de la producción y, por ende, esto influyó en los ciclos de precios agrícolas.

Dado lo anterior, es posible clasificar las fases de los Ciclos de Precios Agrícolas en auge y caída.

Durante un auge, los precios tienden a ser altos debido a cosechas reducidas, una fuerte demanda o condiciones económicas favorables. Así, los agricultores pueden experimentar mayores márgenes de ganancia.

En una fase de caída, a medida que la oferta se recupera, ya sea debido a mejores condiciones climáticas o al aumento de la producción, los precios pueden comenzar a disminuir. Aquí, los productores enfrentan márgenes de beneficio más bajos y en respuesta a este efecto de bajada de precios, dichos productores, tenderán a reducir la producción; así, este ajuste de la oferta encamina a una disminución de la oferta, aumentando los precios nuevamente en ciclos futuros.

Ahora, una vez comprendidas estas teorías económicas, es importante revisar y entender sobre derivados financieros, ya que este trabajo recae fundamentalmente en su uso.

3.2. Conceptos relevantes sobre derivados financieros

3.2.1. Contratos de Futuros y Opciones

Un producto derivado se define como un instrumento cuyo valor depende o se “deriva” del valor de un bien denominado subyacente, el cual puede ser alguna materia prima cuyo precio se cotice en los mercados internacionales (commodity) o bien algún instrumento financiero, como los títulos accionarios, índices, monedas (tipos de cambio) o un instrumento de deuda. (Lara, 2005, p.11)

Los derivados financieros operan en mercados organizados (estandarizados) y en los mercados extrabursátiles (Over the Counter - OTC)³.

Los mercados de derivados son *mercados de transferencias de riesgos*, ya que el riesgo que algunos agentes económicos no desean asumir se traspasa a otros agentes que tienen interés por dichos riesgos a cambio de obtener una ganancia o rendimiento (Lara, 2005),

³ Mercados financieros donde las transacciones no se realizan en un intercambio centralizado, como una bolsa de valores. En lugar de eso, las operaciones OTC resultan más flexibles llevándose a cabo directamente entre dos partes, generalmente a través de intermediarios de instituciones financieras.

tal es el caso de los productores, ya que, al pactar un contrato derivado sobre algún bien producido, estos fijan un precio de venta a cierto plazo mitigando la volatilidad y el riesgo de pérdida en la venta.

Entonces, es posible concluir que los derivados representan un instrumento de sumo interés en momentos de alta volatilidad de precios y variaciones en los parámetros de mercado. Para ello, los instrumentos básicos en los mercados de derivados *plain vanilla*⁴, para efectos de cobertura de precios, son los futuros y las opciones.

Contratos de Futuros. Son acuerdos donde dos partes pactan comprar y vender respectivamente un bien o activo financiero en una fecha futura a un precio establecido al inicio (precio Strike), de ahí que representa una operación que se hace en el presente (tiempo spot) y se paga (liquida) en el futuro. De ahí que ambas partes adquieren la obligación de comprar/vender respectivamente el bien o activo en la fecha de término del contrato.

Los contratos de futuros cuentan con los siguientes parámetros:

- Bien o activo subyacente. El bien que se acuerda comprar/vender en la fecha de término.
- Lugar de entrega. Funciona si el activo es algún commodity y se debe entregar en físico. En ocasiones se pacta solamente cubrir con valores financieros o efectivo la diferencia de precios, es decir la diferencia entre el precio strike y el precio de ese momento (spot).
- Tamaño del contrato. Es la cantidad negociada del bien o activo financiero en el contrato. Si se trata de commodities se fija en la unidad de medida de la producción, (kilogramos, litros, galones, toneladas, etc.) y de tratarse de activos financieros se especifica en número de títulos o en un valor *nocional* que represente la inversión en dichos títulos.
- Vencimiento. Fecha de terminación del contrato (liquidación) donde se honra el contrato comprando/vendiendo el bien o pagando la diferencia de precios.

Es de alta relevancia indicar que el *precio pactado o strike* es definido por el mismo mercado, por medio de la oferta y demanda de contratos al momento de pactar la operación.

Contratos de Opciones. Es posible tomar la definición anterior de contratos futuros y aplicarla a los contratos de opciones, agregando que, al pactar estos contratos, es necesario pagar una prima, es decir, el contrato tiene precio por el cual el comprador adquiere el derecho, más no la obligación de comprar/vender el bien o activo en la fecha de vencimiento.

⁴ Instrumentos derivados simples y estandarizados que tienen características básicas y comunes. El término se utiliza para describir opciones o contratos de futuros que no tienen características complicadas o estructuras inusuales, y cuyos términos y condiciones son estándar y fáciles de entender.

De esta forma, el comprador de este derecho puede beneficiarse de las variaciones de precios en el mercado en una dirección favorable y limitar la pérdida a solamente el pago de la prima mencionada si las variaciones son en una dirección perjudicial.

Para estos derivados existen dos tipos de contratos, las *opciones Call*, que, a cambio de la prima, otorgan el derecho de comprar el subyacente al final del plazo establecido; y las *opciones Put*, que brindan el derecho de vender el subyacente.

Es importante mencionar que, en la jerga financiera, cuando se tiene una posición de compra se dice que se está *largo* en la posición y cuando se trata de una venta, se dice que se está *corto*.

Por otra parte, la prima que se paga por adquirir el derecho de compra/venta está en función del plazo, el valor spot del subyacente, la volatilidad de los rendimientos de este, el plazo del contrato, el precio de ejercicio strike y una tasa libre de riesgo. En la práctica es común calcular la prima con la fórmula de Black-Scholes (1973), la cual será trabajada en apartados posteriores.

3.2.2. Operativa de contratos derivados

Los participantes en los mercados de derivados son inversionistas, intermediarios financieros, empresas y/o personas físicas, las cuales deben cumplir con ciertos requisitos y regulaciones para operar dependiendo del país donde se encuentre el mercado.

Así, estos participantes pueden enviar órdenes de compra/venta de contratos, en tiempo real, por medio de los intermediarios autorizados (casas de bolsa u operadoras de sociedades de inversión).

Respecto a compensaciones y liquidaciones en México, el mercado de derivados mexicano (MexDer) utiliza una Cámara de Compensación (ASIGNA) para garantizar la integridad y el buen funcionamiento del mercado requiriendo garantías iniciales y de mantenimiento para cubrir posibles pérdidas. Esta cámara juega un papel relevante en la operativa de derivados al actuar como contraparte central para todas las transacciones, reduciendo el riesgo de contraparte (mercado regulado).

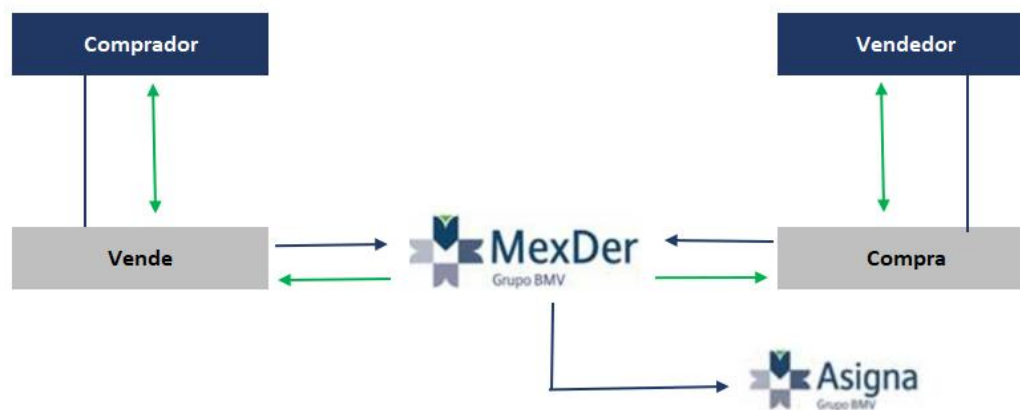


Ilustración 1. Diagrama de operación MexDer – ASIGNA. Fuente: www.mexder.com.mx.

Por otra parte, la operativa de contratos involucra diversos aspectos para su buen funcionamiento:

- Los precios pactados (strike) son determinados por la oferta y la demanda en el mercado. En algunos mercados la formación de precios implica subastas o pujas, es decir, los participantes indican el precio al que se está dispuesto a comprar o vender el subyacente. Al final, el precio se establece según las ofertas recibidas.
- Dependiendo de las cotizaciones de los subyacentes, las variaciones se miden en *ticks*, que representan el movimiento mínimo de precio de un contrato (fluctuación mínima).
- Los márgenes iniciales y de mantenimiento se refieren a depósitos de seguridad requeridos a los participantes para respaldar la posición de compra o venta.
 - Margen Inicial: Depósito inicial que se realiza al abrir una posición (iniciar un contrato) y se calcula en función de la volatilidad y el riesgo asociado al contrato.⁵
 - Margen de Mantenimiento: Depósito adicional que se requiere si la posición experimenta pérdidas. Se ajusta diariamente para reflejar los cambios en el valor de la posición.
- La cámara de compensación y los márgenes contribuyen a mitigar el riesgo al garantizar que las partes involucradas cumplan con sus obligaciones.
- Dependiendo del tipo de derivado, como se comentó anteriormente, la liquidación puede ser física (entrega del bien subyacente) o en efectivo (basada en la diferencia entre el precio de ejercicio Strike y el precio de mercado spot de ese momento).

⁵ Por lo general, se utiliza la metodología del Valor en Riesgo (VaR), que se refiere al cálculo del percentil 95 de la distribución histórica de pérdidas (2 años) de la cotización del subyacente.

A modo de ejemplo, supóngase la compra de un contrato de maíz por \$10.5 el Kg (por plasmar una cantidad) dentro de 2 meses, Si el precio de este subyacente aumenta a \$10.9 la variación del precio sería 40 centavos y si para el maíz la variación mínima es de un centavo, entonces la variación del precio es de 40 ticks. Esta variación debe ser multiplicada por el tamaño del contrato, por lo que si este se pactó por, digamos 25 toneladas, entonces la pérdida que se tiene hasta el momento en el contrato sería de $0.40 \times 1,000 \times 25 = \$10,000$, ya que el derivado se pactó para comprar el bien.

Luego, si se supone un margen de mantenimiento de 8,000 pesos, entonces se realizará una llamada de margen, donde la posición de compra tendría que depositar a la Cámara de Compensación 2,000 pesos adicionales para cubrir dicha cuenta y seguir garantizando la posición.

3.2.3. Operaciones de cobertura

Los derivados financieros, en general, funcionan como dos tipos de estrategia dependiendo el interés del inversionista, es decir, ya que los contratos funcionan pactando un precio futuro, el inversor:

- 1) tiene la oportunidad de apostar a que el precio suba o baje dependiendo de las expectativas de mercado, obteniendo una ganancia derivada de la diferencia del precio pactado y el precio spot cotizado al final del plazo del contrato. A este tipo de estrategia se le conoce como especulación⁶.

Para contratos futuros se tiene:

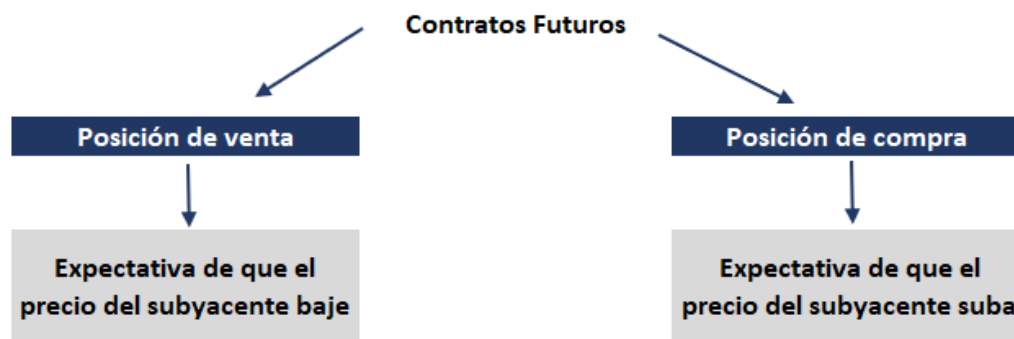


Ilustración 2. Estrategia de los contratos de futuros según expectativas. Fuente: Elaboración propia.

⁶ Aunque la cobertura se utiliza para gestionar y reducir riesgos, la especulación se centra en aprovechar las oportunidades de ganancias resultantes de los movimientos de precios. Esto aporta liquidez al mercado aumentando el volumen de negociaciones, además de que los especuladores asumen riesgos que productores o consumidores, desean transferir, de ahí que fungan contraparte de coberturistas.

Y para contratos de opciones a cambio del pago de una prima:

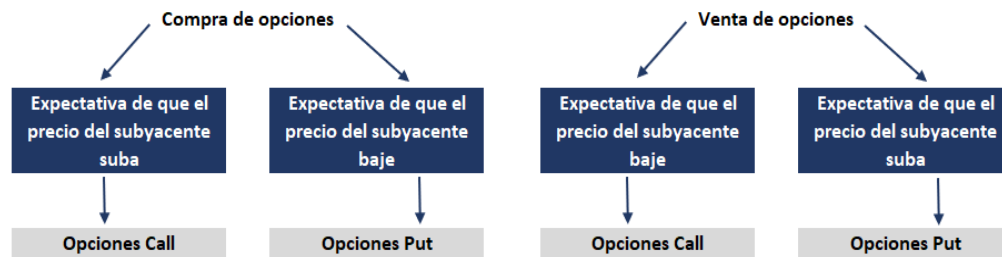
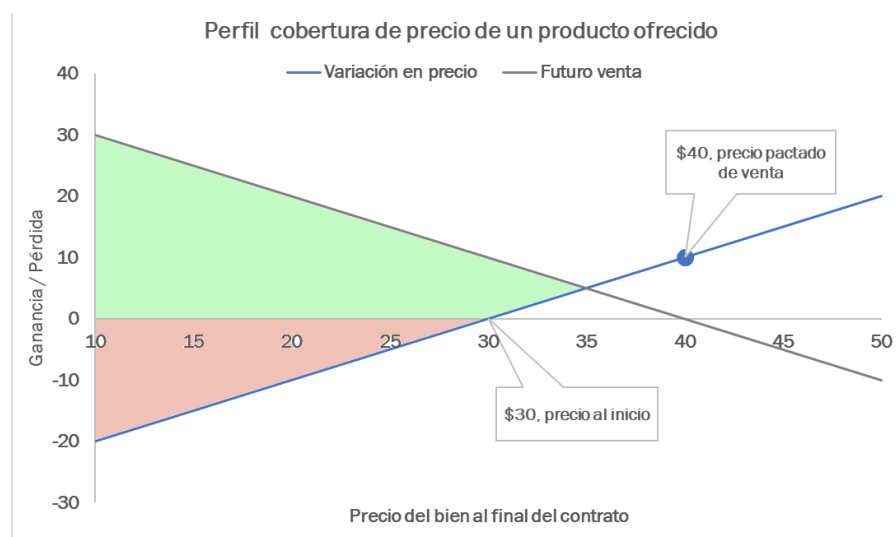


Ilustración 3. Estrategia de los contratos de opciones según expectativas. Fuente: Elaboración propia.

- 2) tiene la oportunidad, con derivados, de utilizar una posición contraria (secundaria) a la que mantiene en una primera inversión (primaria), para cubrir/mitigar posibles pérdidas (cobertura). Así, si se tiene una inversión inicial y la expectativa que se tiene es la de perder valor, entonces se pacta un contrato sobre el subyacente inicial para garantizar un precio y no presentar la pérdida comentada.

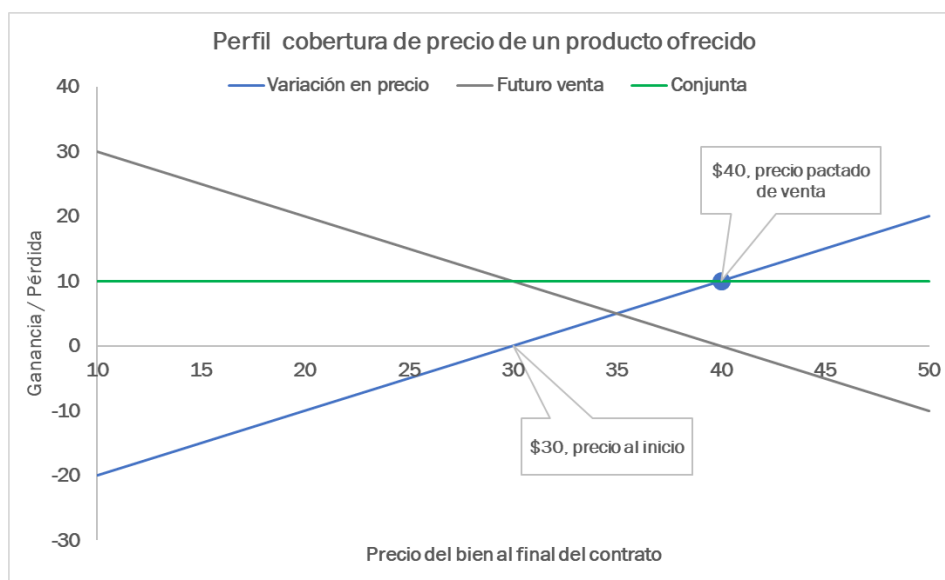
Por ejemplo, supóngase que un productor que cosechará dentro de 4 meses un bien agrícola, el cual hoy (spot) tiene un precio de \$30. Dada la alta volatilidad de los productos agrícolas, el productor está interesado en pactar una cantidad para poder vender su producto dentro de esos 4 meses a un precio que no sea menor a los \$30 iniciales, de ahí que, pactando un contrato futuro para vender, por ejemplo, en \$40 al final de los 4 meses, el productor garantiza vender su producto en este precio, sin importar si al término del plazo la cotización en el mercado es más baja. Gráficamente se tiene:



Gráfica 5. Perfil de cobertura de precio de un producto ofrecido, con futuros. Fuente: Elaboración propia.

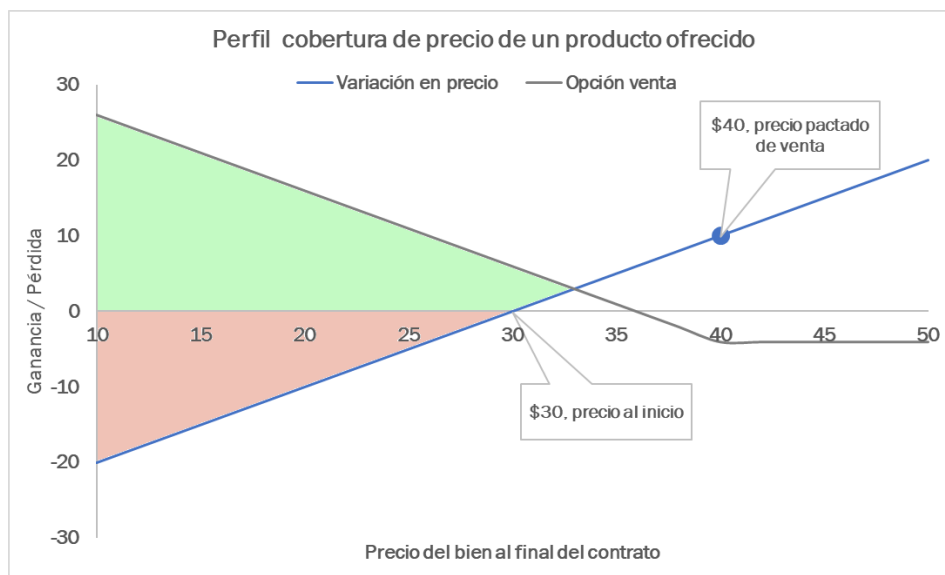
Se observa que, si el precio del bien (línea azul), dentro de 4 meses, se posiciona debajo de los \$30 iniciales, se tiene una pérdida de valor en producto (área rosada). Por otra parte, en el contrato futuro (línea gris) se pactó un precio para vender en \$40 a dos meses, por lo que si el subyacente vale menos de \$30, este se vendería en los \$40 mencionados generando una ganancia de la diferencia de precios (área verde). Así, sumando ambos efectos, la parte verde de ganancia del derivado anula la parte rosada de la pérdida de valor en el producto, ya que se garantizó un precio de venta, haciendo que el productor tenga una ganancia neta de \$10.

En contraste, pudiera ocurrir, después de los 4 meses, que el bien llegue a tener un precio mayor a los \$40 pactados, pero la idea de la cobertura de precios agropecuarios es fijar un precio para reducir/mitigar la volatilidad que genera incertidumbre y afecta tanto a productores como a consumidores finales. De ahí que la idea es ofrecer certidumbre a las familias de que en cierto plazo podrán acceder a los productos de su canasta de consumo. En cualquier escenario se garantiza la ganancia de \$10 (línea verde).



Gráfica 6. Perfil de cobertura de precio de un producto ofrecido con una ganancia garantizada fijando el precio de venta con futuros. Fuente: Elaboración propia.

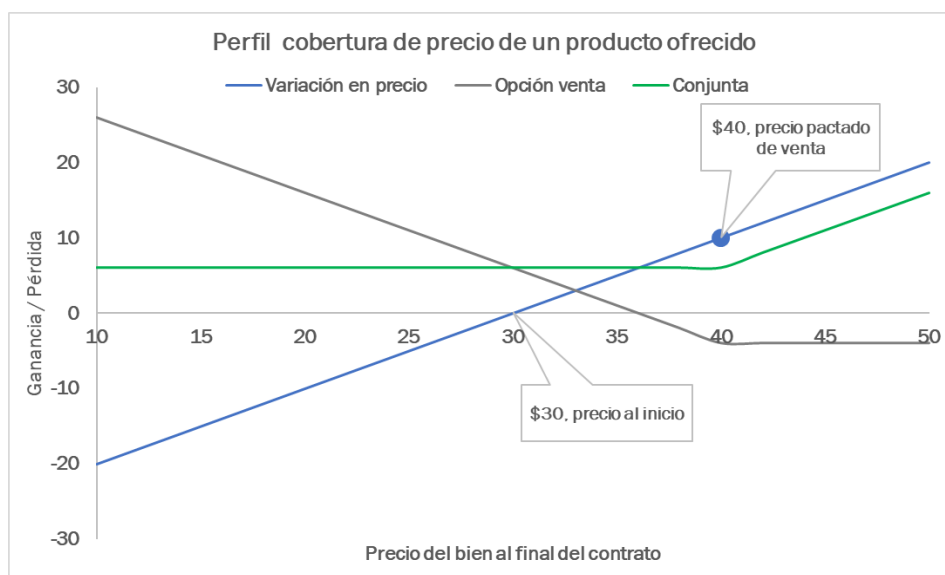
Para el caso de las opciones, se adquiere una opción para vender el subyacente (put) y resulta el mismo efecto que con los futuros, solamente que el pago de la prima le da el derecho al productor de ejercer el derivado sí y solo sí le conviene la transacción, lo cual le daría el beneficio de poder vender su producto si el precio es mayor que \$40, ya que en ese punto no se ejercería el derivado y podría vender a un precio más alto del pactado, generando un margen adicional de ganancia.



Gráfica 7. Perfil de cobertura de precio de un producto ofrecido, con opciones. Fuente: Elaboración propia.

En ese caso de no ejercer, la pérdida se reduciría al pago de la prima, la cual fácilmente puede ser solventada con la ganancia de la venta del producto. Cabe mencionar que el pago de la prima puede/debe ser subsidiado por programas de instituciones gubernamentales al igual que las llamadas de margen.

El efecto combinado de las variaciones en el precio del producto y el pago del derivado (Pay-Off) es:



Gráfica 8. Perfil de cobertura de precio de un producto ofrecido con una ganancia garantizada fijando el precio de venta con opciones. Fuente: Elaboración propia.

Así, aunque el precio del subyacente baje, el productor garantiza una ganancia neta de \$10 (línea verde), al vender en \$40 y si no ejerce la opción, podría vender más caro y generar mayores ganancias restando el pago de la prima del derivado.

En conclusión, se tiene el apoyo de instituciones para adquirir coberturas agropecuarias, se garantiza un precio de venta para el productor y se elimina el riesgo de pérdidas potenciales por la alta volatilidad de los precios de los productos, haciendo que el consumidor final tenga certeza al pagar por los bienes que consume, ya que el margen entre el precio al productor y al consumidor tendría que mantenerse sin una alta variación (ver precios históricos de precios al productor y al consumidor en la sección del análisis de volatilidad de precios agropecuarios de este documento).

4. Procedimiento metodológico

4.1. Identificación de Productos Clave

4.1.1. Análisis del Índice Nacional de Precios al Productor (INPP)

Una vez comprendido cómo funciona, en general, el establecimiento de precios en el sector agropecuario es necesario identificar los principales productos respecto a la oferta y la demanda en el país, con el fin de establecer una muestra factible para trabajar en una propuesta de su inclusión en el mercado de derivados (MexDer), analizando el comportamiento de sus precios, las variables económicas que los afectan y el proceso de producción correspondiente.

Así, es posible iniciar con la oferta, analizando los componentes para el sector agropecuario del Índice Nacional de Precios al Productor (INPP).

En general, un índice de precios productor es una medición de los cambios en los precios de los bienes y servicios de la producción nacional. Se define como un conjunto de índices que miden la variación de los precios de bienes y servicios comprados y vendidos por los productores. Así, un índice de precios productor mide la variación de los precios de los productos vendidos por el productor una vez que los elabora⁷.

La metodología de cálculo del INPP implica la recopilación histórica de datos de precios de una canasta representativa de productos y servicios y la variación en estos precios se utiliza para calcular el índice. La canasta de bienes y servicios varía según el sector económico que se esté evaluando. Por otra parte, es importante mencionar, que como índice, el INPP a la fecha se calcula con base 2019 (antes 2012), por parte del Instituto Nacional Estadística, Geografía (INEGI), entidad encargada de publicar los resultados de forma oficial (INEGI, 2019).

En el caso de productos agropecuarios, el INPP específico para este sector se centraría en los precios de los productos agrícolas y ganaderos (cabe mencionar que el índice se divide por ramas económicas, lo que resulta factible para analizar el ramo agropecuario), por lo que un aumento en el INPP para productos agropecuarios indica un aumento generalizado en los precios que los productores reciben por los bienes ofrecidos.

De esta forma, el índice es importante para los actores en la cadena de suministro agropecuaria, desde los productores hasta los intermediarios y los consumidores finales,

⁷ OIT, FMI, OCDE, Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa y Banco Mundial. Producer Price Index Manual: Theory and Practice. Edición en inglés, Washington: Fondo Monetario Internacional, 2004. ISBN 1-58906-304-X

pues influye en la toma de decisiones sobre la producción, la comercialización y la fijación de precios.

A continuación, se muestra la variación e incidencia del INPP por actividad económica a octubre 2023.

Actividad económica	Variación porcentual		Incidencia mensual ^{1/}
	Mensual	Anual	Total
Índice General	0.46	1.35	0.46
Actividades primarias	-4.16	0.78	-0.24
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	-4.16	0.78	-0.24
Actividades secundarias	0.80	-0.57	0.49
Minería	3.01	-5.41	0.14
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	2.22	5.35	0.05
Construcción	-0.10	1.96	-0.01
Industrias manufactureras	0.69	-0.84	0.31
Actividades terciarias	0.65	5.34	0.21
Transportes, correos y almacenamiento	1.24	6.62	0.11
Información en medios masivos	0.12	1.28	0.00
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	0.31	3.91	0.02
Servicios profesionales, científicos y técnicos	0.97	3.29	0.02
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	0.31	4.85	0.01
Servicios educativos	0.00	6.69	0.00
Servicios de salud y de asistencia social	0.23	6.74	0.01
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0.43	5.07	0.00
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	1.34	5.94	0.04
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	0.65	6.08	0.01

1/ La incidencia se refiere a la contribución, en puntos porcentuales, de cada componente del Índice Nacional de Precios Productor (INPP) en la variación porcentual del índice general. Esta se calcula utilizando los ponderadores de cada subíndice, así como los precios relativos y sus respectivas variaciones. En ciertos casos, la suma de los componentes de algún grupo de subíndices puede presentar discrepancias por efectos del redondeo.

Tabla 4. Variación e incidencia del INPP, incluido petróleo. Clasificación por origen, Oct 2023. Fuente: INEGI. Índice Nacional de Precios Productor (INPP), 2023.

Se observa que el INPP general tuvo una variación positiva mensual (0.46%), por lo que los precios de Mercancías y Servicios aumentaron en dicha proporción. En lo que respecta a actividades primarias, incluidos agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza, este rubro disminuyó 4.16% en el último mes y

esta reducción tuvo una incidencia negativa (-0.24%) en la variación mensual del índice general.

Cabe mencionar que, en general, los precios de las actividades primarias aumentaron 0.78% respecto al año anterior.

Respecto a la contribución en la variación del INPP general, se muestran los productos genéricos con mayor incidencia durante el mes:

Productos con precios al alza	Variación % mensual	Incidencia ^{1/} mensual	Productos con precios a la baja	Variación % mensual	Incidencia ^{1/} mensual
Petróleo crudo	3.9	0.107	Aves	-26.04	-0.251
Transporte aéreo de pasajeros	13.2	0.081	Carne de ave en canal	-14.05	-0.211
Otros petrolíferos	11.91	0.073	Gasolina	-7.68	-0.041
Electricidad residencial	19.23	0.047	Jitomate	-13.3	-0.022
Computadoras y accesorios	4.42	0.043	Naranja	-15.25	-0.01
Azúcar	10.83	0.038	Aguacate	-5.56	-0.009
Hoteles	3.92	0.034	Edificación residencial	-0.13	-0.008
Otras partes y refacciones automotrices	4.73	0.029	Edificación de inmuebles comerciales y de servicios	-0.24	-0.005
Oro	4.33	0.026	Perfiles de hierro y acero	-4.12	-0.005
Bujías y otras partes para sistema eléctrico	3.43	0.023	Láminas de acero galvanizado	-3.86	-0.005
Camiones	3.06	0.021	Construcción de naves y plantas industriales	-0.54	-0.005
Autotransporte de carga general	0.47	0.02	Alambres y cables con aislamiento	-2.18	-0.004
Asientos para vehículos automotrices	3.82	0.019	Molibdeno y otros minerales metálicos no ferrosos	-9.35	-0.004
Huevo	10.37	0.019	Cebolla	-9.44	-0.004
Equipos de comunicación	4.88	0.018	Alambres y cables sin recubrir	-2.26	-0.004

1/ La incidencia se refiere a la contribución, en puntos porcentuales, de cada componente del INPP en la variación porcentual del índice general. Esta se calcula utilizando los ponderadores de cada subíndice, así como los precios relativos y sus respectivas variaciones.

Tabla 5. Variación e incidencia del INPP, incluido petróleo. Genéricos con mayor incidencia, Oct 2023.
Fuente: INEGI. Índice Nacional de Precios Productor (INPP), 2023.

Respecto al ramo agropecuario, durante octubre 2023, los productos con mayor incidencia en la variación mensual del INPP son azúcar, huevo, aves, carne de ave en canal, jitomate, naranja. aguacate y cebolla.

4.1.2. Análisis del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC)

El Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) es una medida que refleja la variación promedio en los precios de un conjunto específico de bienes y servicios que consumen los hogares en un país (INEGI, 2018). Entonces a diferencia del INPP que mide el cambio promedio en el precio de los bienes y servicios para la oferta por parte de los productores, el INPC lo hace enfocado hacia la demanda, es decir, para consumidores. De esta forma es posible analizar las variaciones de precios en el país desde ambos enfoques (oferta y demanda).

El INPC se ha consolidado como uno de los principales indicadores del desempeño económico del país; sus aplicaciones son numerosas y de alta importancia en los ámbitos económico, jurídico y social, pues las variaciones de precios repercuten directamente en el poder adquisitivo y en el bienestar de los consumidores (mide el fenómeno de inflación). De ahí que es considerado un indicador trascendente y de interés general para toda la sociedad (INEGI, 2028).

La metodología para el cálculo del INPC en México (igualmente calculado y publicado por el INEGI) consiste, en general, en un seguimiento de los precios de los productos y servicios incluidos en la una canasta de productos a lo largo del tiempo, recopilando precios de los productos y servicios seleccionados en localidades del país para asignar pesos relativos a cada producto en la canasta (al igual que en INPP), reflejando su importancia en el gasto total de los hogares.

Luego, se calcula el índice ponderado, que compara el costo total de la canasta en un periodo dado con el costo en un periodo base (el índice se establece en 100 para junio 2018).

Así, una de las canastas que componen el índice está conformada por alimentos, de los cuales, una parte proviene del sector agropecuario. Estos precios como cereales, frutas, verduras, carne, etc., como se comentaba anteriormente, son monitoreados y forman parte de la canasta del INPC.

En conclusión, los productores y consumidores del sector agropecuario deben seguir el INPC para entender cómo los cambios en los precios al consumidor pueden afectar la demanda e influir en las decisiones de producción y venta.

Por otra parte, es necesario mencionar que la inflación puede medirse de dos vías, subyacente y no subyacente. Así, la primera excluye productos y servicios que pueden experimentar volatilidad temporal en sus precios, como alimentos y energéticos (alimentos no procesados, productos agropecuarios, gasolina, gas, electricidad, y algunos servicios con tarifas reguladas). Al eliminar estos componentes más volátiles, se obtiene una medida más estable y representativa de la tendencia de la inflación que ayuda en la toma de decisiones en la política monetaria.

En contraste, la inflación no subyacente incluye todos los bienes y servicios y es útil para comprender la influencia de factores externos, como eventos climáticos (afectando la producción agrícola) o movimientos en los precios del petróleo, en la variación de precios (INEGI, 2018).

Ambas medidas, la inflación subyacente y no subyacente, proporcionan perspectivas complementarias sobre la dinámica de los precios en una economía.

Dado lo anterior, para efectos de este trabajo, es necesario seguir el comportamiento del INPC de forma no subyacente. Para el cierre de octubre 2023 se tiene lo siguiente:

Concepto	Variación porcentual		Incidencia ^{1/}	
	Mensual	Anual	Mensual	Anual
INPC	0.38	4.26	0.38	4.26
Subyacente	0.39	5.50	0.29	4.12
Mercancías	0.34	5.64	0.14	2.31
Alimentos, bebidas y tabaco ^{2/}	0.45	6.95	0.10	1.54
Mercancías no alimenticias	0.21	4.09	0.04	0.77
Servicios	0.44	5.34	0.15	1.81
Vivienda ^{3/}	0.30	3.67	0.04	0.51
Educación (colegiaturas)	0.01	6.60	0.00	0.22
Otros servicios ^{4/}	0.64	6.48	0.11	1.08
No Subyacente	0.34	0.56	0.08	0.14
Agropecuarios	-2.09	1.62	-0.24	0.19
Frutas y verduras	-3.13	4.77	-0.17	0.25
Pecuarios	-1.16	-0.97	-0.07	-0.06
Energéticos y tarifas autorizadas por el gobierno	2.57	-0.35	0.33	-0.05
Energéticos	3.72	-2.59	0.32	-0.25
Tarifas autorizadas por el gobierno	0.11	5.03	0.00	0.20

1/ La incidencia se refiere a la contribución, en puntos porcentuales, de cada componente del INPC a la inflación general. Esta se calcula utilizando los ponderadores de cada subíndice, así como los precios relativos y sus respectivas variaciones. En ciertos casos, la suma de los componentes de algún grupo de subíndices puede presentar discrepancias por efectos de redondeo.

2/ Incluye alimentos procesados, bebidas y tabaco. No incluye productos agropecuarios.

3/ Incluye vivienda propia, renta de vivienda, servicio doméstico y otros servicios para el hogar.

4/ Incluye loncherías, fondas y taquerías, restaurantes y similares, servicio de telefonía móvil, mantenimiento de automóvil, consulta médica, servicios turísticos en paquete, entre otros.

Tabla 6. Variación e incidencia del INPC y sus componentes. Octubre 2023. Fuente INEGI.

Dentro del índice no subyacente, en variación mensual, los precios agropecuarios, en general, disminuyeron 2.09%, mientras que las frutas y verduras decrecieron en 3.13%. En términos anuales los precios incrementaron 1.62% y 4.77% respectivamente.

Referente a la incidencia de estos rubros en el INPC general, los agropecuarios contribuyeron, de forma mensual a la variación de 0.38% en -0.24% y frutas y verduras

en -0.17% (Las disminuciones mensuales son congruentes con las disminuciones en el rubro agropecuario del INPP).

Respecto a los productos genéricos que mayor incidencia tuvieron en la variación del INPC en octubre 2023, se tiene:

Productos con precios al alza	Variación % mensual	Incidencia ^{1/} mensual	Productos con precios a la baja	Variación % mensual	Incidencia ^{1/} mensual
Electricidad	19.230	0.271	Jitomate	-14.460	-0.105
Gas doméstico LP	3.420	0.051	Pollo	-4.050	-0.069
Azúcar	9.690	0.043	Cebolla	-11.720	-0.035
Vivienda propia	0.290	0.031	Naranja	-11.910	-0.027
Transporte aéreo	13.370	0.030	Aguacate	-8.560	-0.022
Servicios turísticos en paquete	7.030	0.022	Plátanos	-5.290	-0.015
Zanahoria	20.960	0.021	Limón	-4.330	-0.009
Frijol	3.710	0.020	Papa y otros tubérculos	-1.790	-0.007
Loncherías, fondas, torterías y taquerías	0.380	0.019	Lechuga y col	-3.520	-0.006
Otras frutas	2.900	0.010	Huevo	-0.560	-0.005

1/ La incidencia se refiere a la contribución, en puntos porcentuales, de cada componente del INPC a la inflación general. Esta se calcula utilizando los ponderadores de cada subíndice, así como los precios relativos y sus respectivas variaciones.

Tabla 7. Productos genéricos con mayor incidencia en la variación mensual del INPC, Oct 2023. Fuente: INEGI.

Como puede observarse, los productos agropecuarios destacan en la participación de la variación mensual del INPC. Es relevante la disminución en precio de productos como aguacate, naranja, cebolla, pollo y jitomate.

4.1.3. Análisis de la Encuesta de Gastos de Hogares (ENIGH)

Además de estos índices de alta relevancia en la economía del país (INPP e INPC), el INEGI levanta una encuesta cada 2 años (la última realizada en 2022), con el fin de proporcionar un panorama estadístico del comportamiento de los ingresos y gastos de los hogares en cuanto a su monto, procedencia y distribución, es decir, la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH). Adicionalmente, la encuesta ofrece información sobre las características ocupacionales y sociodemográficas de los integrantes del hogar, así como las características de la infraestructura de la vivienda y su equipamiento (INEGI, 2022).

La metodología de la ENIGH es robusta, ya que sigue un proceso de perfeccionamiento que se ha adquirido históricamente con base en encuestas de ingresos y gastos de los hogares de forma nacional como internacional.

Diseño de la muestra	Población de estudio	Muestra total	Periodo de levantamiento	Cobertura	Personal operativo
Modelo probabilístico Por conglomerados estratificados en dos etapas.	Hogares y residentes en viviendas particulares	105,525 viviendas, representando a 128,889,708 habitantes	ago- nov 2022	Nacional Entidad Federativa: - Urbana: Localidades de 2,500 y más habitantes - Rural: Localidades de menos de 2,500 habitantes.	3,124 entrevistadores, supervisores, etc.

Tabla 8. Proceso de la ENIGH 2022. Fuente: Diseño conceptual de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares.

Así, en la sección del gasto de los hogares, se tiene el desembolso promedio trimestral a 2022 de los rubros que componen el total del gasto en México:

Rubro de gasto	Promedio (pesos)				Variación porcentual		
	2016	2018	2020	2022	2016 - 2022	2018 - 2022	2020 - 2022
Gasto corriente monetario	38,415	39,147	34,108	39,965	4.0	2.1	17.2
Alimentos, bebidas y tabaco	13,502	13,787	12,977	15,059	11.5	9.2	16.0
Transporte y comunicaciones	7,427	7,811	6,331	7,714	3.9	-1.2	21.8
Educación y esparcimiento	4,780	4,742	2,619	3,921	-18.0	-17.3	49.7
Vivienda y servicios	3,658	3,733	3,746	3,793	3.7	1.6	1.2
Cuidados personales	2,840	2,898	2,731	3,075	8.3	6.1	12.6
Limpieza y cuidados de la casa	2,267	2,297	2,233	2,432	7.3	5.8	8.9
Vestido y calzado	1,777	1,754	1,018	1,523	-14.3	-13.2	49.6
Salud	1,037	1,028	1,443	1,345	29.7	30.9	-6.8
Transferencias de gasto**	1,127	1,096	1,009	1,101	-2.3	0.5	9.2

Las cifras están expresadas en pesos de 2022.

** Transferencias de gasto: corresponden a ayuda en dinero a parientes y personas ajenas al hogar, contribuciones a instituciones benéficas en dinero; pago de servicios del sector público (expedición de pasaporte, actas, licencias, placas, etc.), así como gastos para la compra de regalos destinados a personas ajenas al hogar.

Tabla 9. Gasto corriente monetario promedio trimestral por rubros de gasto en alimentos, bebidas y tabaco. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2016, 2018, 2020 y 2022 Fuente: INEGI.

Resalta el rubro de *Alimentos, bebidas y tabaco* con la mayor parte del gasto promedio trimestral en 2022, es decir, \$15,059 (37.7% del total del gasto), el cual tuvo una variación al alza de 16.0% respecto a 2020.

De esta manera, se concluye que el rubro de alimentos es en donde los hogares mexicanos tienen un mayor gasto, por lo que resulta de relevancia analizar el detalle de dicho componente:

Rubro de gasto	Promedio (pesos)				Variación porcentual		
	2016	2018	2020	2022	2016-2022	2018 - 2022	2020 - 2022
Alimentos, bebidas y tabaco	13,502	13,787	12,977	15,059	11.5	9.2	16
Alimentos y bebidas consumidas dentro del hogar	10,460	10,569	11,177	12,031	15	13.8	7.6
Carnes	2,432	2,431	2,557	2,801	15.2	15.2	9.5
Cereales	1,869	1,880	1,882	2,079	11.2	10.6	10.5
Otros alimentos diversos*	1,165	1,270	1,538	1,641	40.9	29.2	6.7
Verduras, legumbres, leguminosas y semillas	1,200	1,231	1,325	1,345	12	9.2	1.5
Leche y sus derivados	1,126	1,066	1,019	1,069	-5.1	0.3	4.9
Bebidas alcohólicas y no alcohólicas	936	930	974	1,022	9.2	10	5
Frutas	484	493	526	548	13.1	11.1	4.2
Huevo	365	383	426	514	40.9	34.2	20.9
Pescados y mariscos	255	254	280	269	5.6	6	-3.7
Aceites y grasas	136	141	140	201	47.8	42.3	43.7
Tubérculos	149	170	168	198	32.8	16.7	18.1
Café, té y chocolate	112	106	111	122	8.8	14.8	9.8
Azúcar y mieles	123	114	131	112	-8.6	-1.3	-14
Especias y aderezos	107	101	103	110	2.6	8.6	6.6
Alimentos y bebidas consumidas fuera del hogar	2,965	3,146	1,733	2,957	-0.3	-6	70.6
Tabaco	77	72	67	71	-7.2	-0.6	6.7

Cifras en pesos de 2022.

*Incluye conceptos: Cereal de arroz, avena, mixto para bebé; papillas para bebé; hongos frescos; flanes, gelatinas, pudines en polvo, etc.

Tabla 10. Gasto corriente monetario promedio trimestral por grandes rubros de gasto. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2016, 2018, 2020 y 2022. Fuente: INEGI.

Se observa que, dentro del rubro que es del interés de este trabajo, es decir, *Alimentos y bebidas consumidas dentro del hogar*, resaltan los productos agropecuarios con mayor desembolso promedio trimestral en 2022 (mayor a \$500 pesos), que son carnes, cereales, verduras, legumbres, leguminosas y semillas, frutas y huevo con un gasto de \$2,801, \$2,079, \$1,345, \$548 y \$514 respectivamente, lo que representa 23.3%, 17.3%, 11.2%, 4.6% y 4.3% respectivamente, del total del gasto en este rubro.

Así, en promedio, los productos agropecuarios mencionados son los que mayor incidencia mostraron en el gasto trimestral promedio respecto al gasto de los hogares en México en 2022, además de mostrar una variación alcista en gasto de 2020 a 2022 (9.5%, 10.5%, 1.5%, 4.2% y 20.9% respectivamente).

4.1.4. Producción, Financiamiento y Programas para el sector agropecuario

Además de la incidencia de precios, es importante resaltar los productos que mayor producción han generado en el último año. De acuerdo con el Censo Agropecuario⁸, realizado por el INEGI en 2022 (realizado después de 5 años) los productos agrícolas con mayor producción en el país, respecto a agricultura de cielo abierto⁹ son los siguientes:

Producto	Producción (toneladas)	Superficie (hectáreas)
Maíz blanco	21,926,226	6,077,029
Sorgo	4,393,719	1,472,605
Maíz amarillo	3,476,543	702,273
Trigo	3,123,284	566,233
Papa	1,695,233	56,089
Frijol	967,403	1,909,374
Azúcar	59,565,349	1,007,713
Alfalfa	33,654,202	425,357
Naranja	3,784,111	467,799
Limón	3,234,927	367,931
Agave	2,971,469	361,475
Plátano	2,652,188	164,058

Tabla 11. Producción y superficie sembrada de los principales cultivos del país (agricultura cielo abierto). Fuente: Censo Agropecuario, INEGI 2022.

Destacan maíz, azúcar y alfalfa por sus altos niveles de producción. Adicionalmente, son relevantes los productos que han incrementado la superficie producida considerablemente en los últimos 5 años:

Producto	Hectáreas		Variación
	Censo 2017	Censo 2022	
Agave	155,080	361,475	133.1%
Aguacate	121,044	290,820	140.3%
Azúcar	680,247	1,007,713	48.1%
Limón	148,782	367,931	147.3%
Naranja	359,142	467,799	30.3%

Tabla 12. Cultivos que han incrementado de manera significativa su superficie sembrada (agricultura cielo abierto). Fuente: Elaboración propia con datos del Censo Agropecuario, INEGI 2022.

⁸ Es la fuente de información económica agropecuaria y forestal más completa y detallada de México, necesaria para la toma de decisiones, el análisis y la investigación.

⁹ Siembra, cultivo o plantación de especies vegetales para alimento o materia prima, en riego o temporal, en terrenos, predios, parcelas y huertos, sin protección artificial para los cultivos o plantaciones.

Los principales productos en agricultura protegida¹⁰ se muestran a continuación:

Cultivo	Superficie sembrada (hectáreas)			Producción (toneladas)		
	Total	Agricultura protegida	Porcentaje	Total	Agricultura protegida	Porcentaje
Jitomate	56 709	19 653	34.7	3 835 146	2 405 207	62.7
Pepino	18 257	6 360	34.8	886 444	660 552	74.5
Chile	137 321	7 996	5.8	2 590 247	629 473	24.3
Fresa	20 121	6 397	31.8	680 275	251 234	36.9
Manzana	52 890	10 378	19.6	542 967	218 843	40.3
Zarzamora	16 482	2 290	13.9	237 329	46 648	19.7
Arándano	11 223	2 803	25	35 101	32 422	92.4

Tabla 13. Superficie sembrada y producción de los principales cultivos en agricultura protegida. Fuente: Censo Agropecuario, INEGI 2022.

De forma complementaria, se tienen los principales productos pecuarios en 2022:

Producto	Total	En unidades de producción	Porcentaje	En viviendas	Porcentaje
Bovinos	24,808,075	24,533,565	98.9%	254,510	1.0%
Porcinos	16,529,788	16,021,318	96.9%	508	0.0%
Aves	531,534,526	522,409,099	98.3%	9,125,427	1.7%
Ovinos	6,432,667	5,714,882	88.8%	717,785	11.2%
Caprinos	3,224,752	2,994,403	92.9%	230,349	7.1%

Tabla 14. Cría de animales en unidades de producción y viviendas, existencias (cabezas). Fuente: Censo Agropecuario, INEGI 2022.

Destacan, bovinos, porcinos y aves por sus altos niveles de producción.

Por otra parte, el financiamiento al sector agropecuario, en materia de producción, es altamente relevante, ya que, con apoyos y subsidios, los productores pueden acceder de mejor manera al mercado para ofrecer sus productos a un precio competitivo. Así, es fundamental revisar los programas e instituciones que están encaminadas a brindar estos apoyos a productores. Entre los más importantes destacan:

¹⁰ Aquella en la que los cultivos se encuentran cubiertos por invernaderos o estructuras de metal y plástico.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) y Programa de Precios de Garantía a Productos Alimentarios Básicos

El PROCAMPO complementa el ingreso económico de los productores del campo mexicano, ya sean de autoconsumo o de abastecimiento, para contribuir a su crecimiento económico individual y al del país. Otorga un apoyo por hectárea a la superficie elegible que esté sembrada con cualquier cultivo lícito, en explotación pecuaria, forestal o que se encuentren bajo proyecto ecológico autorizado por la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Algunos de los cultivos que son elegibles para recibir apoyo del PROCAMPO incluyen:

- *Cultivos Básicos: maíz, frijol, arroz, trigo, sorgo, avena, cebada, etc.*
- *Cultivos Perennes o Frutales: manzana, pera, durazno, naranja, limón, café, etc.*
- *Otros Cultivos Específicos: algodón, hortalizas, etc.*

Por otra parte, el Programa de Precios de Garantía a Productos Alimentarios Básicos de la SADER busca apoyar a los productores agrícolas, especialmente a pequeños y medianos agricultores, asegurando un precio mínimo para ciertos productos básicos. El programa tiene como objetivo estabilizar los ingresos de los productores y garantizar la disponibilidad de alimentos básicos a precios accesibles para los consumidores, enfocándose principalmente en granos como *maíz, frijol, arroz, trigo y sorgo*.

Programa Precios de Garantía de Seguridad Alimentaria Mexicana (SEGALMEX).

SEGALMEX es la institución resultante de la fusión de Diconsa y Liconsa y tiene como objetivo impulsar la seguridad alimentaria en el país, buscando garantizar el acceso de la población a alimentos básicos a precios justos.

El programa apoya a los productores más pobres del campo con un precio de estímulo a las cosechas de maíz, frijol, arroz y trigo panificable.

Los Precios de Garantía y límites de compra para cada producto son los siguientes:

	Maíz	Frijol	Trigo	Arroz
Precio de garantía (pesos por tonelada)	\$5,610	\$14,500	\$5,790	\$6,120
Límite de compra	20 toneladas por productor	15 toneladas por productor	100 toneladas por productor	120 toneladas por productor

Tabla 15. Precios de garantía del Programa SEGALMEX. Fuente: Elaboración propia con datos del portal del Gobierno de México <https://www.gob.mx/>.

Es de notarse que el programa solo aplica para granos y leguminosas.

Financiamiento y Programas de los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA)

El crédito de FIRA se otorga por medio de los Intermediarios Financieros (IFs) registrados y autorizados para operar recursos FIRA (crédito de segundo piso), para financiar a las empresas de los sectores agropecuario, forestal, pesquero y rural, bajo las modalidades de crédito para conceptos de Avío y Capital de trabajo (créditos de corto plazo), Crédito prendario, Arrendamiento. (Financiero y Puro), Reporto de Certificados de Depósito, Préstamo quirografario, Crédito de liquidez, Crédito refaccionario (de largo plazo), Factoraje financiero, Microcrédito y Programa especial de apoyo a la pequeña y mediana empresa orientada a la venta al menudeo.

Adicionalmente, FIRA cuenta con programas y mecanismos de desarrollo como:

- *Programa de Apoyos para el Fomento.* Inclusión financiera para abatir barreras de acceso a servicios financieros de los productores con énfasis en los de menor escala, así como promover el incremento en la productividad y eficiencia en todos los eslabones de las cadenas de valor del campo, y contribuir al desarrollo de un sector agropecuario, forestal y pesquero responsable y sostenible.
- *Programas de apoyo directo con recursos SADER, CONAGUA, CONAFOR y Secretaría de Economía.* Complemento de los recursos de los pequeños y medianos productores de los sectores agropecuario, rural, forestal y pesquero, brindándoles la posibilidad de acceder a instrumentos formales de crédito.
- *Programa de Eficiencia Energética.* Adquisición y reemplazo de equipos viejos por equipos eficientes en el uso de energía, a través de canalizar financiamiento a empresas y productores del sector agroalimentario, interesados en emprender proyectos de inversión que promuevan el uso eficiente de la energía.
- *Apoyos para adquisición de fertilizantes, uso de biofertilizantes y fertilización óptima.* Mitigación de los efectos adversos en el sector agroalimentario originados por el alza de precios de los fertilizantes.
- *Programa de Financiamiento para el Turismo Rural.* Atención de la demanda de financiamiento de las actividades del sector turístico en poblaciones rurales y las necesidades de financiamiento para la proveeduría de alimentos nacionales en la cadena de valor turística.
- *Programa de Apoyo a Proyectos Sostenibles.* Apoyo a proyectos de inversión en los sectores agropecuario, forestal, pesquero, que se desarrollen en el medio rural y que generen beneficios al medio ambiente; y/o que mejoren la capacidad de mitigación y/o adaptación al cambio climático.

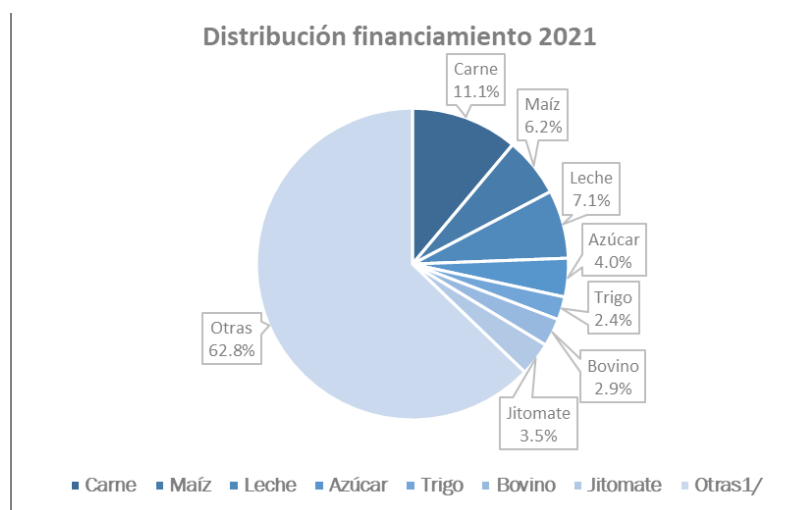
- *Programa de volatilidad de precios.* Fomento del financiamiento a proyectos en tres áreas de acción (Resiliencia de la producción, Diversificación geográfica de la producción y Fortalecimiento de la infraestructura de almacenamiento), focalizando esfuerzos en productos con mayor impacto en mitigar la volatilidad de los precios agropecuarios.
- *Garantía FIRA.* Garantiza la recuperación parcial de los créditos para FIRA, que sean fondeados con recursos de los IFs o con recursos de FIRA. Es un complemento de las garantías otorgadas por el acreditado en favor del IF como respaldo del crédito otorgado.

A continuación, se muestra el porcentaje de financiamiento otorgado por FIRA a las principales cadenas productivas al cierre de 2021:

Cadena productiva	2019	2020	2021
Carne	11.2%	9.7%	11.1%
Maíz	10.0%	7.6%	6.2%
Leche	6.2%	6.3%	7.1%
Azúcar	4.6%	4.1%	4.0%
Trigo	2.3%	3.2%	2.4%
Bovino	1.9%	3.1%	2.9%
Jitomate	2.9%	2.9%	3.5%
Otras ^{1/}	60.9%	63.1%	62.8%

1/ 282 categorías más

Tabla 16. Distribución del financiamiento de FIRA por cadena productiva 2019-2021. Fuente: elaboración propia con datos del portal de HR Ratings proporcionados por FIRA.



Gráfica 9. Distribución del financiamiento de FIRA por cadena productiva 2021. Fuente: elaboración propia con datos del portal de HR Ratings proporcionados por FIRA.

4.1.5. Selección de productos representativos

Las secciones anteriores tienen el objetivo de mostrar la relevancia del rubro de productos agropecuarios en la economía mexicana y más específico aún, mostrar los principales productos en materia de oferta, demanda, volatilidad de precios, elasticidad (sensibilidad a la oferta o demanda si varía el precio), gasto de consumidores, producción y financiamiento. Enseguida se muestra el resumen de los productos con mayor incidencia en los rubros mencionados:

Mayor elasticidad oferta	Mayor elasticidad demanda	Mayor incidencia en el INPP	Mayor incidencia en el INPC	Mayor incidencia en gasto de hogares	Producción	Superficie sembrada	Financiamiento
Frijol	Chile	Azúcar	Azúcar	Carnes	Maíz	Agave	Carne
Trigo	Ajo	Huevo	Zanahoria	Cereales	Azúcar	Aguacate	Maíz
Arroz	Jitomate	Carne de ave en canal	Papa y otros tubérculos	Verduras, legumbres, leguminosas y semillas	Alfalfa	Azúcar	Leche
Guayaba	Durazno	Aves	Jitomate	Frutas	Bovinos	Limón	Azúcar
Sorgo	Aguacate	Jitomate	Pollo	Huevo	Porcinos	Naranja	Trigo
Garbanzo	Sorgo	Naranja	Cebolla		Aves	Jitomate	Bovino
Soya	Cebada	Aguacate	Naranja		Sorgo	Pepino	Jitomate
Cártamo	Garbanzo	Cebolla	Aguacate		Trigo	Fresa	
Canola	Cártamo		Plátanos		Alfalfa		
Hule	Canola		Limón		Naranja		
	Coco		Frijol		Limón		
	Hule		Lechuga y col				
			Huevo				

Tabla 17. Selección de los productos agropecuarios con mayor incidencia en oferta, demanda, elasticidad y gasto. Fuente: Elaboración propia con resultados del análisis realizado con datos de la SADER y el INEGI.

La selección en colores ayuda a visualizar los elementos en común dados los resultados del análisis realizado en cada rubro. De ahí que es posible realizar una intersección observando que, productos como las verduras, legumbres, leguminosas y semillas, en general, y frutas aparecen con mayor frecuencia, por lo que representan mayor incidencia en la oferta y demanda de productos agropecuarios en el país, seguidos de la carne y los cereales.

De ahí que en dicha intersección se tienen los siguientes productos (tomando como referencia mayor peso en inflación y producción):

Productos seleccionados
Trigo
Sorgo
Azúcar
Jitomate
Aguacate
Naranja
Limón
Huevo
Pollo
Bovinos

*Tabla 18. Productos seleccionados para realizar el análisis de factibilidad.
Fuente: Elaboración propia con los resultados vertidos en el análisis de secciones anteriores.*

En los capítulos siguientes se analizará la volatilidad de los productos seleccionados, así como sus características y participación como subyacentes en los mercados internacionales de instrumentos derivados.

Primeramente, es importante revisar la operación en mercados y la relación que guardan los productos seleccionados con dichos mercados, además de definir los instrumentos derivados más utilizados.

4.2. Evaluación de los Mercados de Derivados. Relación con los productos seleccionados

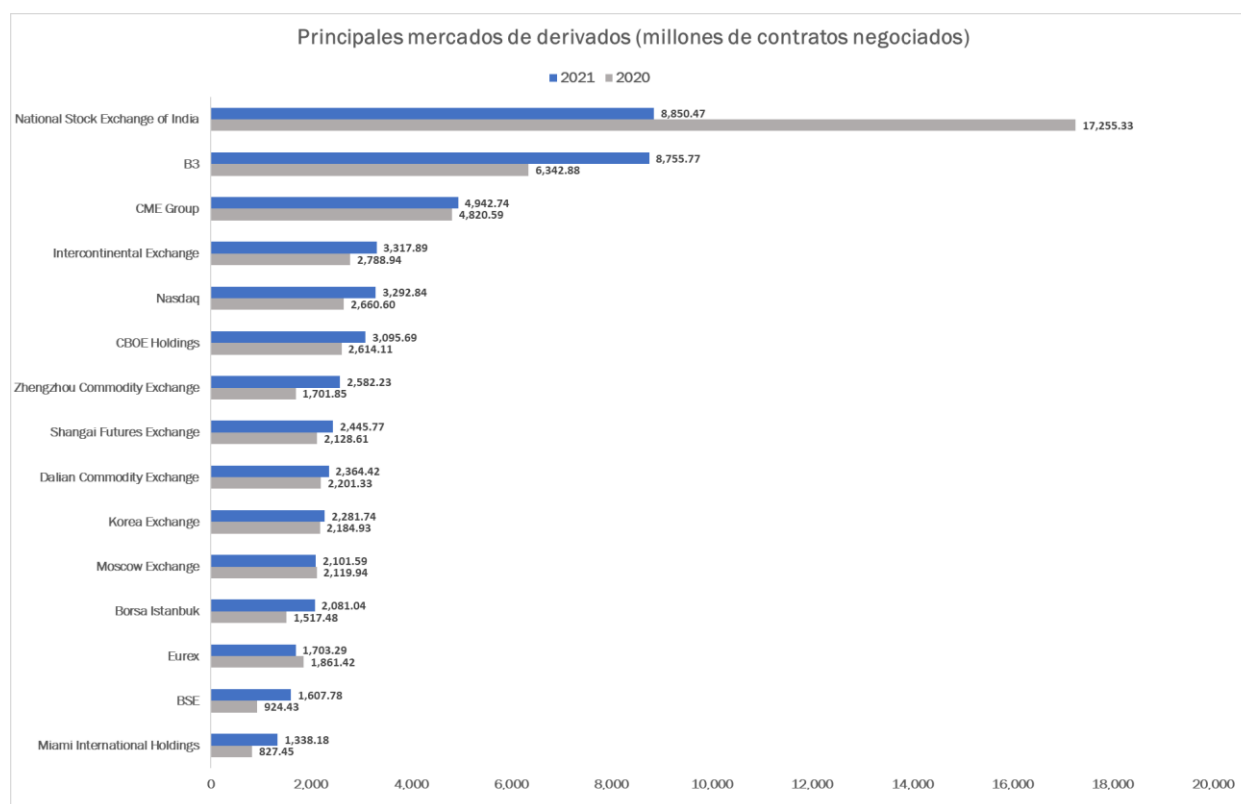
4.2.1. Mercados Internacionales y demanda mexicana en programas de desarrollo

En el mundo existen diferentes bolsas de derivados, siendo las más populares aquellas en Estados Unidos por la amplia variedad de subyacentes ofrecidos para pactar contratos. Destacan el Chicago Board of Trade (CBOT), parte de CME (Chicago Mercantile Exchange) Group, y el Intercontinental Exchange (ICE) para operar contratos para productos agrícolas y el Chicago Mercantile Exchange (CME), también parte de CME Group, mercado para contratos de ganado.

CME Group es el mercado de derivados más popular y opera ofertando la compra/venta de contratos de futuros y opciones sobre subyacentes como índices bursátiles, commodities, bienes raíces, metales, energía, tasas de interés, divisas y clima para contratos estandarizados y derivados extrabursátiles en el OTC.

CME Group inició con la creación de la bolsa de futuros CBOT (Chicago Board of Trade) en Chicago (1848) para después convertirse en Chicago Mercantile Exchange (CME) (1898). En los últimos 20 años, este mercado ha seguido avanzando a nivel mundial adquiriendo la Bolsa Mercantil de Nueva York (NYMEX) (2008).

CME Group se encuentra entre las bolsas de derivados más importantes del mundo a nivel de operaciones:



Gráfica 10. Ranking mundial de los principales mercados de intercambio de derivados a nivel global 2021, por número de contratos negociados. Fuente: Elaboración propia con datos de <http://www.statista.com/>.

Dado lo anterior, es posible dividir los productos agropecuarios seleccionados previamente en dos grupos:

- De origen agrícola: Trigo, Sorgo, Azúcar, Jitomate, Aguacate, Naranja y Limón.
- De origen animal: Huevo, Pollo y Bovinos.

Esto con el fin de estudiar si existen contratos derivados para estos productos en los mercados internacionales, ya que en el MexDer no se operan subyacentes agropecuarios.¹¹

En CME Group se encuentran listados los siguientes commodities agropecuarios:

Granos y Semillas oleaginosas	Ganado	Lácteos ^{1/}	Fertilizantes	Maderas
Maíz	Ganado vivo	Leche clase III	Urea (granular) FOB	
Trigo	Cerdo magro	Leche clase IV	Nitrato de Amonio (UAN)	Tablas (longitud aleatoria)
Harina de Soja	ganado de engorda	Leche en polvo descremada	Fosfato de Amonio (DAP) Fosfato monoamónico (MAP)	
Aceite de soja	Carne de cerdo	Suero seco		
Avena		Mantequilla		
Arroz		Queso		

1/ Dependiendo el uso final, la leche se clasifica en clase I para productos fluidos como leche líquida, clase II para productos blandos y congelados como queso cottage, helado y yogur, clase III para productos como el queso y el suero, y clase IV para productos como mantequilla y leche en polvo.

Tabla 19. Productos listados con contratos de Futuros y Opciones en CME Group. Fuente: Elaboración propia con información de CME Group.

Por otra parte, en el Intercontinental Exchange (ICE) se tienen los siguientes productos como subyacentes en contratos de Futuros y Opciones:

Futuros y Opciones ICE
Trigo
Canola
Café
Cacao
Algodón
Jugo de naranja congelado
Azúcar No. 11 ^{1/}
Azúcar No. 16 ^{2/}
Azúcar blanca

1/ Es el contrato que se utiliza como referencia mundial para el comercio de azúcar cruda.

2/ Es el contrato que se utiliza como referencia para el mercado estadounidense.

Tabla 20. Productos listados con contratos de Futuros y Opciones en el ICE. Fuente: Elaboración propia con información de Intercontinental Exchange (ICE).

¹¹ De 2012 a 2018 se operaban contratos de maíz amarillo en el MexDer, pero, por falta de demanda, el derivado salió del mercado.

En general, es posible visualizar en plataformas financieras la totalidad de contratos para commodities agropecuarios listados en los mercados de derivados de forma global:

América

País	Subyacente	Mercado	País	Subyacente	Mercado
EUA	Aceite de Soja EE.UU.	OTC	EUA	ICE US Sugar #11 c3	ICE
EUA	Algodón N°2 EE.UU.	ICE	EUA	ICE US Sugar #16 c1	ICE
Brasil	Arabica Coffee 4/5	BM&F Bovespa	EUA	ICE US Sugar #16 c2	ICE
Brasil	Arabica Coffee 4/5 c2	BM&F Bovespa	EUA	ICE US Sugar #16 c3	ICE
Brasil	Arabica Coffee 4/5 c3	BM&F Bovespa	EUA	Jugo de Naranja	ICE
EUA	Arroz Paddy	OTC	EUA	Lean Hogs c2	CME
EUA	Avena	OTC	EUA	Lean Hogs c3	CME
EUA	Azúcar N°11 EE.UU.	ICE	EUA	Leche clase III	OTC
EUA	Cacao EE.UU.	ICE	Brasil	Live cattle	BM&F Bovespa
EUA	Café C EE.UU.	ICE	EUA	Live Cattle c2	CME
EUA	Canola	OTC	Brasil	Live cattle c2	BM&F Bovespa
EUA	Canola c2	CME	EUA	Live Cattle c3	CME
EUA	Canola c3	CME	Brasil	Live cattle c3	BM&F Bovespa
EUA	Carne de cerdo	OTC	EUA	Madera	OTC
EUA	Class III Milk c2	OTC	EUA	Maíz EE.UU.	OTC
EUA	Class III Milk c3	OTC	EUA	Orange Juice c1	ICE
Brasil	Corn	BM&F Bovespa	EUA	Orange Juice c2	ICE
EUA	Corn c1	CME	EUA	Orange Juice c3	ICE
EUA	Corn c2	CME	EUA	Soja EE.UU.	OTC
Brasil	Corn c2	BM&F Bovespa	Brasil	Soybean	BM&F Bovespa
EUA	Corn c3	CME	EUA	Trigo EE.UU.	OTC
Brasil	Corn c3	BM&F Bovespa	EUA	US Soybean Meal c1	CME
EUA	Corn c4	CME	EUA	US Soybean Meal c2	CME
EUA	Corn c5	CME	EUA	US Soybean Meal c3	CME
EUA	Corn c7	CME	EUA	US Soybean Meal c4	CME
EUA	Feeder Cattle c1	CME	EUA	US Soybean Meal c5	CME
EUA	Feeder Cattle c2	CME	EUA	US Soybean Meal c6	CME
EUA	Feeder Cattle c3	CME	EUA	US Soybean Oil c1	CME
EUA	Ganado	OTC	EUA	US Soybean Oil c2	CME
EUA	Ganado bovino	OTC	EUA	US Soybean Oil c3	CME
EUA	Hard Red Winter Wheat c2	CME	EUA	US Soybean Oil c4	CME
EUA	Hard Red Winter Wheat c3	CME	EUA	US Soybean Oil c5	CME
EUA	Harina de Soja EE.UU.	OTC	EUA	US Soybeans c1	CME
EUA	ICE US Coffee C c1	ICE	EUA	US Soybeans c2	CME
EUA	ICE US Coffee C c2	ICE	EUA	US Soybeans c3	CME
EUA	ICE US Coffee C c3	ICE	EUA	US Soybeans c4	CME
EUA	ICE US Cotton #2 c1	ICE	EUA	US Soybeans c5	CME
EUA	ICE US Cotton #2 c2	ICE	EUA	US Soybeans c6	CME
EUA	ICE US Cotton #2 c3	ICE	EUA	US Wheat c1	CME
EUA	ICE US Sugar #11 c1	ICE	EUA	US Wheat c2	CME

EUA	ICE US Sugar #11 c2	ICE	EUA	US Wheat c3	CME
Argentina	Maíz	MATba	Argentina	Girasol	MATba
Argentina	Soja	MATba	Argentina	Sorgo	MATba
Argentina	Trigo	MATba	Argentina	Ganaderos	MATba
Argentina	Cebada	MATba			

Tabla 21. Contratos derivados listados en los mercados del continente americano. Fuente: Elaboración propia con datos de <http://www.investing.com/> y <https://www.matbarofex.com.ar/>

Europa

País	Subyacente	Mercado
Inglaterra	Azúcar N°5 Londres	ICE
Inglaterra	Cacao Londres	ICE
Inglaterra	Café Londres	ICE
Inglaterra	Trigo Londres	LIFFE
Eurozona	DJ-UBS Grains	Eurex
Eurozona	DJ-UBS Livestock	Eurex
Eurozona	DJ-UBS Softs	Eurex
Inglaterra	London Sugar c2	ICE
Inglaterra	London Cocoa c2	ICE
Francia	Milling Wheat N2	MATIF
Francia	Maize	MATIF
Hungría	Sunflower Seed	BSE
Rusia	Sugar RTS	MICEX
Inglaterra	London Wheat c2	ICE
Inglaterra	London Wheat c3	ICE
Inglaterra	London Coffee c1	ICE
Inglaterra	London Coffee c2	ICE
Inglaterra	London Coffee c3	ICE
Inglaterra	London Cocoa c3	ICE

Tabla 22. Contratos derivados listados en los mercados del continente europeo. Fuente: Elaboración propia con datos de <http://www.investing.com>.

Asia

País	Subyacente	Mercado	País	Subyacente	Mercado
India	Algodón 29 mm	MCX	India	NCDEX Guar Seed 10MT	NCDEX
India	Aceite de Menta	MCX	China	ZCE White Sugar	OTC
China	Oleína de palmera RBD	DCE	China	ZCE Cotton No.1	OTC
China	Maíz	DCE	China	ZCE Wheat	OTC
China	Soja n°1	DCE	China	ZCE Cotton Yarn	OTC
China	Harina de soja	DCE	India	NCDEX Turmeric Futures	NCDEX
China	Soja n°2	DCE	India	NCDEX Maize Feed Futures	NCDEX
China	Huevo	DCE	India	NCDEX Guar Seed 10MT Futures	NCDEX

China	Almidón de Maíz	DCE	India	NCDEX Guar Gum Futures	NCDEX
China	Fibra de madera	DCE	India	NCDEX Castor Seed Futures	NCDEX
Malasia	Palm Oil USD	MDX	India	NCDEX Coriander Futures	NCDEX
Malasia	Palm Oil	MDX	India	NCDEX Barley Futures	NCDEX
Malasia	Palm Kernel Oil	MDX	India	NCDEX Turmeric Futures	NCDEX
Malasia	RBD Palm Olein	MDX	India	NCDEX Maize Feed Futures	NCDEX
India	NCDEX Barley	NCDEX	India	NCDEX Guar Seed 10MT Futures	NCDEX
India	NCDEX Cottonseed Oilcake	NCDEX	India	NCDEX Guar Gum Futures	NCDEX
India	NCDEX Coriander	NCDEX	India	NCDEX Castor Seed Futures	NCDEX
India	NCDEX Castor Seed	NCDEX	India	NCDEX Coriander Futures	NCDEX
India	NCDEX Guar Gum	NCDEX	India	NCDEX Barley Futures	NCDEX
India	NCDEX Maize Feed	NCDEX	India	MCX Mentha Oil c2	MCX
India	NCDEX Turmeric	NCDEX	India	Crude Sunflower Oil c1	NCDEX
Japón	TOCOM Soybean	TOCOM	India	Crude Sunflower Oil c2	NCDEX
Japón	TOCOM Corn	TOCOM			

Tabla 23. Contratos derivados listados en los mercados del continente asiático. Fuente: Elaboración propia con datos de <http://www.investing.com/>.

De esta manera, se tiene la siguiente relación con los productos previamente seleccionados:

Productos seleccionados	Contrato asociado (País)		
	América	Europa	Asia
Trigo	EUA	Londres / Francia	China
Sorgo	EUA	NA	NA
Azúcar	EUA	Londres /Rusia	China
Jitomate	NA	NA	NA
Aguacate	NA	NA	NA
Naranja	NA	NA	NA
Limón	NA	NA	NA
Huevo	NA	NA	China
Pollo	EUA	NA	NA
Bovinos	EUA /Brasil	Eurozona	NA

NA: No Aplica

Tabla 24. Relación de los productos agropecuarios seleccionados con mercados de derivados a nivel global. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que, los contratos derivados del trigo, sorgo, azúcar, huevo, pollo (aves) y bovinos son demandados a nivel Global. Cabe mencionar que el jugo de naranja congelado cotiza en los mercados de derivados, pero, como tal, la fruta no, por lo que los

productos que mayor influencia tienen, en México, en materia de oferta, demanda, inflación, producción, volatilidad de precios y no cotizan como subyacentes (commodities) en mercados derivados son el jitomate, aguacate, naranja y limón.

Luego, es importante conocer los contratos que ofrecen programas de desarrollo en el país para resaltar la importancia de los productos que pueden recibir apoyos para su producción.

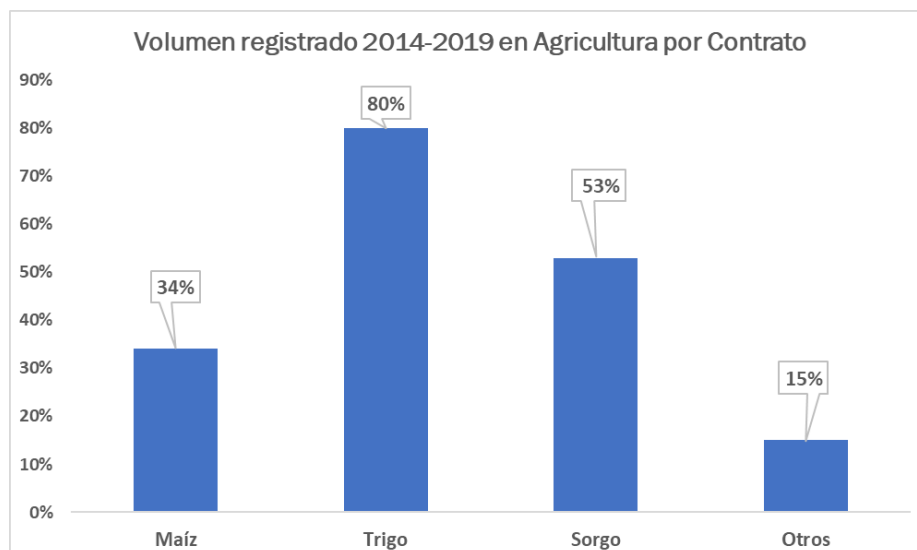
Programa Agricultura por Contrato (SADER)

La agricultura por contrato es un esquema del Gobierno de México, por medio de la SADER, cuyo objetivo es vincular al agricultor con el productor agropecuario, eliminando a los intermediarios y garantizando una negociación transparente.

Se comercializan cosechas nacionales por medio de un contrato entre agricultores y compradores donde ambas partes acuerdan por adelantado los términos y condiciones de compraventa de los productos (cantidad, calidad, precio, fecha de entrega, etc.), por lo que son necesarias coberturas de precio para los participantes que permitan compensar movimientos de precio en contra. Cabe mencionar que una parte de la cobertura es subsidiada por el Gobierno.

En la lista de productos elegibles se encuentran el maíz, trigo, sorgo, soya, cártamo, canola, algodón, arroz y girasol.

En materia de volumen de cobertura respecto a la producción comercializable elegible total por producto, destaca el trigo, seguido del sorgo y el maíz, observándose que estos cereales/semillas son los productos más demandados/ofrecidos para cubrir, ya que estos forman parte de la mayor producción del país (aspecto que se analizó en apartados anteriores), aunque hace falta extender la cartera de coberturas agropecuarias con productos como los seleccionados anteriormente (jitomate, naranja, limón, aguacate), pues, además de producción, es necesario hacer énfasis en la demanda, volatilidad de precios, financiamiento e inflación.



Gráfica 11. Volumen con cobertura respecto a la producción comercializable elegible total en Agricultura por Contrato. La producción elegible se refiere a los siguientes cultivos: maíz, trigo, sorgo, soya, cártamo, canola, algodón, arroz y girasol, sujeta de ser comercializada. Fuente: Elaboración propia con datos de <https://gcma.com.mx/agricultura-por-contrato/> y la SADER.

Cabe mencionar que el programa se ajusta a los estándares de los parámetros de los contratos derivados listados en bolsas extranjeras, como la de Chicago, y se opera en conjunto con FIRA y la FND (Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal, y Pesquero), lo que lleva al periodo 2020-2023, donde FIRA se hace cargo por completo de la contratación de coberturas dando lugar al Programa de Cobertura de Precios FIRA en coordinación con la SADER.

Programa de cobertura de precios FIRA y SADER

Desde 2008, FIRA ha participado de programas de administración de riesgos de precio mediante el uso de derivados, particularmente Opciones, lo que ha permitido a sus acreditados finales (productores) tomar coberturas para proteger sus ingresos esperados y/o costos de producción.

Estos programas fueron impulsados con el otorgamiento de apoyos del Gobierno de México; sin embargo, los recursos asignados se vieron afectados ante la reestructura de la estrategia de comercialización impulsada en 2019.

Actualmente se encuentra vigente el Programa de Precios de Garantía de SEGALMEX, que, como se comentó en apartados anteriores, otorga subsidio para la adquisición de coberturas en mercados estandarizados, además de que se ha ido introduciendo el uso de derivados negociados en el mercado extrabursátil OTC. Por otra parte, a partir de 2020 FIRA inició la implementación de políticas regionales de crédito donde establece la

necesidad de contar con instrumentos de cobertura con el objetivo de orientar acciones para mejorar la rentabilidad de los productores y reducir el riesgo de crédito en el otorgamiento de financiamiento.

Así, FIRA incorpora el uso de contratos en mercados OTC permitiendo a los participantes adquirir instrumentos de cobertura a la medida de sus necesidades dependiendo del volumen y el precio, con el fin de que la pérdida máxima sea el costo de la prima, además de que se ofrece la libertad para que el acreditado/productor elija el precio a cubrir analizando la relación de costo – beneficio.

Los productos elegibles para cobertura son aquellos para los que existan coberturas de precios en mercados organizados y mercados OTC, por lo que la cartera está limitada a los contratos que se ofrecen en los mercados mencionados con anterioridad, por lo que existen productos agropecuarios que no es posible cubrir, como jitomate, limón, aguacate, etc. Por lo que resulta necesario ampliar la gama de contratos para cubrir el precio de la producción de estos cultivos y reducir la volatilidad en su precio final.

En términos generales, los derivados sobre subyacentes agrícolas en el OTC, como ya se mencionaba con anterioridad, resultan instrumentos personalizados que se negocian directamente entre dos partes, sin pasar por un intercambio o una bolsa regulada. En este caso, esta personalización está vinculada con el tamaño del contrato, es decir, esto con el fin de que productores que no alcanzan, con su producción, el tamaño de contrato requerido en los mercados estandarizados, puedan acceder a coberturas. Así, para operar contratos agrícolas en el mercado secundario hay diferentes aspectos a considerar:

Necesidad del tamaño del contrato	Un productor que espera vender una cierta cantidad de su producto en el futuro puede querer protegerse contra la caída de los precios, por lo que optaría por proteger el tamaño de dicha producción.
Intermediación	Las partes interesadas suelen trabajar por medio de intermediarios financieros, como bancos de inversión o corredurías. Estos intermediarios facilitan la negociación y ejecución de los contratos OTC.
Parámetros del contrato y liquidación	Detalles como el activo subyacente (por ejemplo, maíz, café, cebada, trigo, etc.), el tamaño del contrato, la fecha de vencimiento y el precio de ejercicio. En la fecha de vencimiento, se intercambia la producción acordada al precio pactado o se intercambian los pagos según el precio acordado y el precio de mercado actual del producto agropecuario.
Gestión de riesgos	Al operar en mercados OTC, existe un riesgo de que la otra parte incumpla el contrato. Para mitigar este riesgo, las partes pueden requerir garantías adicionales o utilizar instrumentos financieros adicionales.

Tabla 25. Aspectos para considerar al operar derivados en los mercados OTC. Fuente: Elaboración propia

Así, en conclusión, si productores están interesados en operar derivados agrícolas en los mercados OTC, es recomendable buscar asesoramiento de un profesional financiero con experiencia en este tipo de operaciones, como, por ejemplo, FIRA en México.

4.2.2. Subyacentes permitidos para operar derivados en México

Dado lo anterior, el Banco de México (Banxico) establece en la circular 4/2012 (última actualización en septiembre 2023), *Reglas para La Realización de Operaciones Derivadas*, los subyacentes permitidos para operar contratos derivados en México:

2.1. Subyacentes permitidos:

- a) Acciones, un grupo o canasta de acciones, o títulos referenciados a acciones, que coticen en una bolsa de valores;
- b) Índices de precios sobre acciones que coticen en una bolsa de valores;
- c) Moneda nacional, Divisas y UDIS;
- d) Índices de precios referidos a la inflación;
- e) Tasas de interés nominales, reales o sobretasas, tasas referidas a cualquier título de deuda e índices con base en dichas tasas;
- f) Préstamos y créditos;
- g) Oro y plata;
- h) Maíz, trigo, soya y azúcar;
- i) Carne de puerco;
- j) Gas natural;
- k) Aluminio y cobre;
- l) Arroz, sorgo, algodón, avena, café, jugo de naranja, cacao, cebada, ganado bovino, ganado porcino, leche, canola, aceite de soya y pasta de soya, y
- m) Operaciones a Futuro, Operaciones de Opción y Contratos de Intercambio (Swaps), sobre los Subyacentes referidos en los incisos anteriores.

Los productos agropecuarios permitidos para operar contratos derivados se resaltan en color verde, por lo que, haciendo una intersección con los productos seleccionados y considerando los commodities internacionales en mercados globales, se tiene lo siguiente:

Productos seleccionados	Contrato en mercados globales	Permitido en México circular 4/2012
Trigo	✓	✓
Sorgo	✓	✓
Azúcar	✓	✓
Jitomate	X	X
Aguacate	X	X
Naranja	X	X
Limón	X	X
Huevo	✓	X
Pollo	✓	X
Bovinos	✓	✓

Tabla 26. Relación de productos agropecuarios seleccionados con mercados de derivados a nivel global y permitidos por el Banxico. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la circular establece:

3.1.1. Las Entidades deberán obtener autorización del Banco de México para celebrar Operaciones Derivadas por cuenta propia [...]

3.1.2 Las Entidades que obtengan autorización para celebrar Operaciones Derivadas por cuenta propia **podrán celebrar otro tipo de Operaciones Derivadas, operar en otros Mercados o celebrar Operaciones Derivadas sobre subyacentes de los previstos en el numeral 2.1, distintos a aquellos indicados en dicha autorización**, siempre y cuando:

- a) Den aviso por escrito a la Gerencia con al menos 15 días naturales de anticipación a la fecha en que pretendan realizar las operaciones de que se trate, sobre lo siguiente:
 - i) El tipo de Operaciones Derivadas que pretendan llevar a cabo por cuenta propia;
 - ii) Los Mercados en que pretendan operar, y/o
 - iii) Los subyacentes de los referidos en el mencionado numeral 2.1 sobre los cuales pretendan celebrar Operaciones Derivadas por cuenta propia.
- b) Adjunten una nueva comunicación en términos de lo señalado en el tercer párrafo del numeral 3.1.1.

Así, el conjunto de subyacentes que es posible operar por las entidades se limita a los listados anteriormente por la circular 4/2012, por lo que es necesario realizar un análisis de factibilidad con el fin de proponer nuevos subyacentes para contratos derivados que puedan coadyuvar al desarrollo de productores garantizando un precio reduciendo la volatilidad del precio final a los consumidores.

Así, la propuesta final de subyacentes para analizar su factibilidad en contratos derivados, para cobertura de precios, se reduce a productos que son de alto impacto en materia de producción, oferta, demanda, volatilidad de precio, inflación y financiamiento para producción, pero que no son considerados en mercados internacionales ni están listados para poder ser operados mediante derivados por el Banxico, es decir **jitomate, aguacate, naranja y limón**.

Antes de pasar al análisis de factibilidad mencionado, resulta de interés:

- 1) conocer la historia del contrato de maíz que estuvo listado en México, con el fin de entender el panorama de un intento inicial por contar con una Bolsa Agropecuaria,
- 2) y estudiar el comportamiento de la volatilidad que impacta en el precio de esta selección final.

4.2.3. Caso del contrato de maíz en el mercado mexicano (MexDer)

En octubre del 2012 se introdujo el Futuro del Maíz Amarillo en el MexDer para fungir como un instrumento de cobertura, para los productores mexicanos, que redujera la volatilidad en el precio del producto. Los parámetros del contrato fueron los siguientes:

Características	Valor
Activo subyacente	Maíz
Tamaño	25 toneladas
Moneda	mxn
Vencimiento y clave de pizarra	MAÍZ MR 12 = Marzo MAÍZ MY 13 = Mayo MAÍZ SP 14 = Septiembre MAÍZ DC 15 = Diciembre
Fluctuación mínima por puja	\$5 mxn por tonelada

Tabla 27. Características del contrato de futuros de maíz listado en el MexDer.

Fuente: Ficha técnica del contrato de futuros de maíz, MexDer, 2012.

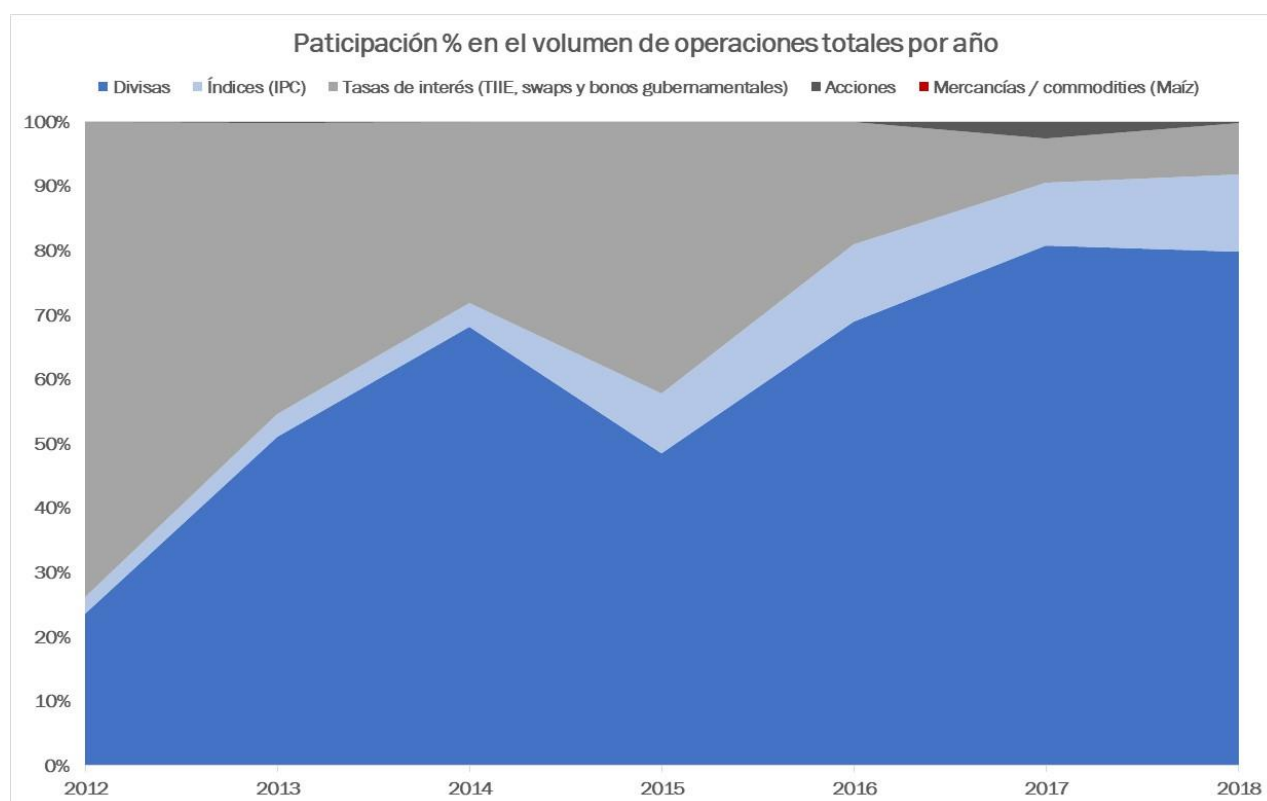
Y la operativa resultante, de forma anual, se muestra a continuación:

Futuros	Volumen de operaciones (acumulado anual)						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Divisas	9,841,497	13,560,081	19,925,000	8,024,457	8,632,764	8,576,719	6,265,311
Índices (IPC)	1,060,760	952,165	1,069,861	1,526,996	1,502,576	1,024,760	935,544
Tasas de interés (TIE, swaps y bonos gubernamentales)	30,779,087	11,996,109	8,190,887	6,977,924	2,384,490	734,201	625,396
Acciones	35,839	66,870	41,550	19,252	8,750	277,720	15,200
Mercancías / commodities (Maíz)	4	0	0	0	0	0	0
Total	41,717,187	26,575,225	29,227,298	16,548,629	12,528,580	10,613,400	7,841,451

Tabla 28. volumen de operación de cada tipo de subyacente (listados en el MexDer). Fuente: Elaboración propia con datos de los reportes Resumen y Análisis Operativo del Mercado de Derivados, Mexder, 2012-2018.

Futuros	Participación % en el volumen de operaciones totales por año						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Divisas	23.59099%	51.02527%	68.17257%	48.49016%	68.90457%	80.81029%	79.89989%
Índices (IPC)	2.54274%	3.58290%	3.66049%	9.22733%	11.99319%	9.65534%	11.93075%
Tasas de interés (TIIE, swaps y bonos gubernamentales)	73.78035%	45.14020%	28.02478%	42.16618%	19.03240%	6.91768%	7.97551%
Acciones	0.08591%	0.25163%	0.14216%	0.11634%	0.06984%	2.61669%	0.19384%
Mercancías / commodities (Maíz)	0.00001%	0.00000%	0.00000%	0.00000%	0.00000%	0.00000%	0.00000%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla 29. Participación porcentual del volumen de operación de cada tipo de subyacente (listados en el MexDer) respecto del volumen total anual. Fuente: Elaboración propia con datos de los reportes Resumen y Análisis Operativo del Mercado de Derivados, Mexder, 2012-2018.



Gráfica 12. Participación porcentual del volumen de operación de cada tipo de subyacente (listados en el MexDer) respecto del volumen total anual. Fuente: Elaboración propia con datos de los reportes Resumen y Análisis Operativo del Mercado de Derivados, Mexder, 2012-2018.

Se observa que la demanda del contrato de maíz, históricamente, fue prácticamente nula (4 operaciones en 2012 solamente), por lo que en diciembre 2018 el MexDer lanzó el comunicado referente a la suspensión de la operación de futuros sobre el maíz amarillo, haciendo énfasis en el bajo nivel de bursatilidad que existió en dicha Clase.

De esta manera, para realizar una propuesta factible de nuevos contratos sobre subyacentes agropecuarios, es indispensable promover la oferta y la inclusión en los programas de instituciones de fomento mencionados con anterioridad y dar apertura también a pequeños productores con contratos a la medida, es decir, con volúmenes alcanzables por estos productores, situación que no resulta ser nueva en el mercado mexicano.

A continuación, como se comentó en capítulos anteriores, se estudiará la volatilidad de la selección final de productos agrícolas, con el fin de definir parámetros como el plazo de los contratos tentativos o la volatilidad implícita en el caso de opciones para definir el valor de una prima también tentativa, además de listar las variables que pueden influir en los cambios en el precio de dichos subyacentes propuestos, lo cual dará valor agregado a esta investigación.

4.3. Análisis de Volatilidad de Precios Agropecuarios

4.3.1. Identificación de factores de volatilidad

Esta sección está encaminada a analizar el comportamiento histórico y la volatilidad de los precios de los productos seleccionados, con el fin de identificar los plazos de mayor volatilidad, con lo cual será posible proponer el plazo de los contratos derivados tentativos.

Como es de saberse, el precio de los bienes y servicios, de forma global, tiende a cambiar de un momento a otro debido a factores tanto internos como externos, por lo que resulta de relevancia para esta investigación detenerse a analizar dichos factores y/o componentes del precio de los productos que son caso de este estudio.

Para la producción y consumo final de cultivos agrícolas, en general, se tienen las siguientes categorías, de las cuales depende la fluctuación del precio de venta:

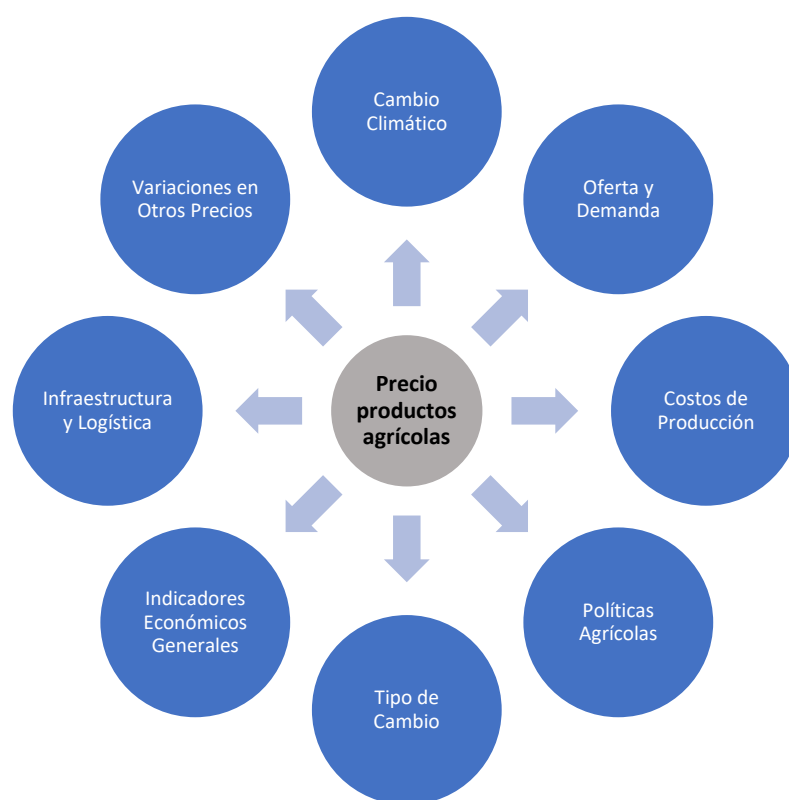


Ilustración 4. Categorías de variables de las cuales depende la volatilidad del precio, en general, de productos agrícolas. Fuente: Elaboración propia.

En cada una de estas categorías, es posible enunciar variables de importancia:

Cambio Climático Temperaturas promedio. Niveles de precipitación. Condiciones climáticas específicas para el cultivo de interés. Desastres naturales que puedan afectar la producción. Oferta y Demanda Cantidad producida. Niveles de importación y exportación. Demanda interna y externa del cultivo. Costos de Producción Costos de insumos agrícolas. Costos laborales. Precios de la tierra agrícola. Costos de traslado y conservación.	Políticas Agrícolas Subsidios agrícolas brindados por entidades. Cambios en las políticas gubernamentales relacionadas con la agricultura. Tipo de Cambio Variaciones en el tipo de cambio, especialmente si hay importación y exportación. Indicadores Económicos Generales Tasas de interés. Inflación. PIB. Infraestructura y Logística Mejoras o problemas en la infraestructura conservación, transporte y logística. Variaciones en Otros Precios Precios de productos relacionados (otros productos agropecuarios). Precios de sustitutos o complementos del cultivo de interés.
---	--

Tabla 30. Variables, relevantes en cada categoría, de las cuales dependen las variaciones en precio de los productos agrícolas. Fuente: Elaboración propia.

Estas variables sirven como insumo para aplicar algún modelo econométrico para estimar la sensibilidad del precio de los productos, dadas las fluctuaciones en ellas.

En general, la Econometría es la aplicación de métodos estadísticos y matemáticos al análisis de datos económicos con el propósito de dar contenido empírico a las teorías económicas y verificarlas o refutarlas (Maddala,1996).

Los modelos econométricos tienen principalmente dos funciones:

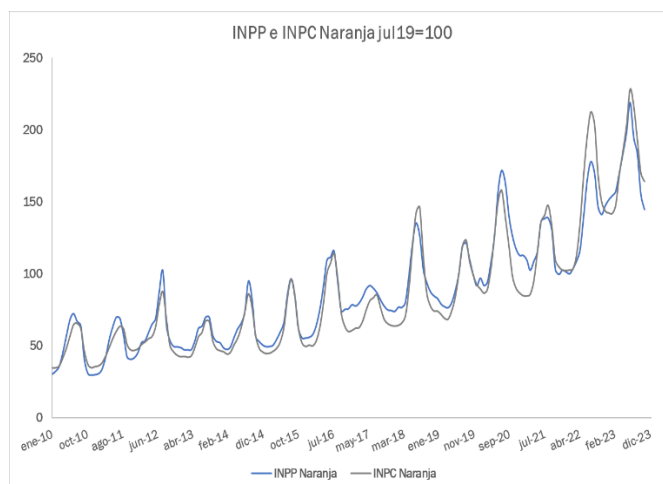
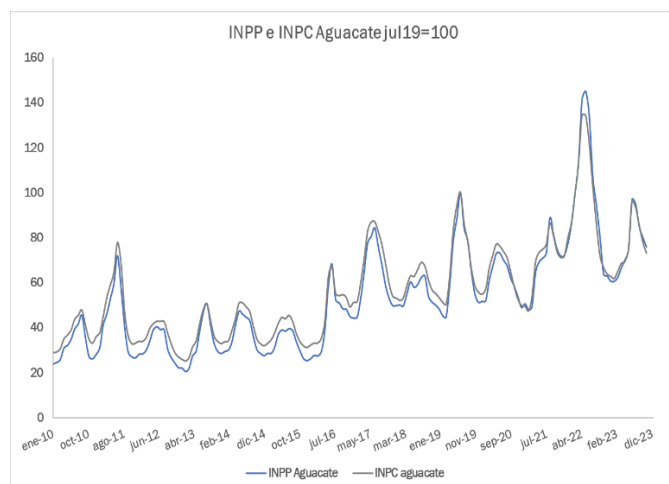
- explicar cómo se comporta una o varias variables en función de otras, y
- predecir cuál será el comportamiento de la variable explicada, esto si se tiene información de los valores a tomar por parte de las variables explicativas.

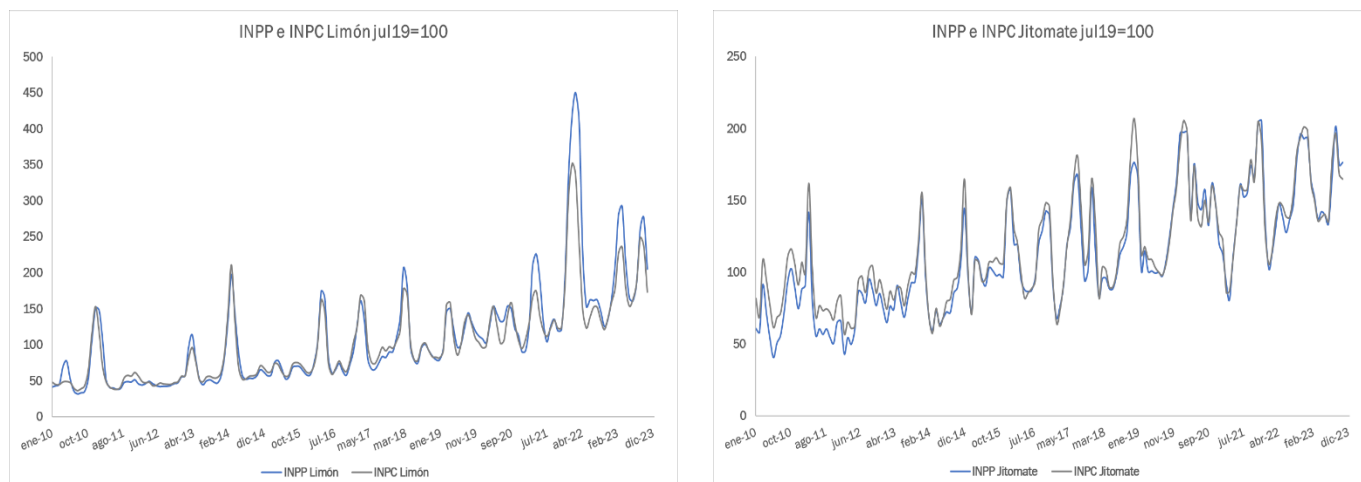
A continuación, se utilizarán dichos modelos para medir la volatilidad de los productos seleccionados y estudiar su comportamiento.

4.3.2. Evaluación de tendencias históricas

De inicio, se analizan las series históricas del INPP y el INPC, dado que muestran el comportamiento de los precios de producción y de consumo respectivamente y, dado que su cálculo lo realiza el INEGI con base a muestras representativas, se concluye que el análisis de estos índices es robusto en el sentido de estudiar las variaciones en los precios.

Gráficamente se tiene lo siguiente, tomando como base julio 2019 =100 (base del INPP), con el fin de hacer comparables ambos índices. Se toma un histórico de 2010 a noviembre 2023:





Gráfica 13. Series históricas, INPP e INPC aguacate, limón, naranja y jitomate. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

Se observa que los precios al productor y al consumidor para los cuatro productos mantienen una tendencia creciente en el largo plazo, prácticamente iguales, mostrando ciclos de alzas y bajas en el corto plazo, prácticamente en los mismos periodos, esto debido a la alta volatilidad que se ha presentada en los últimos 13 años.

Es importante resaltar, que ambas series, INPP e INPC muestran comportamientos demasiado similares, lo que lleva a concluir que es claro que el precio final a los consumidores depende en gran medida del precio del productor y la brecha entre estos dos precios está determinada por factores de intermediación, como el traslado de los productos a centrales de abasto o el margen que buscan ganar los vendedores finales (supermercados, tiendas de abarrotes, etc.)

	aguacate	limón	naranja	jitomate
Correlación INPP e INPC	0.9621	0.9238	0.9005	0.9584
σ_n INPP	13.24%	24.90%	12.27%	19.58%
σ_n INPC	11.19%	22.18%	12.34%	19.47%

Tabla 31. Correlación y volatilidades (desviación estándar) de las series de INPP e INPC de los productos seleccionados. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

Corroborando lo anterior, la correlación entre las series de variaciones de ambos índices de precios es bastante alta, cercana a 1, por lo que los precios de producción y al consumidor están fuertemente vinculados. Por otra parte, la volatilidad a un mes histórica (desviación estándar) de las series de variaciones es similar, por lo que, dado todo este análisis, es posible trabajar solo con los precios al productor, dejando de lado los factores de intermediación mencionados, ya que si la volatilidad de precios de producción se reduce, entonces el margen que existe entre el precio productor y el precio consumidor

también tenderá a estabilizarse, de ahí que tanto productores como consumidores finales se verán beneficiados si se genera una estrategia de reducción de volatilidad robusta.

4.3.3. Modelos de volatilidad GARCH

Para estudiar la volatilidad de los precios de producción de los productos seleccionados, existen diferentes metodologías. La literatura sugiere el uso de desde ventanas móviles (desviación estándar móvil) y modelos ARCH, hasta modelos de decaimiento exponencial EWMA o generalizados GARCH.¹²

En términos generales, la volatilidad es uno de los conceptos de mayor relevancia en el ámbito financiero, particularmente en el tema de riesgos y es una de las medidas de más utilizadas. Así, la utilidad de la volatilidad depende de la dinámica del activo, por lo cual es necesario obtener las variaciones de los precios, o bien, rendimientos, para poder ajustarles una medida de volatilidad.

Dado que la volatilidad anterior estimada para los índices de precios es constante, es posible preguntarse cómo mejorar la estimación, por lo que es necesario utilizar modelos de volatilidad dinámica.

Una primera generalización es utilizar una ventana móvil, pero este estimador anterior asigna la misma importancia a todas las observaciones, ya que se trata de estimar la volatilidad con la desviación estándar de los datos e ir actualizando, moviendo la ventana hacia adelante; de ahí que resulta deseable que la información más reciente tuviera mayor relevancia en dicha estimación.

Podríamos tener pesos variables:

$$\sigma_n = \sqrt{\sum_{i=1}^m \alpha_i r_{n-i}^2} \quad \begin{array}{l} \sigma_n = \text{Desviación estándar.} \\ r_n = \text{Variación del precio del bien.} \\ \alpha_i = \text{Peso variable asociado a la variación en precio.} \end{array}$$

Ecuación 6. Desviación estándar con pesos variables.

12 Desviación Estándar Móvil (Ventanas Móviles): desviación estándar de los rendimientos durante un período de tiempo específico, que se mueve a medida que avanza el tiempo.

Modelos ARCH (AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity): la varianza de los rendimientos es una función lineal de los rendimientos pasados. La volatilidad condicional depende de la información pasada.

Modelos EWMA (Exponentially Weighted Moving Average): enfoque de suavizado exponencial para asignar pesos decrecientes a los rendimientos pasados. Los rendimientos más recientes tienen un peso mayor.

Modelos GARCH (Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity): extensión de los modelos ARCH y EWMA que también incorporan información sobre la varianza pasada. Permiten una mayor flexibilidad en la modelización de la estructura de la volatilidad condicional.

donde

$$\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1$$

Ecuación 7. Condición de los pesos variables para el cálculo la desviación estándar.

Por otra parte, en un modelo ARCH(m), además de asignar diferentes pesos a cada observación, se supone que existe una volatilidad de largo plazo, obteniendo:

$$\sigma_n^2 = \gamma V_L + \sum_{i=1}^m \alpha_i r_{n-i}^2$$

$\sigma_n^2 = \text{Varianza ARCH}$
 $r_n = \text{Variación del precio del bien.}$
 $\alpha_i = \text{Peso variable asociado a la variación en precio.}$
 $V_L = \text{Varianza de largo plazo}$
 $\gamma = \text{Peso variable asociado a la varianza de largo plazo}$

Ecuación 8. Modelo ARCH(m) con parámetro de largo plazo.

donde

$$\gamma + \sum_{i=1}^m \alpha_i = 1$$

Ecuación 9. Condición de los pesos variables para el cálculo de la volatilidad en el modelo ARCH.

En contraste, en el modelo EWMA los pesos asignados decaen exponencialmente, planteando la siguiente expresión:

$$\sigma_n^2 = \alpha \sigma_{n-1}^2 + (1 - \alpha) r_{n-1}^2$$

$\sigma_n^2 = \text{Varianza EWMA}$
 $\sigma_{n-1}^2 = \text{Varianza rezagada un periodo}$
 $r_{n-1} = \text{Variación del precio del bien rezagada un periodo}$
 $\alpha = \text{Peso variable asociado a la variación en precio.}$

Ecuación 10. Modelo EWMA(1)

Analizando la fórmula, se nota que se trata de una dependencia de la varianza al tiempo n respecto de la varianza al plazo n-1, por lo que es posible generar una expresión recurrente que dependa de una serie de plazos, es decir:

$$\sigma_n^2 = (1 - \alpha) \sum_{i=0}^{\infty} \alpha^i r_{n-i-1}^2$$

Ecuación 11. Modelo EWMA generalizado.

donde

$$(1 - \alpha) \sum_{i=1}^{\infty} \alpha^i = 1$$

Ecuación 12. Condición de los pesos variables para el cálculo de la volatilidad en el modelo EWMA.

Este método fue popularizado por J.P. Morgan y nótese que entre mayor sea α , mayor peso se le dará a la estimación anterior de la varianza. El parámetro α generalmente se fija en 0.94 o se utilizan diferentes criterios:

- Fijando un número de días, se busca el parámetro que garantice que cierto porcentaje del “peso” estará incluido en el periodo.
- Definiendo una volatilidad realizada, comúnmente una ventana móvil, se busca el parámetro que minimice el Error Cuadrático Medio (MSE). Esta calibración se realiza de forma retrospectiva.

Dado el componente de varianza de largo plazo comentado anteriormente, el modelo EWMA puede generalizarse al famoso modelo GARCH:

$$\sigma_n^2 = \gamma V_L + \alpha r_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2$$

$\sigma_n^2 = \text{Varianza GARCH}$
 $\sigma_{n-1}^2 = \text{Varianza rezagada un periodo}$
 $r_{n-1} = \text{Variación del precio del bien rezagada un periodo}$
 $\alpha, \beta, \gamma = \text{Pesos variables}$
 $V_L = \text{Varianza de largo plazo}$

Ecuación 13. Modelo GARCH(1,1).

donde

$$\gamma + \alpha + \beta = 1$$

Ecuación 14. Condición de los pesos variables para el cálculo de la volatilidad en el modelo GARCH.

Este modelo es conocido como GARCH(1,1), ya que depende de un rezago de volatilidad y uno de rendimiento (variación) de la cotización del activo.

Haciendo $\omega = \gamma V_L$ se tiene $\sigma_n^2 = \omega + \alpha r_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2$, de modo que:

$$V_L = \frac{\omega}{1 - \alpha - \beta}$$

Ecuación 15. Condición de los pesos variables para la estimación de la volatilidad de largo plazo en el modelo GARCH.

En general, si se desea considerar p rezagos de volatilidad y q rezagos de rendimientos, se tiene el GARCH(p,q):

$$\sigma_n^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i r_{n-i}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{n-i}^2$$

$\sigma_n^2 = \text{Varianza GARCH}$
 $\sigma_{n-i}^2 = \text{Varianza rezagada } i \text{ periodos}$
 $r_{n-i} = \text{Variación del precio del bien rezagada } i \text{ periodos}$
 $\omega = \text{Varianza de largo plazo ponderada}$
 $\alpha_i, \beta_i = \text{Pesos variables}$

Ecuación 16. Modelo GRCH(p,q).

Aunque es posible definir la volatilidad en esta forma, el número de parámetros a estimar puede causar problemas, por lo que, en la práctica se utiliza el modelo GARCH(1,1).

Así como en el EWMA, para el GARCH existen formas de estimar los parámetros:

- Reducción del MSE proponiendo una varianza realizada (ventana móvil).
- Máxima verosimilitud. Suponiendo que la dinámica de los rendimientos sigue una distribución normal con media cero y varianza constante y aplicando la maximización de las n observaciones de volatilidad dinámica:

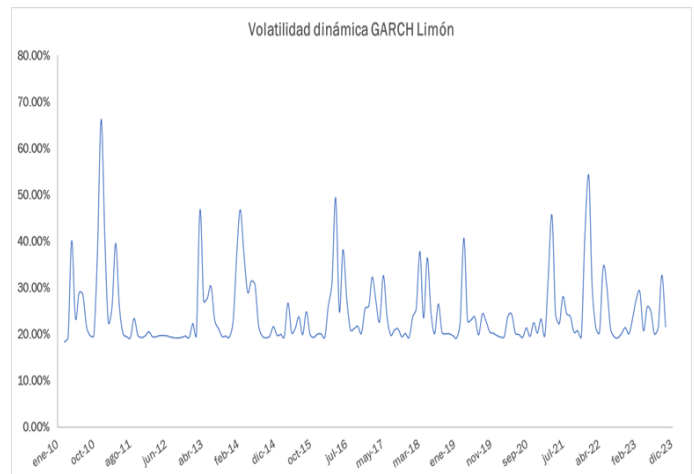
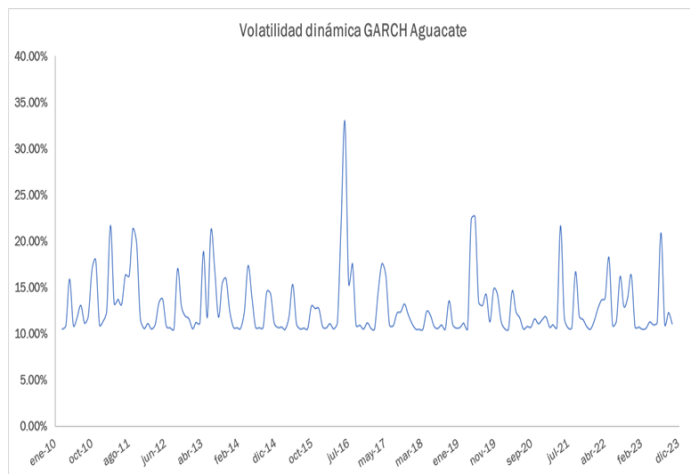
$$\sum_{i=1}^n -\ln(\sigma_i^2) - \frac{r_i^2}{\sigma_i^2}$$

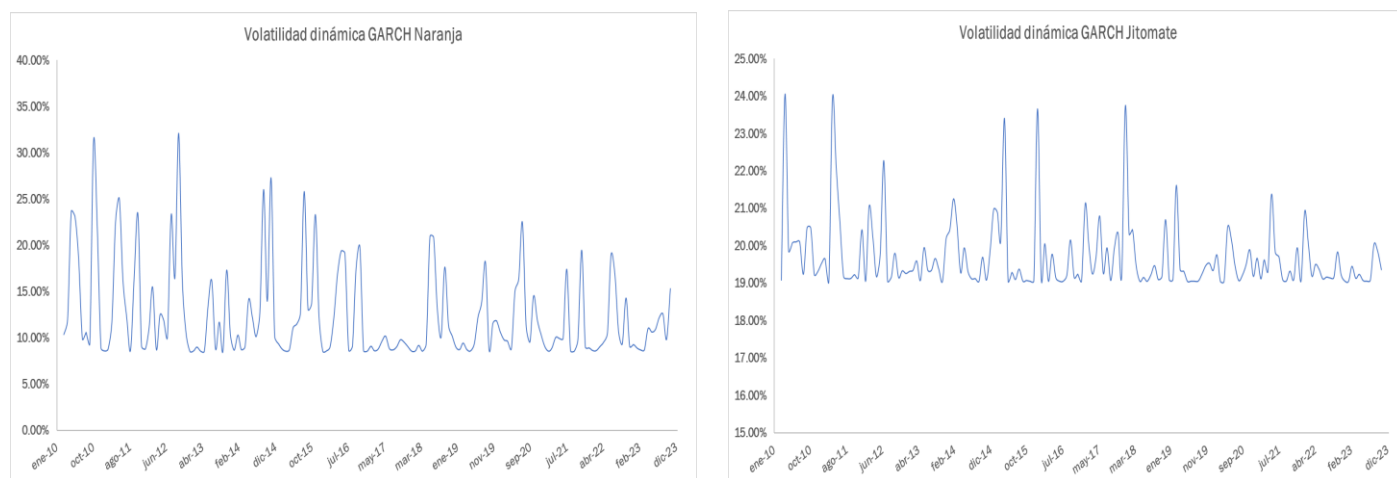
$\sigma_i^2 = \text{Estimación } i - \text{ésima de la Varianza}$
 $r_i = \text{Variación } i - \text{ésima del precio del bien}$

Ecuación 17. Condición para calibrar, por máxima verosimilitud, el modelo de volatilidad GARCH.

En conclusión, dada la robustez de los modelos generalizados GARCH, se opta por utilizarlos para analizar la volatilidad de los 4 productos.

Se tienen los siguientes resultados de aplicar el modelo GARCH a las variaciones mensuales (rendimientos) del INPP:





Gráfica 14. Series de volatilidad dinámica aplicando modelos GARCH a las series del INPP de aguacate, limón, naranja y jitomate. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

Para el precio de los 4 productos, en resumen, se tiene:

Parámetro	aguacate	limón	naranja	jitomate
α	36.6729%	41.7994%	69.4670%	6.7555%
β	2.9896%	11.5114%	0.0001%	0.0001%
V_L (Volatilidad largo plazo)	13.3135%	26.4015%	15.4960%	19.7342%
σ Histórica	13.2369%	24.9033%	12.2676%	19.5843%

Tabla 32. Parámetros resultantes de los modelos GARCH de volatilidad dinámica para las series del INPP de aguacate, limón, naranja y jitomate. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

Se Observa que los componentes de largo plazo de volatilidad en los modelos son similares a la varianza histórica presentada al inicio del capítulo, por lo que la volatilidad mensual del precio de producción de estos productos agrícolas, en el largo plazo, tenderá a dichos niveles que resultan elevados ya que se trata de volatilidad mensual. Esto último se corrobora en las gráficas de volatilidad dinámica construidas, pues se observa que, por ciclos, la volatilidad mensual del precio en todos los productos se eleva de manera importante, lo cual significa que, en esos momentos de alta volatilidad, los precios suben o bajan en una magnitud relevante, de ahí que es necesario analizar cada cuando se dan estos ciclos de alta volatilidad. Se tiene lo siguiente:

	aguacate	limón	naranja	jitomate
Meses promedio en los que la volatilidad se incrementa	2.70	2.65	3.08	2.63

Tabla 33. Plazo promedio (meses) en los que la volatilidad se incrementa dada la variación histórica en los precios de producción de los productos. Fuente: Elaboración propia.

Cuando la volatilidad es alta, se tiene que, en promedio, estos ciclos son de tres meses, resultado que era de esperarse por la tendencia bastante similar en el precio de los 4 productos seleccionados; de ahí puede sugerirse este plazo para contratos derivados tentativos.

De forma adicional, es posible tomar la volatilidad de largo plazo obtenida de los modelos para definir una volatilidad implícita inicial para contratos de opciones, para después irse ajustando al mercado cuando este avance en operaciones (oferta y demanda).

5. Propuesta de solución

5.1. Factibilidad de Implementar Contratos Derivados

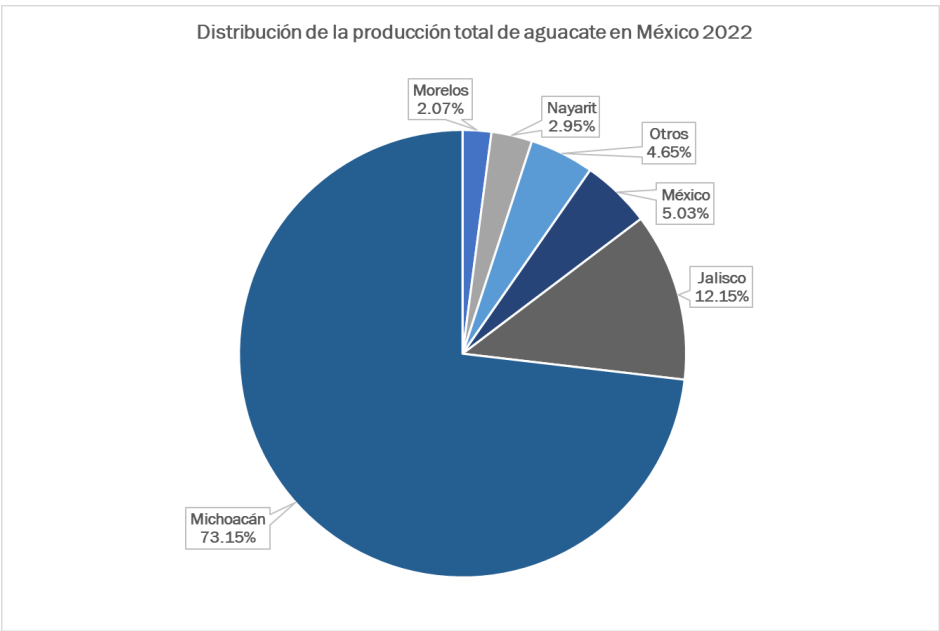
5.1.1. Importancia de los productos seleccionados

Aguacate

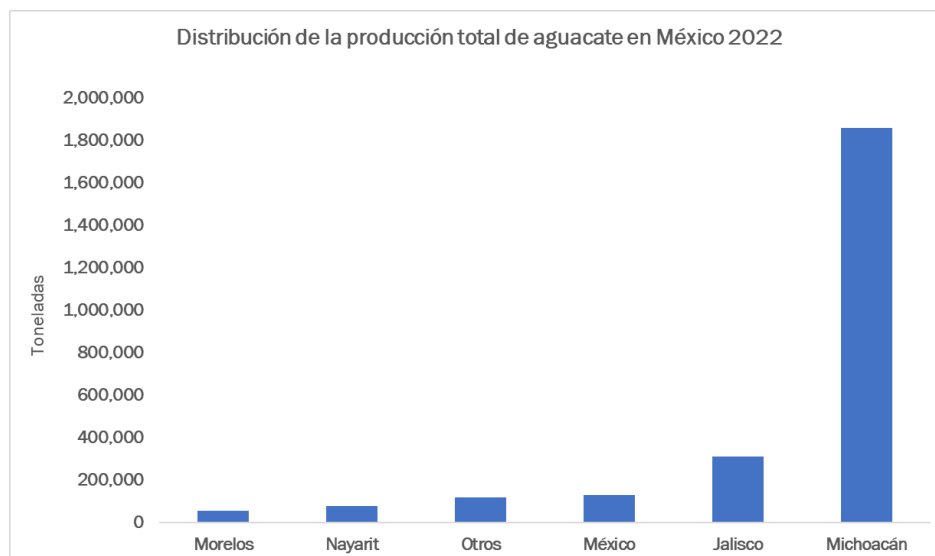
México es centro de origen del aguacate, denominado como “oro verde”, siendo el principal productor mundial de este fruto, con poco más de 232 mil hectáreas cultivadas. Se espera que la producción anual aumente 5.2% en los próximos 10 años.

Producción	2,540,715 toneladas
Valor de producción	63,447,915.03 miles de pesos
Consumo anual per cápita	10.7 kg
Ranking mundial	1°
Origen-destino comercial	48 naciones (Estados Unidos, Canadá y Japón adquirieron en conjunto cerca del 95.0% del total ofertado en 2022)

Tabla 34. Radiografía del aguacate mexicano. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP y <https://www.gob.mx/agricultura/>.



Gráfica 15. Distribución (porcentaje) de la producción total de aguacate en México 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.



Gráfica 16. Distribución (toneladas) de la producción total de aguacate en México 2022.
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

El principal productor en el país es Michoacán con el 73.15% de la producción total en 2022, seguido de Jalisco y el Estado de México con 12.15% y 5.03% respectivamente. De ahí que la concentración de producción en el país se ubica en el occidente y centro.



Gráfica 17. Distribución (zona geográfica) de la producción total de aguacate en México 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

Al ser el aguacate un producto altamente demandado por múltiples países, principalmente Estados Unidos, se han implementado diversos programas de establecimiento de huertas a la vez que se trabaja en el desarrollo de nuevos materiales que tengan resistencia a enfermedades y plagas, con el fin de que los productos no se contaminen y se evite la pérdida de calidad, así como para prevenir el abandonar huertos y tener que sustituirlos, excediendo el gasto de agua y desaprovechando los recursos existentes (INIFP, 2023).

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) trabaja en investigaciones sobre el uso de aguacate criollo con el objetivo de volverlo más competitivo en el mercado, esto para implementar alternativas para un mejor manejo para alcanzar al aguacate Hass, ya que este último cuenta con una cáscara gruesa, puede guardarse en temperaturas variadas y es de fácil manejo comparado con el aguacate criollo.

De igual forma, por medio del INIFAP se trabaja en tecnologías novedosas que permiten conservar la calidad del fruto durante el proceso de empaque y durante el traslado a los diferentes destinos:

- Temperatura óptima de refrigeración (6 ± 1 °C con 90 ± 5 % HR) para su envío hacia mercados de consumo que requieren tres o cuatro semanas de traslado.
- Dispositivo para detectar impactos en líneas de empaque que reduzcan la calidad.
- Programa de cómputo para la “Estimación de daños mecánicos y externos en aguacate que ingresa a la empacadora o en huerto” que permite disminuir los tiempos de evaluación e inspección de la calidad de los frutos de aguacate (de 2-3 horas a 1 hora).

Dado lo anterior, es posible iniciar con el establecimiento de contratos derivados para el aguacate Hass para posteriormente dar inclusión al aguacate Criollo.

La distribución de la producción de aguacate va desde Tamaulipas con 9 toneladas en 2022 hasta Michoacán con 1,858,407 de toneladas para ese mismo año, por lo que, para garantizar la monetización total de la producción y considerando las expectativas de crecimiento de este producto, podría definirse como tamaño de un contrato tentativo 10 toneladas, es decir, 10,000 kgs, con el fin de que todos los estados productores puedan acceder con sus cosechas a contratos derivados, esto a nivel producción.

Estado	Volumen producción Toneladas
Michoacán	1,858,407
Jalisco	308,813
México	127,732
Nayarit	74,999
Morelos	52,669
Guerrero	21,955
Puebla	19,884

Chiapas	16,034
Oaxaca	14,301
Yucatán	12,966
Veracruz	8,653
Colima	7,712
Hidalgo	4,263
Sinaloa	2,787
Nuevo León	2,225
Guanajuato	1,932
Durango	1,623
Campeche	782
Sonora	431
Querétaro	409
Aguascalientes	385
Zacatecas	350
Baja California Sur	347
Tabasco	305
San Luis Potosí	254
Tlaxcala	211
Chihuahua	168
Baja California	110
Tamaulipas	9
Total	2,540,715

Tabla 35. Producción total de aguacate por estado, 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

Por otra parte, el aguacate no tiene problemas para ser trasladado para entregas físicas requeridas al término de los derivados, dada su alta demanda de exportación y los cuidados necesarios para su traslado, (como refrigeración, por ejemplo).

Limón

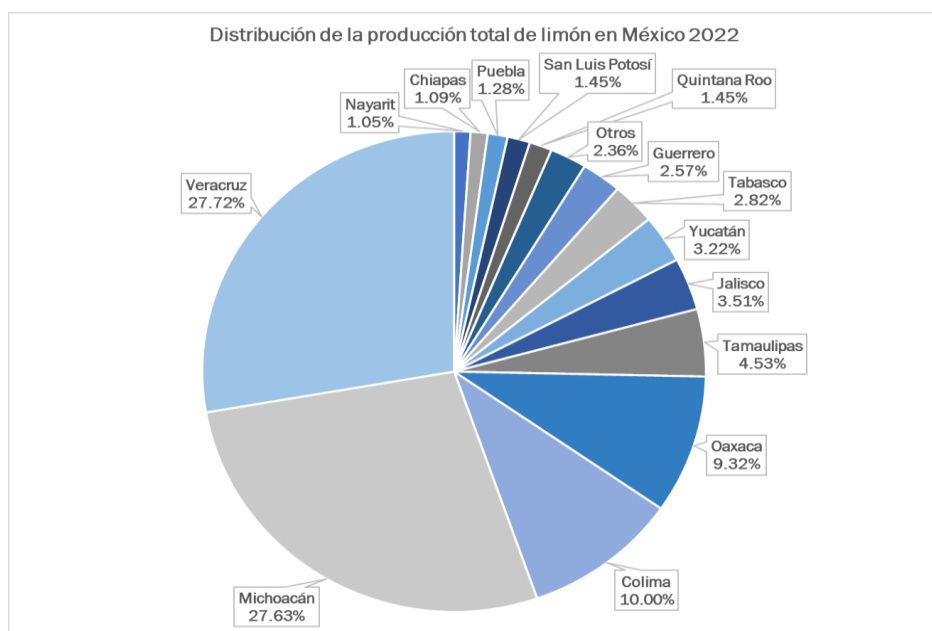
El limón es un producto agrícola básico en la alimentación de los habitantes del país. Se consume en una amplia variedad de platillos y prácticamente es un elemento de tradición.

Una vez cosechado, el fruto se destina como fresco o se utiliza para la obtención de jugos, aceites esenciales, concentrados, ácido cítrico y fermentos que son utilizados en diversas industrias, además de que se le atribuye el alivio para ciertas enfermedades de las vías respiratorias e inflamaciones de la garganta, por su propiedad antibacterial y antiviral.

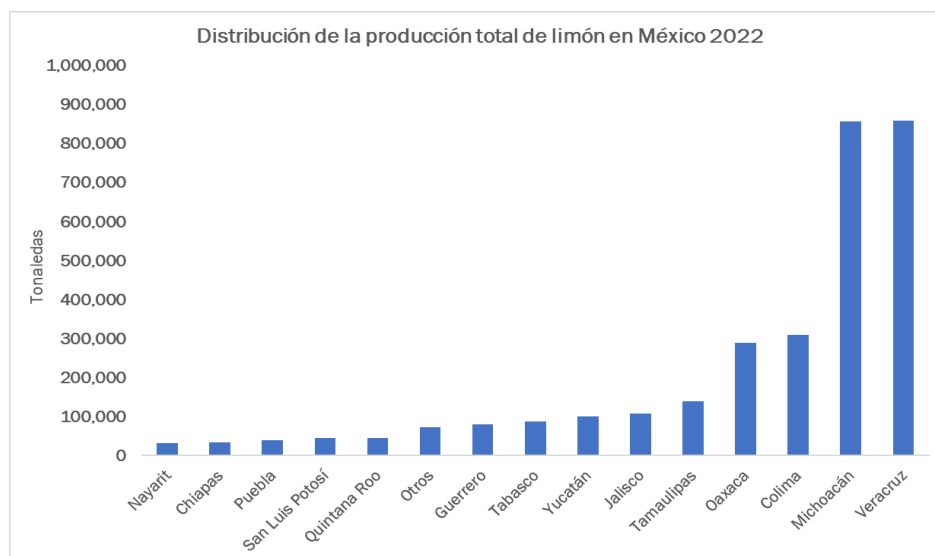
Cuando llega al mercado nacional, el periodo con mayor disponibilidad de limón es de julio a diciembre. En el mercado internacional, el limón se exporta a 25 países alrededor del mundo, siendo Estados Unidos es el principal consumidor.

Producción	3,101,099 toneladas
Valor de producción	28,141,338.09 miles de pesos
Consumo anual per cápita	14.5 kg
Ranking mundial	2°
Origen-destino comercial	25 naciones (Estados Unidos principal consumidor)

Tabla 36. Radiografía del limón mexicano. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP y <https://www.gob.mx/agricultura/>.

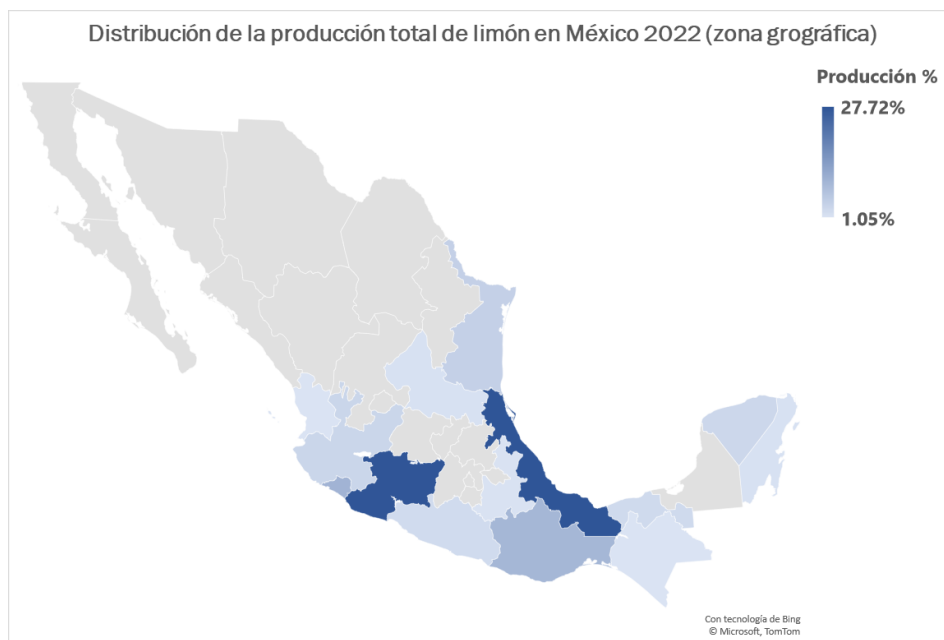


Gráfica 18. Distribución (porcentaje) de la producción total de limón en México 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.



Gráfica 19. Distribución (toneladas) de la producción total de limón en México 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

Los principales productores en el país son Veracruz y Michoacán con el 27.72% y el 27.63% de la producción total en 2022 respectivamente, seguidos de Colima y Oaxaca con el 10.00% y 9.32% respectivamente. La concentración de producción en el país se encuentra en las zonas Occidente, Noreste, Suroeste, Oriente y Sureste.



Gráfica 20. Distribución (zona geográfica) de la producción total de limón en México 2022.
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

A diferencia de otros productos perecederos, que requieren de cuidados excesivos y una logística que dure tan sólo unas horas, el limón tiene una larga vida en anaquel, lo que posibilita que pueda ser distribuido por cualquier modo de transporte. El producto debe ser almacenado en cámaras con temperaturas entre los 10-12°C, ya que temperaturas inferiores provocan importantes daños en el fruto.

Dado esto, el cítrico puede resistir hasta 25 días de tránsito, lo cual hace posible que su traslado se realice incluso por barco, lo cual reduce considerablemente los costos, ya que muchos perecederos deben transportarse vía aérea si se trata de exportaciones. Así, el limón no tiene problemas para ser trasladado para entregas físicas requeridas al término de los derivados, dada su alta demanda de exportación y los cuidados necesarios para su traslado, (como refrigeración, por ejemplo).

De acuerdo con el SIAP, en México se tiene, en 2002, producción de limón agrio, el más comercializado, y el limón real, por lo que es posible iniciar con el establecimiento de contratos derivados para el limón agrio para posteriormente dar inclusión al limón real.

La distribución de la producción de limón va desde Querétaro con 29 toneladas en 2022 hasta Veracruz con 859,613 toneladas para ese mismo año, por lo que, para garantizar la monetización total de la producción y considerando las expectativas de crecimiento de

este producto, podría definirse como tamaño de un contrato tentativo 30 toneladas, es decir, 30,000 kgs, con el fin de que todos los estados productores puedan acceder con sus cosechas a contratos derivados, esto a nivel producción.

Estado	Volumen de producción Toneladas
Veracruz	859,613
Michoacán	856,744
Colima	310,075
Oaxaca	289,061
Tamaulipas	140,336
Jalisco	108,880
Yucatán	100,000
Tabasco	87,427
Guerrero	79,645
Quintana Roo	45,098
San Luis Potosí	44,992
Puebla	39,662
Chiapas	33,926
Nayarit	32,439
Sinaloa	24,570
Campeche	15,764
Sonora	9,611
Zacatecas	8,145
Morelos	4,877
Nuevo León	2,616
Baja California	2,381
Aguascalientes	1,680
Hidalgo	1,653
México	1,128
Durango	399
Baja California Sur	256
Guanajuato	93
Querétaro	29
Total	3,101,099

Tabla 37. Producción total de limón por estado, 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

Naranja

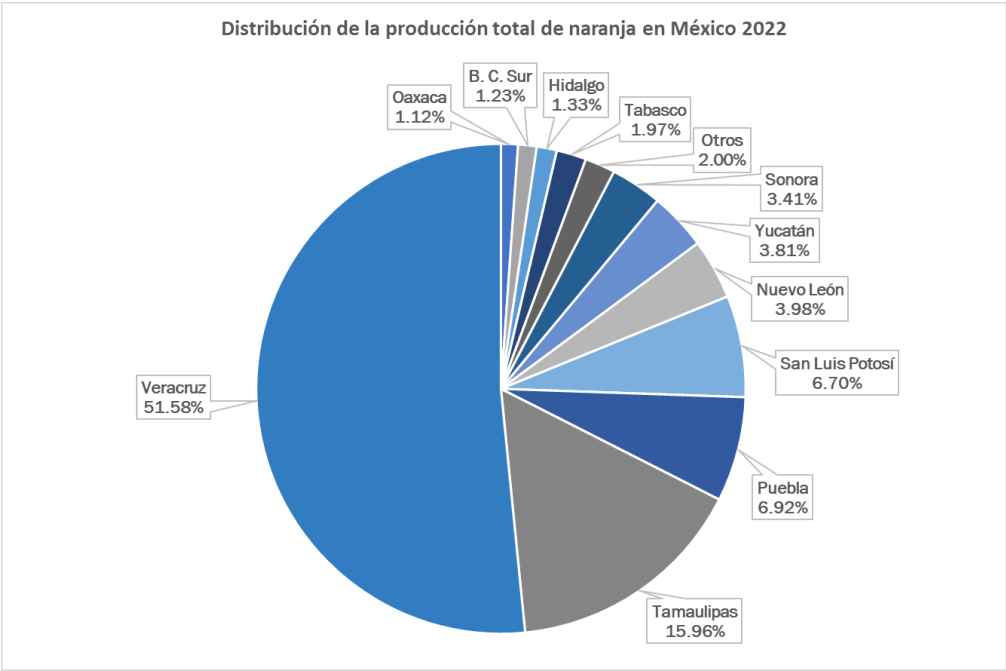
De acuerdo con la SADER, este resulta ser el fruto más popular de México a 2023, se come fresco, a gajos, partido a la mitad, con chile en polvo; también se extrae su jugo y su esencia para perfumar alimentos y otros productos.

Además de contar con un sabor y olor único, es una fuente de vitamina C, fibra y potasio, es antioxidante, ayuda a normalizar los niveles altos de colesterol en la sangre, gracias a su fibra soluble, y ayuda a reforzar las defensas del organismo.

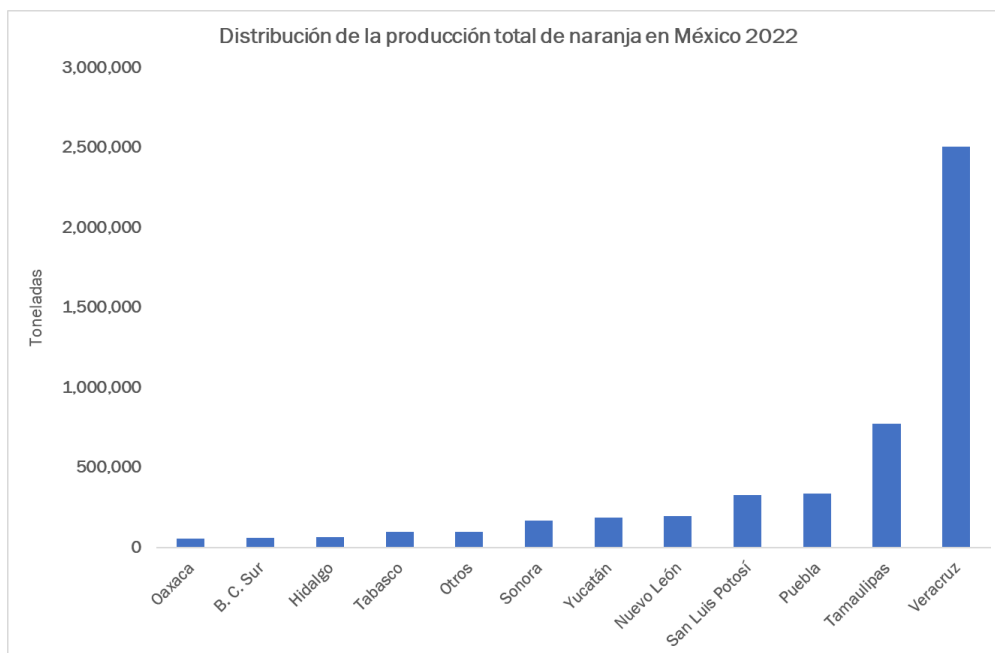
La comercialización global del jugo de naranja congelado es bastante popular, por lo que, como se comentaba en apartados anteriores, existen contratos derivados para este producto en particular, pero no para el fruto como tal.

Producción	4,854,373 toneladas
Valor de producción	16,142,238.2 miles de pesos
Consumo anual per cápita	37.1 kg
Ranking mundial	5°
Origen-destino comercial	Principalmente Estados Unidos, Canadá, Reino Unido y Japón,

Tabla 38. Radiografía de la naranja mexicana. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP y <https://www.gob.mx/agricultura/>.



Gráfica 21. Distribución (porcentaje) de la producción total de naranja en México 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.



Gráfica 22. Distribución (toneladas) de la producción total de naranja en México 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

El principal productor es Veracruz con 51.58% de la producción total en 2022 (la mitad), seguido de Tamaulipas y Puebla con 15.96% y 6.92% respectivamente. La concentración de producción en el país se encuentra en el Norte, Centro, Oriente, Suroeste y Sureste.



Gráfica 23. Distribución (zona geográfica) de la producción total de naranja en México 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

Lo meses de mayor disponibilidad de este cultivo son de noviembre a abril, con un pico de producción entre los meses de febrero a abril y se tiene tres variedades del cultivo:

- Valencia: Producción fuerte en mayo, jugosa y dulce. Orientada a la producción de jugo.
- Navel-lane-late: Producción a partir de febrero y es destinada a la mesa del consumidor.
- Navelina: Destinada tanto para la mesa como para la producción de jugos. Es altamente valorada porque tiene una producción muy alta que inicia en diciembre.

Respecto a su conservación y traslado, las bajas temperaturas en las cámaras de conservación tienen dos limitaciones: la temperatura nunca debe alcanzar la congelación entre 1.5 y 2°C y la sensibilidad a las bajas temperaturas de algunas alteraciones fisiológicas. La temperatura óptima ronda de los 3 a 8°C.

Además, durante el traslado, este fruto debe ser protegido contra cambios atmosféricos (lluvia, insolación, viento, etc) y debe mantenerse la temperatura de la caja alrededor de los 0°C y una humedad relativa en torno al 85-95%. La carga nunca debe apoyarse en las paredes, ni techo y debe existir un espacio adecuado entre los envases para una correcta circulación de la corriente refrigerante.

Dado lo anterior, resultaría factible establecer contratos derivados para los 3 tipos de naranja producidos en el país, además de que no se tiene problemas para que el fruto sea trasladado para entregas físicas requeridas al término de los derivados, dados los cuidados necesarios para su traslado, (como refrigeración, por ejemplo).

La distribución de la producción de naranja va desde Zacatecas con 18 toneladas en 2022 hasta Veracruz con 2,503,648 toneladas para ese mismo año, por lo que, para garantizar la monetización total de la producción y considerando las expectativas de crecimiento de este producto, podría definirse como tamaño de un contrato tentativo 20 toneladas, es decir, 20,000 kgs, con el fin de que todos los estados productores puedan acceder con sus cosechas a contratos derivados, esto a nivel producción.

Estado	Volumen producción Toneladas
Veracruz	2,503,648
Tamaulipas	774,611
Puebla	335,960
San Luis Potosí	325,200
Nuevo León	193,141
Yucatán	185,109
Sonora	165,475
Tabasco	95,581
Hidalgo	64,613

Baja California Sur	59,556
Oaxaca	54,233
Sinaloa	17,084
Quintana Roo	15,586
Campeche	14,634
Chiapas	12,452
Jalisco	11,017
Guerrero	5,964
Colima	5,065
Morelos	4,924
Michoacán	3,705
Baja California	2,965
Querétaro	2,240
Nayarit	1,016
Durango	370
México	179
Aguascalientes	26
Zacatecas	18
Total	4,854,373

*Tabla 39. Producción total de naranja por estado, 2022.
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.*

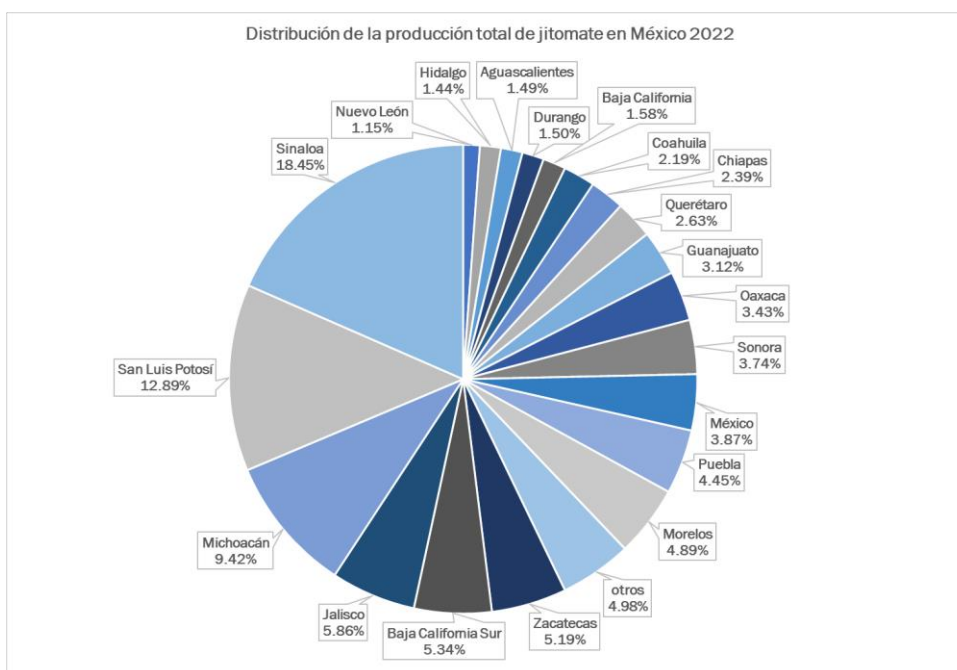
Jitomate

Es la hortaliza número uno en exportación y un ingrediente básico en la cocina mexicana. Tiene alta importancia económica por ser fuente de vitaminas, minerales y antioxidantes. Se tiene variedad de tamaño, colores y sabores, como el redondo (bola), saladette y Cherry. Además, por su calidad México está posicionado como líder mundial en exportación.

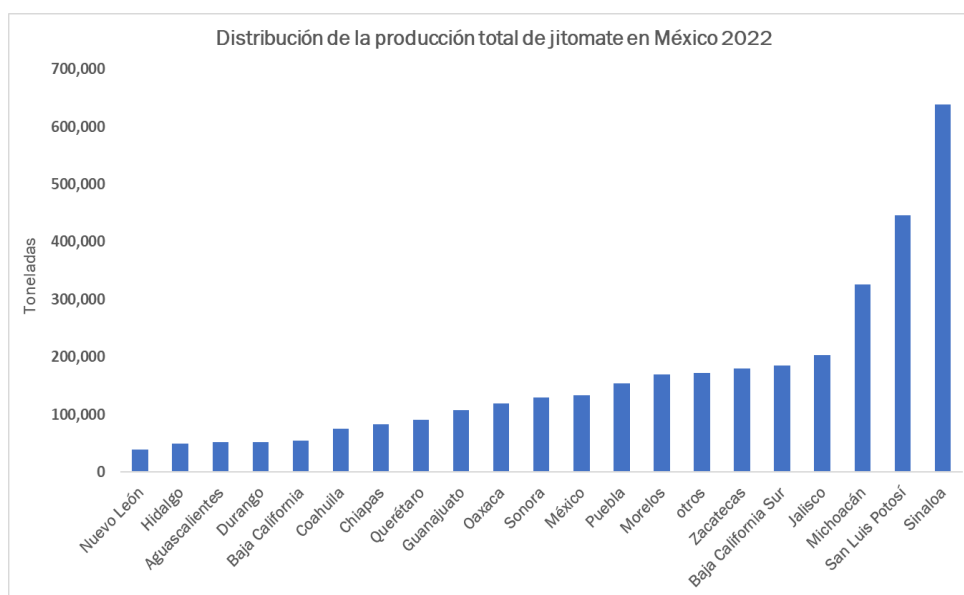
El uso del jitomate es variado: salsas, caldillos, guisos, crudo en rebanadas, asado o cocido, etc., y, de acuerdo con la SADER, funge como el alma de la gastronomía mexicana a 2022. Por lo general, ya en su comercialización, el consumidor final tiene una mayor preferencia por la variedad bola y la saladette, por lo que se podrían implementar contratos para ambos tipos de jitomate para después dar paso a la variedad Cherry.

Producción	3,461,766 toneladas
Valor de producción	31,509,359 miles de pesos
Consumo anual per cápita	13.4 kg
Ranking mundial	1°
Origen-destino comercial	Principalmente Estados Unidos, Canadá, Japón, Emiratos Árabes, Bélgica y Singapur,

Tabla 40. Radiografía del jitomate mexicano. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP y <https://www.gob.mx/agricultura/>.

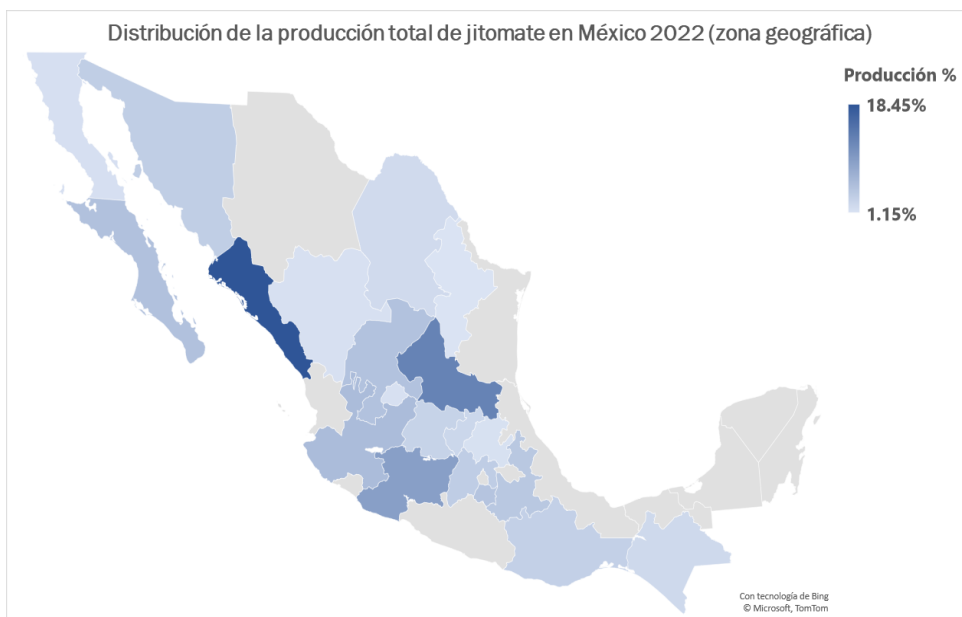


Gráfica 24. Distribución (porcentaje) de la producción total de jitomate en México 2022.
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.



Gráfica 25. Distribución (toneladas) de la producción total de jitomate en México 2022.
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

El principal productor en el país es Sinaloa con el 18.45% de la producción total en 2022, seguido de San Luis Potosí y Michoacán con el 12.89% y 9.43% respectivamente. La concentración de producción se encuentra prácticamente en todo el país, a excepción del Sureste.



Gráfica 26. Distribución (zona geográfica) de la producción total de jitomate en México 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

El jitomate se encuentra disponible todo el año y se transporta a una temperatura entre 8 y 14°C, con una humedad alta. La distribución se hace normalmente a temperaturas entre 10 y 15°C y una humedad media. Además, debe evitarse manipulaciones innecesarias, para reducir daños en el producto.

Los jitomates en conservación pueden presentar problemas provocados por condiciones inadecuadas como frío excesivo, poca humedad o enfermedades provocadas por distintos hongos y bacterias.

Ablandamiento	Después de la recolección la dureza de la pulpa se reduce, debido entre otras cosas a la pérdida de agua.
Daños por frío	Se producen cuando el tomate es sometido a temperaturas inferiores a 10-13°C. Cuando esto ocurre aparece un punteado sobre la superficie del fruto. Además, se ve favorecido el ataque de distintos organismos que producen pudriciones.
Enfermedades	Pudrición negra, agria, algodonosa, gris, blanda dependiendo del hongo o bacteria.

Tabla 41. Problemas del estado del jitomate durante su conservación. Fuente: Elaboración propia con información de <https://www.frutas-hortalizas.com/>.

Así, de desear implementar contratos derivados sobre el jitomate, deben considerarse altamente los cuidados para su traslado y conservación, aunque es de notarse que, para su

comercialización, por ejemplo, en la Ciudad de México, este producto llega desde diferentes ciudades y también es lanzado a otras, por lo que podría pensarse que una entrega tentativa al final del plazo de un contrato derivado puede llevarse a cabo de forma exitosa. Al cierre de noviembre 2023 se tiene el siguiente estatus del origen y destino del cultivo de jitomate en el país:

Comercialización jitomate saladette		
Presentación	Origen	Destino
Caja de 13 kg.	Aguascalientes	Aguascalientes: Centro Comercial Agropecuario de Aguascalientes
Caja de 32 kg.	Aguascalientes	Aguascalientes: Centro Comercial Agropecuario de Aguascalientes
Caja de 13 kg.	Baja California	Baja California: Central de Abasto INDIA, Tijuana
Kilogramo	Baja California Sur	Baja California Sur: Unión de Comerciantes de La Paz
Caja de 25 kg.	Distrito Federal	Campeche: Mercado “Pedro Sáinz de Baranda”, Campeche
Caja de 14 kg.	Sinaloa	Coahuila: Central de Abasto de La Laguna, Torreón
Kilogramo	Chiapas	Chiapas: Central de Abasto de Tuxtla Gutiérrez
Caja de 15 kg.	Sinaloa	Chihuahua: Central de Abasto de Chihuahua
Kilogramo	Jalisco	Chihuahua: Mercado de Abasto de Cd. Juárez
Caja de 12 kg.	Puebla	DF: Central de Abasto de Iztapalapa DF
Caja de 13 kg.	Sinaloa	DF: Central de Abasto de Iztapalapa DF
Caja de 25 kg.	Sinaloa	DF: Central de Abasto de Iztapalapa DF
Caja de 14 kg.	Sinaloa	Durango: Centro de Distribución y Abasto de Gómez Palacio
Caja de 33 kg.	Sinaloa	Guanajuato: Central de Abasto de León
Caja de 20 kg.	Michoacán	Hidalgo: Central de Abasto de Pachuca
Caja de 13 kg.	San Luis Potosí	Jalisco: Mercado de Abasto de Guadalajara
Caja de 14 kg.	Sinaloa	Jalisco: Mercado de Abasto de Guadalajara
Caja de 13 kg.	San Luis Potosí	Jalisco: Mercado Felipe Ángeles de Guadalajara
Caja de 14 kg.	Sinaloa	Jalisco: Mercado Felipe Ángeles de Guadalajara
Caja de 12 kg.	Hidalgo	México: Central de Abasto de Ecatepec
Caja de 20 kg.	Morelos	México: Central de Abasto de Ecatepec
Caja de 32 kg.	Morelos	México: Central de Abasto de Ecatepec
Kilogramo	México	México: Central de Abasto de Toluca
Caja de 22 kg.	México	México: Central de Abasto de Toluca
Caja de 28 kg.	Michoacán	Michoacán: Mercado de Abasto de Morelia
Kilogramo	Nayarit	Nayarit: Mercado de abasto ‘Adolfo López Mateos’ de Tepic
Kilogramo	Nayarit	Nayarit: Nayarabastos de Tepic
Caja de 13 kg.	San Luis Potosí	Nuevo León: Mercado de Abasto “Estrella” de San Nicolás de los Garza
Kilogramo	Michoacán	Puebla: Central de Abasto de Puebla
Caja de 30 kg.	Michoacán	Querétaro: Mercado de Abasto de Querétaro
Kilogramo	Yucatán	Quintana Roo: Mercado de Chetumal, Quintana Roo
Caja de 13 kg.	Sinaloa	San Luis Potosí: Centro de Abasto de San Luis Potosí
Kilogramo	Sinaloa	Sinaloa: Central de Abasto de Culiacán
Kilogramo	Jalisco	Sinaloa: Zona de Abasto de Mazatlán
Caja de 28 kg.	Sonora	Sonora: Central de Abasto de Cd. Obregón
Caja de 13 kg.	Baja California	Sonora: Mercado de Abasto “Francisco I. Madero” de Hermosillo
Caja de 13 kg.	Distrito Federal	Tabasco: Central de Abasto de Villahermosa
Caja de 13 kg.	Nuevo León	Tamaulipas: Módulo de Abasto de Reynosa
Caja de 19 kg.	Puebla	Tamaulipas: Módulo de Abasto de Tampico, Madero y Altamira

Caja de 24 kg.	Veracruz	Veracruz: Central de Abasto de Jalapa
Caja de 20 kg.	Puebla	Veracruz: Central de Abasto de Minatitlán
Caja de 20 kg.	Distrito Federal	Veracruz: Mercado Malibrán
Caja de 13 kg.	Distrito Federal	Yucatán: Central de Abasto de Mérida
Caja de 30 kg.	Campeche	Yucatán: Centro Mayorista Oxxutzcab
Caja de 14 kg.	Puebla	Yucatán: Centro Mayorista Oxxutzcab
Caja de 30 kg.	Puebla	Yucatán: Centro Mayorista Oxxutzcab
Caja de 30 kg.	Yucatán	Yucatán: Centro Mayorista Oxxutzcab
Caja de 13 kg.	Distrito Federal	Yucatán: Mercado “Casa del Pueblo”
Kilogramo	Sinaloa	Zacatecas: Mercado de Abasto de Zacatecas

Tabla 42. Diferentes orígenes y destinos del cultivo de jitomate saladette al 30/11/2023. Fuente. Elaboración propia con datos del SNIIM.

Comercialización jitomate bola		
Presentación	Origen	Destino
Caja de 13 kg.	Aguascalientes	Aguascalientes: Centro Comercial Agropecuario de Aguascalientes
Caja de 14 kg.	Baja California	Baja California: Central de Abasto INDIA, Tijuana
Caja de 15 kg.	Sinaloa	Coahuila: Central de Abasto de La Laguna, Torreón
Caja de 15 kg.	Sinaloa	Chihuahua: Central de Abasto de Chihuahua
Kilogramo	Jalisco	Chihuahua: Mercado de Abasto de Cd. Juárez
Caja de 10 kg.	Puebla	DF: Central de Abasto de Iztapalapa DF
Caja de 15 kg.	Sinaloa	Durango: Centro de Distribución y Abasto de Gómez Palacio
Caja de 10 kg.	Michoacán	Guanajuato: Central de Abasto de León
Caja de 10 kg.	Jalisco	Jalisco: Mercado de Abasto de Guadalajara
Caja de 10 kg.	Sinaloa	Jalisco: Mercado Felipe Ángeles de Guadalajara
Kilogramo	Nayarit	Nayarit: Mercado de abasto ‘Adolfo López Mateos’ de Tepic
Kilogramo	Nayarit	Nayarit: Nayarabastos de Tepic
Caja de 12 kg.	San Luis Potosí	Nuevo León: Mercado de Abasto “Estrella” de San Nicolás de los Garza
Kilogramo	Puebla	Puebla: Central de Abasto de Puebla
Kilogramo	Sinaloa	Sinaloa: Central de Abasto de Culiacán
Kilogramo	Jalisco	Sinaloa: Zona de Abasto de Mazatlán
Caja de 13 kg.	Sonora	Sonora: Central de Abasto de Cd. Obregón
Caja de 13 kg.	Baja California	Sonora: Mercado de Abasto “Francisco I. Madero” de Hermosillo
Caja de 15 kg.	Nuevo León	Tamaulipas: Módulo de Abasto de Reynosa
Caja de 10 kg.	Puebla	Veracruz: Central de Abasto de Minatitlán

Tabla 43. Diferentes orígenes y destinos del cultivo de jitomate bola al 30/11/2023. Fuente. Elaboración propia con datos del SNIIM.

Dado lo anterior, la conservación para el traslado de este producto agrícola resultaría factible en el caso de entregas físicas al vencimiento de contratos derivados. Por otra parte, la distribución de la producción de jitomate va desde la Ciudad de México con 121 toneladas en 2022 hasta Sinaloa con 638,699 toneladas para ese mismo año. De ahí que, analizando las pequeñas producciones en la Ciudad de México, de acuerdo con la

SADER, a 2019 se tenían pequeñas superficies bajo condiciones de invernadero con una producción promedio de 10 toneladas por cada 1,000 metros cuadrados en las variedades de jitomate tipo bola, saladette y cherry, que se comercializa de manera local, por lo que, para garantizar la monetización total de la producción y considerando las expectativas de crecimiento de este producto, podría definirse como tamaño de un contrato tentativo 10 toneladas, es decir, 10,000 kgs, con el fin de que todos los estados productores puedan acceder con sus cosechas a contratos derivados (a nivel producción).

Estado	Volumen producción Toneladas
Sinaloa	638,699
San Luis Potosí	446,295
Michoacán	325,972
Jalisco	202,857
Baja California Sur	185,010
Zacatecas	179,583
Morelos	169,352
Puebla	154,083
México	133,969
Sonora	129,385
Oaxaca	118,731
Guanajuato	108,052
Querétaro	90,980
Chiapas	82,729
Coahuila	75,755
Baja California	54,788
Durango	51,850
Aguascalientes	51,735
Hidalgo	49,959
Nuevo León	39,639
Veracruz	32,329
Tamaulipas	32,229
Guerrero	29,323
Colima	28,045
Nayarit	19,005
Campeche	10,054
Chihuahua	8,938
Tlaxcala	7,132
Yucatán	2,800
Quintana Roo	1,725
Tabasco	644
Ciudad de México	121
Total	3,461,766

Tabla 44. Producción total de jitomate por estado, 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

5.1.2. Comercio exterior y riesgo cambiario

Un rubro que es importante destacar en esta investigación, es el que se refiere al tema de las exportaciones y el riesgo que existe para los productores el vender su producto en cierto nivel del tipo de cambio, ya que una apreciación del peso ante las monedas internacionales resulta contraproducente, dado que se estaría recibiendo un nivel más bajo de divisas por la venta de los productos, situación que se ha venido presentando en los últimos años, pues, por ejemplo de 2020 a 2023 el dólar ha perdido fortaleza ante el peso pasando de \$19.93 a \$16.89 pesos por dólar, lo que representa una disminución de 15.25%.

Al cierre de 2022, se tienen los siguientes niveles de exportación y producción para cada uno de los productos seleccionados:

Producto	Exportación (toneladas)	Producción total (toneladas)	% Exportación
Aguacate	1,011,000	2,540,715	39.79%
Limón	560,000	3,101,099	18.06%
Naranja	77,000	4,854,373	1.59%
Jitomate	1,109,000	3,461,766	32.04%

Tabla 45. Niveles de exportación de los productos seleccionados respecto a la producción total en 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

Se observa que, para el caso del aguacate, prácticamente el 40% de la producción es destinada para la exportación, seguido del jitomate con 32.02% y el limón con 18.06%. Para el caso de la naranja, el nivel de exportación respecto a la producción total nacional resulta bajo (1.59%), dado que el producto resulta más demandado, en términos internacionales, como jugo.

Dado lo anterior, existe un porcentaje importante de productores que venden su producto fuera del país, por lo que disminuciones de la paridad cambiaria, como se comentó al inicio, puede afectar el ingreso de divisas en el país en materia de exportación.

Respecto a la paridad peso-dólar, el Banxico ofrece el Programa de Coberturas Cambiarias (CPC), que permite a las empresas, incluidos los productores agrícolas, cubrirse contra la volatilidad del tipo de cambio. Este programa permite a los participantes fijar un tipo de cambio futuro para sus transacciones en moneda extranjera, brindándoles certidumbre en cuanto a los ingresos que recibirán por sus exportaciones.

Por otra parte, es posible recibir ingresos en otra divisa, como el euro, por ejemplo, por lo que podrían pactarse contratos de futuros o contratos opciones respecto a estas divisas (incluido el dólar) que pueden utilizarse para cubrir el riesgo cambiario en las exportaciones agrícolas. Esto, acercándose al Banco Central o al mercado de derivados en materia de divisas.

Lo relevante en este punto es diferenciar los efectos del tipo de cambio en el tema de cobertura de precios, es decir diferenciar entre los tipos de venta, si son nacionales o exportaciones.

Si la venta resulta nacional, entonces la cobertura de precios sobre subyacentes agropecuarios bastaría para eliminar el riesgo cambiario en materia de pago de comisiones (intermediación) por pactar contratos en bolsas de otros países.

En contraste, si se trata de operaciones de exportación, además de la cobertura sobre subyacentes agropecuarios, valdría la pena cubrir el efecto cambiario utilizando cobertura de divisas, es decir, complementando los contratos para pactar un precio que beneficie al productor, tomando en cuenta el porcentaje de la producción total de cada cultivo destinada al comercio exterior.

5.1.3. Diseño de contratos derivados propuestos

Dado el análisis de volatilidad GARCH, realizado en el apartado anterior, se definió el plazo tentativo para los contratos derivados y gracias al estudio de la distribución de la producción de cada cultivo, por estado dentro del país, se propuso el tamaño, también tentativo, de estos contratos.

De esta forma la propuesta queda de la siguiente forma:

Características		Valor		
Activo subyacente	Aguacate Hass	Limón agrio/real	Naranja Valencia/ Navel- late/Navelina	Jitomate Saladette/Bola
Tamaño	10 toneladas	30 toneladas	20 toneladas	10 toneladas
Moneda	mxn	mxn	mxn	mxn
Vencimiento	a 3 meses	a 3 meses	a 3 meses	a 3 meses
Fluctuación mínima por puja	\$5 mxn por tonelada	\$5 mxn por tonelada	\$5 mxn por tonelada	\$5 mxn por tonelada

Tabla 46. Propuesta de factibilidad de contratos derivados sobre subyacentes agropecuarios para el MexDer. Fuente: elaboración propia.

Como puede visualizarse, esta propuesta abarca los principales cultivos respecto a producción, lo cual puede extenderse a las demás variedades, como aguacate criollo o jitomate cherry, al avanzar con la infraestructura/tecnología necesaria en su conservación y traslado para posibles entregas al vencimiento de contratos.

Se observa, además que, por practicidad, se mantiene la fluctuación mínima por puja de \$5mxn/tonelada que mantenía el contrato del maíz en el MexDer, recordando que dicha

variación será el componente base de demanda y oferta para pactar el precio strike al vencimiento de los derivados.

Entonces, dichos parámetros funcionan adecuadamente para contratos de futuros, pero para contratos de opciones falta el cálculo de una prima inicial que se irá modificando de acuerdo con la oferta y demanda del mercado. Así, es posible utilizar la fórmula de Black-Scholes (mencionada en el apartado 3 de este documento) y la volatilidad de largo plazo sugerida por el modelo GARCH como volatilidad implícita en dicha fórmula, por lo que se tendría una ecuación que dependerá del precio strike definido por la oferta y demanda del mercado:

Para Call:

$$P = SN(d_1) - K_t e^{-rt} N(d_2)$$

Ecuación 18. Fórmula Black-Scholes para el precio de una opción Call

Para Put:

$$P = K_t e^{-rt} N(-d_2) - SN(-d_1)$$

Ecuación 19. Fórmula Black-Scholes para el precio de una opción Put

donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{P}{K_t}\right) + rt + \frac{\sigma^2}{2}t}{\sigma\sqrt{t}} \quad ; \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Ecuación 20. Parámetros para la estimación del precio de opciones Call y Put en la fórmula de Black-Scholes

con:

P	Precio de la prima de la opción
S	Precio spot (al momento de valuación) del subyacente
K_t	Precio strike pactado a ejercerse al final del contrato (plazo t)
r	Tasa de interés anual libre de riesgo. Por lo general, en México se toma la tasa del Cete a 28 días emitido por el Banxico.
σ	Volatilidad anual del subyacente
$N(d)$	Distribución Normal Estándar acumulativa valuada en el parámetro d

De ahí que, por ejemplo, al cierre de noviembre 2023, si se toma el precio promedio mensual de cada producto en el país, de acuerdo con el SNIIM (ver Anexos), la tasa anual

del cete 28 como libre de riesgo¹³, un plazo de 3 meses (plazo propuesto anteriormente), las volatilidades estimadas por los modelos GARCH y si se suponen precios strike a 3 meses para los productos, se tendrían parámetros tentativos para contratos de opciones, así como una prima asignada (también tentativa):

	Aguacate Hass	Limón agrio	Naranja Valencia	Jitomate Saladette
Precio promedio kg	\$48.48	\$18.83	\$16.30	\$19.06
t (3/12)	0.25	0.25	0.25	0.25
σ (mensual)	13.31%	26.40%	15.50%	19.73%
r anual	10.78%	10.78%	10.78%	10.78%
Kt (strike a 3 meses)	\$51.00	\$20.50	\$18.00	\$21.00
Prima Call	\$3.95	\$2.97	\$1.26	\$2.05
Prima Put	\$5.11	\$4.10	\$2.48	\$3.42

Tabla 47. Parámetros y primas resultantes de aplicar la fórmula de Black-Scholes, al cierre de noviembre 2023, tomando precios strike supuestos. Fuente: elaboración propia. Código VBA Excel se muestra en los Anexos.

Entonces, si las primas anteriores se dan para 1kg de cada producto, multiplicando por el tamaño del contrato, respectivamente, se tendrían las primas de las opciones Call y Put.

	Aguacate Hass	Limón agrio	Naranja Valencia	jitomate Saladette
Prima Call (x tamaño del contrato)	\$39,473.38	\$89,199.68	\$25,217.35	\$20,464.92
Prima Put (x tamaño del contrato)	\$51,070.43	\$81,932.51	\$49,570.91	\$34,246.00

Tabla 48. Primas de opciones ejemplo para cada producto por tamaño de contrato propuesto. Fuente: elaboración propia.

Dado lo anterior, una vez establecidos los contratos futuros con sus respectivos precios strike, definidos por la oferta y demanda, será posible establecer las primas de los contratos de opciones.

Por otra parte, respecto a la implementación de estos contratos, es importante mencionar que, en la operativa, como se comentó anteriormente, el pago de las primas y los márgenes correspondientes para ambos tipos de contratos deben seguir siendo subsidiados por programas gubernamentales, por lo que es vital el acceso al financiamiento e inclusión financiera para productores.

¹³ La tasa de rendimiento de los Certificados de la Tesorería de la Federación a 28 días (CETE 28) se utiliza comúnmente como una medida libre de riesgo en México debido a que tienen garantía de Gobierno Federal, son instrumentos de corto plazo y altamente líquidos y su rendimiento es utilizado como referencia para otros instrumentos financieros en el país.

5.1.4. Evaluación de la viabilidad económica. Riesgos y beneficios

Como ya se ha comentado, los contratos derivados proporcionan un buen mecanismo para la gestión de riesgos, permitiendo a los productores protegerse contra fluctuaciones adversas en los precios de los productos básicos. Aquí, en efecto, la viabilidad dependerá de la eficacia de la estrategia de riesgos, por ejemplo, si la volatilidad del mercado agrícola resulta baja, el uso de contratos puede no estar justificado, caso que es completamente contrario, ya que como se analizó en el apartado 4, la volatilidad del precio de los productos es alta.

Entonces, los productores fijarán precios y garantizarán ingresos mínimos para su producción, lo que contribuye a la estabilidad financiera, pero estos beneficios dependerán de la capacidad del productor para prever cambios en los precios y tomar decisiones efectivas respecto a la cobertura.

Por otra parte, como ya se ha mencionado, la implementación exitosa de los contratos está vinculada con el acceso al financiamiento, pues los productores que muestren una mejor administración de riesgos tendrán mayor oportunidad de obtener el descuento de las instituciones de crédito agropecuario. Esto va relacionado directamente con el conocimiento y la toma de riesgo por parte de los participantes del mercado, ya que, si no se tiene conocimiento de los mercados financieros, no hay inclusión financiera y se tiene aversión total al riesgo, el acceso a los instrumentos derivados será limitado, al igual que sucedió para el caso del contrato del maíz en 2018.

Así, la presencia de un mercado de derivados agropecuarios (Bolsa Agropecuaria) contribuirá a una formación de precios más eficiente y transparente, por lo que la liquidez y participación no pueden ser limitadas, pues se afectaría la eficacia del mercado en esta determinación de precios. De ahí que es relevante la participación tanto de inversionistas que buscan una ganancia al apostar en derivados (especuladores), como de productores que buscan cubrir los riesgos y garantizar un precio de venta que los beneficie, formando un mercado robusto que genere oferta, demanda y alta liquidez.

Es posible llevar todo este estudio a un análisis de riesgo-beneficio:

Riesgos	Beneficios
<u>Riesgo de Mercado:</u> Los cambios inesperados en los precios del subyacente pueden llevar a pérdidas en las posiciones de derivados, por lo que es importante fijar una estrategia correcta para su uso, ya sea para especulación o cobertura. Por otra parte, el riesgo de tipo de cambio en México quedaría obsoleto, ya que la propuesta consiste en operar contratos agrícolas en pesos, por lo que, de manera interna, el riesgo queda nulificado. En materia de exportaciones, es posible complementar con derivados de tipo de tipo de cambio o con el Programa de Coberturas Cambiarias del Banxico. Evidentemente será necesario ser punto de atracción para mercados internacionales, por lo que la liquidez se incrementaría a pesar de tener una tasa de cambio para los dólares recibidos dentro del MexDer.	<u>Mejora en la Administración de Riesgos y Tendencia hacia Precios Justos:</u> Los participantes pueden protegerse contra riesgos adversos y mejorar la estabilidad financiera. Garantizar un precio de venta a productores reducirá la volatilidad de precios, lo cual estabilizará el margen entre el precio del productor y el precio al consumidor dando certeza en precios en los hogares de consumo final, evitando que se deje de consumir el bien por el encarecimiento o su sustitución por otro, lo cual resulta un beneficio final a las amas de casa.
<u>Riesgo Operativo:</u> Problemas tecnológicos, errores operativos o fallas en la infraestructura pueden afectar la ejecución y liquidación de los contratos, aunque el riesgo debe ser mínimo dados los procesos de mitigación establecidos por el MexDer, es decir, el riesgo operativo de contratos agro es prácticamente el mismo que el de los contratos que actualmente ya se operan.	<u>Incremento de la Inversión:</u> Un mercado de derivados robusto y desarrollado atrae a inversionistas nacionales y extranjeros para aumentar la participación en el mercado, generando liquidez, por lo que es necesaria tanto la participación de especuladores como de quienes buscan cubrir precios ante la volatilidad creciente.
<u>Riesgo Regulatorio:</u> Cambios en las regulaciones pueden afectar la viabilidad y la operación del mercado de derivados, lo cual resulta relevante, ya que actualmente no se está permitido operar la propuesta realizada con los subyacentes seleccionados, por lo que se tendría que solicitar el permiso de operación al Banxico, con el fin de realizar modificaciones a la circular 4/2012 respecto a subyacentes a operar.	<u>Formación Eficiente de Precios:</u> La existencia de una Bolsa Agropecuaria puede contribuir a una formación de precios más transparente, ya que se tienen como ejemplos a las bolsas más robustas del mundo (India, Chicago, Londres, etc.) Un mercado de derivados agro eficiente, robusto y líquido coadyuva a llevar una tendencia favorable hacia precios justos, pues se acorta la brecha (intervalo) entre precios mínimos y máximos, reduciendo la volatilidad y favoreciendo a los actores de mercado en conjunto en términos gasto y alcance, costos de operación, reducción de inflación, etc.
<u>Riesgo Contraparte:</u> La falta de cumplimiento por una de las partes puede incurrir en pérdidas. Respecto al mercado regulado, se cuenta con la Cámara de Compensación AISIGNA, que se encarga de mitigar dicho riesgo. Por otra parte, la idea también es extender la Bolsa Agropecuaria al mercado extrabursátil (OTC), por lo que las instituciones financieras deben llevar a cabo la gestión necesaria para reducir el riesgo de impago.	<u>Mayor Acceso a Financiamiento y Flexibilidad Financiera:</u> Como ya se ha comentado, los participantes que demuestren una gestión de riesgos eficiente tendrán un mejor y mayor acceso al financiamiento para producir, además de que la capacidad para personalizar contratos derivados (contratos a la medida y necesidad de los productores) permite a los participantes adaptar estrategias, por lo que el OTC también juega un papel importante.

Tabla 49. Análisis de riesgos y beneficios de contar con una Bolsa Agropecuaria de Derivados en México.
Fuente: elaboración propia.

Así, la viabilidad económica dependerá del nivel de desarrollo y aceptación del MexDer, los cuales no son de lejano alcance dada la infraestructura y capacidad de operaciones que posee, por lo que este mercado en conjunto con el Gobierno Federal e instituciones financieras deben promover el uso de estas coberturas y ampliar la inclusión en los Programas ofrecidos, ya que la participación activa de productores, intermediarios y otros actores es crucial para el éxito del mercado de derivados agropecuario.

Al final, como ya se ha comentado, los beneficios se darán de forma conjunta tanto para productores, agentes financieros, instituciones y consumidores finales, además de que los costos de intermediación se quedarían dentro del país, es decir, no se tendría que recurrir a pagar cuotas extranjeras por contratos que tal vez son difíciles de cubrir dadas las necesidades locales de producción. Esto aumentaría las negociaciones internas, dando un impulso a la economía nacional.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Resumen de hallazgos clave

La alta volatilidad que existe en los precios de productos agropecuarios resulta una problemática que afecta directamente a la economía del país y el estilo de vida de los productores y consumidores finales. Así, esta volatilidad de precios puede tener consecuencias negativas en la seguridad alimentaria y en la calidad de vida de las comunidades.

Existen mecanismos para combatir la volatilidad de precios agropecuarios: Programas gubernamentales impulsados por instituciones financieras que consisten en apoyos para la producción en el campo, los cuales están enfocados a ciertos granos solamente (maíz, trigo, café, soja, etc.); Financiamiento por parte de instituciones para mejorar las condiciones de producción; Programas de Coberturas de Precios que consisten en contratos derivados para pactar un precio futuro con el cual los productores puedan garantizar un precio de venta para su producción y así no incurrir en pérdidas. Dichos contratos son pactados en mercados extranjeros dada la falta de una Bolsa Agropecuaria en el MexDer.

Estas soluciones se han visto limitadas por la falta de difusión, así como de la falta de educación e inclusión financiera hacia pequeños productores, aunado al hecho de que los contratos derivados cotizados en mercados extranjeros no están hechos a la medida, es decir, resulta complicado satisfacer el tamaño de los contratos estándares en otros países dada la menor producción de algunos agricultores.

Dado lo anterior, resulta factible hacer un análisis de los productos agropecuarios del país, para conocer cuáles son los que mayor impacto tienen. Así, realizando un estudio e investigación referente a elasticidades (sensibilidad del cambio en la cantidad ofrecida o demandada respecto a variaciones en el precio de los productos); incidencia tanto en el Índice Nacional de Precios al Productor (INPP) como en el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC, herramienta para medir la inflación); Incidencia en el gasto de los hogares mexicanos, Cantidad de producción total en el país; y mayor financiamiento para la producción; se tiene la selección de productos prioritarios que son necesarios de incluir como primer paso en una Bolsa Agropecuaria de contratos derivados en el MexDer, con el objetivo de generar una reducción importante en la volatilidad de precios:

- Aguacate
- Limón
- Naranja
- Jitomate

Realizando un análisis de volatilidad, ajustando modelos GARCH a las variaciones de los índices genéricos de precios de los productos seleccionados, se concluyó que los periodos de alta volatilidad donde los precios se elevan considerablemente son, en promedio, de 3 meses, además de que los modelos utilizados arrojaron una estimación de la volatilidad de largo plazo que tenderán a tomar los precios de los productos, la cual puede funcionar como volatilidad implícita inicial para definir las primas de contratos de opciones teniendo ya un precio de ejercicio (strike) definido por la oferta y la demanda en los contratos de futuros. Después de esto, las primas deberán ajustarse conforme a dicha oferta y demanda generando la famosa superficie de volatilidad.¹⁴

La propuesta de contratos futuros, así como de opciones a implementar en el MexDer es la siguiente, tomando en cuenta el caso fallido de la introducción del contrato de futuros de maíz amarillo de 2012 a 2018:

Características		Valor		
Activo subyacente	Aguacate Hass	Limón agrio/real	Naranja Valencia/ Navel-late/Navelina	Jitomate Saladette/Bola
Tamaño	10 toneladas	30 toneladas	20 toneladas	10 toneladas
Moneda	mxn	mxn	mxn	mxn
Vencimiento	a 3 meses	a 3 meses	a 3 meses	a 3 meses
Fluctuación mínima por puja	\$5 mxn por tonelada	\$5 mxn por tonelada	\$5 mxn por tonelada	\$5 mxn por tonelada

Tabla 50. Propuesta de factibilidad de contratos derivados sobre subyacentes agropecuarios para el MexDer. Fuente: elaboración propia.

Los parámetros de dichos contratos fueron contruidos con base en, además de los modelos de volatilidad GARCH, un estudio de la producción de cada Estado el país y los tipos de variedades de cada producto.

Asimismo, se estudió la factibilidad de conservación y transporte en cada producto, ya que el cumplimiento de los contratos derivados implica la entrega física de los subyacentes pactados. El resultado es satisfactorio, ya que actualmente se cuenta con la infraestructura base para el buen traslado del aguacate, limón y naranja. Respecto al jitomate, es necesario robustecer los cuidados en el traslado, aunque no resulta imposible, pues este producto es trasladado, por ejemplo, de la Ciudad de México a Campeche, o de Jalisco a Chihuahua, o de la Ciudad de México a Tabasco.

Otro hallazgo importante a considerar es que estos productos no se encuentran listados como commodities en las Bolsas de derivados extranjeras, es decir, no existen contratos que los

¹⁴ La superficie de volatilidad en el mercado de derivados se refiere a la representación gráfica de las tasas de volatilidad implícita para opciones financieras en función de diferentes precios de ejercicio y vencimientos. La volatilidad implícita es una medida de la expectativa del mercado sobre la futura volatilidad de los precios del activo subyacente.

consideren como subyacentes; además de que el Banxico, en su circular 4/2012, establece los diferentes subyacentes permitidos para operar derivados en el país por instituciones financieras y dentro de este listado no se encuentran los productos propuestos.

Lo anterior genera áreas de oportunidad en el sentido de que es necesario hacer modificaciones en la regulación de acuerdo con los posibles estudios de factibilidad para la implementación de contratos derivados sobre nuevos subyacentes en el país y, una vez definida dicha factibilidad y se tenga la certeza de que el mercado tendrá oferta y demanda internas tanto de especuladores como de productores que busquen fijar un precio de venta, se deberá promover estos contratos en el extranjero para robustecer el mercado mexicano y brindarle mayor liquidez.

Una de las ventajas que se tiene, es la de conocer el porqué del fracaso de la demanda prácticamente nula del contrato de futuro de maíz amarillo en el MexDer. Si bien es un cultivo con niveles de producción y exportación amplios y es popular en mercados extranjeros, no se tiene la visión de ofrecer contratos que repercutan en el interés nacional, es decir, los contratos deben estar hechos a la medida de las necesidades internas para después comenzar a ser ofrecidos en el extranjero.

Por último, La implementación exitosa de contratos derivados agropecuarios en México requiere una estrategia integral y transdisciplinaria que considere aspectos regulatorios, educativos, tecnológicos, comerciales, políticos y sociales, por lo que dicha colaboración con diversos actores, incluyendo agricultores, intermediarios, autoridades reguladoras y otros participantes, es esencial para el éxito de la reducción de la volatilidad de precios agropecuarios en el largo plazo.

6.2. Impacto en los actores de mercado y recomendaciones para la implementación

Ahora, dado el análisis de riesgos y beneficios realizado en el apartado anterior, es posible determinar el impacto que se tiene actualmente en los diferentes sectores, que al final forman parte una economía conjunta:

- A nivel comercial existe un desorden de mercado, pues el mismo producto agro puede encontrarse en diferentes precios, lo cual genera estadísticas de precios mínimos y máximos con brechas considerables, culpa de la alta volatilidad.

También la alta volatilidad puede obligar a los productores a malbaratar su producto, incurriendo en pérdidas y dada la logística de conservación y transporte, el consumidor accede a estos productos con precios altos, lo cual lo limita en el consumo.

El objetivo es reducir la brecha entre estos precios mínimos y máximos, mitigando la volatilidad existente.

- A nivel económico existen programas de apoyo a productores, pero solamente para ciertos cultivos, lo cual no permite que la comercialización conjunta se incremente, haciendo que los subsidios sean limitados en cierta forma.

Por otro lado, los precios volátiles que se tiene para el consumidor final generan inflación, lo que llega a afectar la estructura comercial, ya que puede ocurrir que la oferta sea limitada y la demanda alta, generando precios excesivos para la economía de las familias en el país.

- A nivel financiero, actualmente el crédito de corto plazo (menor o igual a un año) resulta ser menor que el financiamiento de largo plazo (mayor a un año) ofrecido para el sector agropecuario, dada la baja participación de pequeños productores en diferentes zonas del país, lo que habla de una necesidad de inclusión financiera gradual.

Es de saberse que la FND mantiene un programa de financiamiento a pequeños productores, el cual debe extenderse e implementarse en conjunto con FIRA para incrementar el crédito de corto plazo.

Por otra parte, la inflación genera tasas de interés elevadas, por lo que la inestabilidad de precios fomenta que el financiamiento sea caro y menos atractivo para productores, de ahí que el crédito informal se incremente en los últimos años.

- A nivel político se tiene un descontento generalizado por parte de la población por el alza inminente de precios de la canasta básica, generando manifestaciones en los diferentes Estados de la República, lo cual desemboca en una aversión de un porcentaje importante de la población para participar en elecciones Estatales y Federales, lo cual se iría reduciendo si existe certeza en el gasto de las familias respecto al consumo de productos básicos.
- A nivel social se tiene un ingreso al campo definido, pero resulta ser volátil dadas las situaciones donde los productores tienen que ofrecer sus cosechas a un precio menor dada la alta volatilidad de precios, lo que incurre en ocasiones a no cubrir por completo los gastos de operación, lo que desemboca en precios altos para consumidores finales y una desorganización en el mercado agropecuario.

Dado lo anterior, la inclusión de una Bolsa Agropecuaria de contratos derivados generaría, dados los esfuerzos conjuntos de los diferentes actores (acciones transdisciplinarias), una estabilidad en los puntos mencionados anteriormente:

Comercial	Económico	Financiero	Político	Social
Mercado ordenado	Mayor presupuesto para subsidios al campo	Mayor liquidez en los créditos de corto plazo	Reducción del descontento hacia el Gobierno Federal	Incremento de ingreso al campo
Precio justo al productor para cubrir sus costos	Reducción de volatilidad e inflación	Menor volatilidad en las tasas otorgadas al financiamiento	Reducción de mítines, cierres de vialidades, toma de oficinas, etc.	Mayor organización
Mejores precios al consumidor final	Mejora en la estructura comercial	Disminución del crédito informal	Impacto en elecciones	Estabilidad económica

Tabla 51. Beneficios, por sector, de contar con una Bolsa Agropecuaria de Derivados en México. Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente es importante destacar que esta inclusión de Bolsa Agropecuaria convertiría a México en un *Formador de Mercado (Market Maker)*, el cual proporciona liquidez comprando y vendiendo activos financieros en un mercado específico, siendo en este caso el mercado de derivados.

De esta forma México, como formador de mercado, facilitaría la negociación de contratos de futuros y de opciones sobre subyacentes agropecuarios (inicialmente los propuestos en este trabajo: aguacate, jitomate, limón y naranja) brindando los aspectos siguientes:

Liquidez	Como se mencionaba, la principal función es comprar y vender contratos en cualquier momento, generando continuidad en el mercado con el fin de que los participantes ejecuten operaciones con facilidad. Además, como formador de mercado, se gana dinero por medio de un spread, que es la diferencia entre el precio de compra y el precio de venta de los contratos. Al cotizar dicho spread, el formador asume el riesgo de mantener inventarios de contratos derivados y proporcionar liquidez al mercado.
Ofertas competitivas	Como en otras bolsas del mundo, un formador de mercado cotiza precios de compra (bid) y venta (ask) para los contratos derivados que está dispuesto a comprar y vender. Estos precios suelen ser competitivos y reflejan la oferta y la demanda del mercado en tiempo real.
Gestión de riesgos	Para mantener un mercado líquido, el formador de mercado debe gestionar el riesgo de forma adecuada tomando posiciones opuestas en el mercado para cubrir el riesgo de su inventario de contratos derivados. Por ejemplo, si el formador de mercado compra un contrato derivado, puede vender otro contrato similar para mitigar su exposición al riesgo de pérdida.
Seguimiento	Los formadores de mercado suelen utilizar algoritmos y sistemas automatizados para monitorear constantemente el mercado y ajustar sus cotizaciones según sea necesario. Esto les permite responder rápidamente a los cambios en la oferta y la demanda, manteniendo la liquidez.

Tabla 52. Principales funciones de un Formador de Mercado. Fuente: Elaboración propia.

Por último, debe tenerse en cuenta una visión integral de los siguientes aspectos para una implementación adecuada:

Regulación	Conocer y entender las regulaciones en el país relacionadas con los derivados agrícolas. Esto incluye cumplir con los requisitos establecidos por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) y otras autoridades regulatorias como el Banco de México.
Comunicación e inclusión, Capacitación y asesoramiento	Educar a los participantes del mercado, incluyendo productores agrícolas, intermediarios e inversionistas sobre la utilidad y funcionamiento de los derivados. Esta comunicación/capacitación es clave para fomentar la aceptación y participación en el mercado (programas de capacitación, atención al cliente, asesoramiento sobre estrategias de cobertura y cualquier otra forma de apoyo necesario).
Infraestructura	Es indispensable contar con la infraestructura necesaria para la negociación y liquidación de los contratos: plataformas de negociación, sistemas de compensación y liquidación, y cualquier otra infraestructura técnica requerida.
Formación de mercado	La intervención de un mercado secundario para los contratos derivados es de suma relevancia. Esto implica atraer a formadores de mercado, incentivar la liquidez y fomentar la participación de diferentes actores. La idea es dar robustez a los mercados.
Promoción	Implementar estrategias de promoción para aumentar la conciencia y la participación en el mercado de derivados (destacar los beneficios de la gestión de riesgos y la protección de precios que ofrecen los derivados para el caso de productos agropecuarios).
Seguimiento	Establecer un monitoreo continuo para evaluar la eficacia y eficiencia del mercado de derivados (ajustes necesarios en contratos, compensaciones y liquidaciones para mejorar la operación y la aceptación de los participantes).
Instituciones Financieras	Es vital colaborar con instituciones financieras para facilitar la participación de inversores institucionales y proporcionar solidez al mercado.

Tabla 53. Recomendaciones para una implementación adecuada de contratos derivados sobre subyacentes agropecuarios. Fuente: elaboración propia.

6.3. Directrices para investigaciones futuras

Dada la investigación realizada, es posible tomarla como base para robustecer el análisis y revisar la factibilidad de la implementación de nuevos contratos derivados en el MexDer sobre subyacentes diferentes a los propuestos en este trabajo (aguacate, limón, naranja y jitomate). Por otra parte, queda la posibilidad de desarrollar productos innovadores respecto a la construcción de una Bolsa Agropecuaria completa y competitiva, ya que es posible crear estrategias con derivados con el fin de generar ganancias y/o cubrir el precio de venta.

Luego, es futuras investigaciones, es necesario considerar el desarrollo de productos derivados que se adapten a las necesidades específicas del mercado agrícola en México. Esto podría incluir contratos personalizados o estructurados para abordar riesgos específicos, así como se realizó en este estudio, analizando la producción por Estado en el país. El diseño debe arrojar contratos derivados estándar comprensibles y atractivos para los participantes del mercado (diseñados a la medida) con especificaciones claras (fechas de vencimiento, precios pactados, primas en el caso de opciones, márgenes a cubrir, etc.).

De forma complementaria resultaría prudente y benéfico continuar con la construcción y análisis de modelos econométricos para estimar los factores o variables que inciden el cambio de los precios de los productos agropecuarios, esto con el fin de comprender los efectos micro y macroeconómicos involucrados que permitan una mejor toma de decisiones en cuanto a la generación de políticas para la reducción de la volatilidad de precios y no solo para robustecer el mercado de derivados. Así, como se comentaba al inicio de este trabajo, los esfuerzos que ya se hacen por mitigar la volatilidad tendrán un mayor impacto.

Siguiendo con la literatura existente sobre la sensibilidad en los cambios, en este caso de precios, se identifican varios enfoques econométricos para su estimación, entre ellos:

- Mínimos Cuadrados Ordinarios
- Experimentos controlados aleatorios (RCT por sus siglas en inglés).
- Modelos con variables instrumentales
- Bunching
- Diseño de regresión discontinua (RDD por sus siglas en inglés)
- Diferencias en diferencias (DID, por sus siglas en inglés)
- Modelos de efectos fijos

No obstante, el enfoque a utilizar dependerá de naturaleza de los datos, y principalmente, de la dinámica de los precios de los productos agropecuarios. De forma particular, se sugiere el uso de modelos de variables instrumentales, ya que estos trabajan por medio de variables que funcionan como instrumentos para controlar el posible sesgo de endogeneidad¹⁵ en las variables explicativas, lo cual robustece los resultados y mejora la estimación.

¹⁵ La endogeneidad se refiere a la correlación entre una variable explicativa y el término de error en un modelo de regresión. En otras palabras, una variable es endógena cuando está correlacionada con el término de error, lo que puede conducir a estimaciones sesgadas e ineficientes en un modelo de regresión.

7. Anexos

Anexo 1. Precios promedio de los productos seleccionados al cierre de noviembre 2023

Precio promedio Aguacate Hass Noviembre 2023				
Periodo	Lugar	Min	Max	Promedio
nov-23	Coahuila, MX	\$45.00	\$80.00	\$62.50
nov-23	Baja California Sur, MX	\$50.00	\$90.00	\$70.00
nov-23	Sinaloa, MX	\$37.00	\$69.00	\$53.00
nov-23	Quintana Roo, MX	\$60.00	\$75.00	\$67.50
nov-23	Chiapas, MX	\$50.00	\$85.00	\$67.50
nov-23	Tamaulipas, MX	\$39.00	\$91.00	\$65.00
nov-23	Colima, MX	\$49.00	\$65.00	\$57.00
nov-23	Veracruz, MX	\$48.00	\$88.89	\$68.45
nov-23	Nuevo León, MX	\$46.67	\$61.11	\$53.89
nov-23	Durango, MX	\$45.00	\$57.90	\$51.45
nov-23	Yucatán, MX	\$27.00	\$58.00	\$42.50
nov-23	Michoacán, MX	\$26.00	\$63.16	\$44.58
nov-23	Chihuahua, MX	\$34.50	\$60.00	\$47.25
nov-23	Ciudad de México, MX	\$33.33	\$65.00	\$49.17
nov-23	Baja California, MX	\$45.00	\$56.00	\$50.50
nov-23	Jalisco, MX	\$26.67	\$66.67	\$46.67
nov-23	Guanajuato, MX	\$45.00	\$46.00	\$45.50
nov-23	Nayarit, MX	\$38.00	\$52.00	\$45.00
nov-23	Morelos, MX	\$23.00	\$50.00	\$36.50
nov-23	Aguascalientes, MX	\$35.00	\$60.00	\$47.50
nov-23	Zacatecas, MX	\$42.00	\$45.00	\$43.50
nov-23	Estado de México, MX	\$27.00	\$55.00	\$41.00
nov-23	Querétaro, MX	\$35.00	\$50.00	\$42.50
nov-23	San Luis Potosí, MX	\$36.00	\$45.00	\$40.50
nov-23	Sonora, MX	\$33.50	\$55.00	\$44.25
nov-23	Tabasco, MX	\$33.00	\$46.00	\$39.50
nov-23	Puebla, MX	\$25.00	\$45.00	\$35.00
nov-23	Campeche, MX	\$32.31	\$36.92	\$34.62
nov-23	Hidalgo, MX	\$34.17	\$34.58	\$34.38
nov-23	Oaxaca, MX	\$26.67	\$29.00	\$27.84
Promedio		\$37.59	\$59.37	\$48.48

Precio promedio Limón Noviembre 2023				
Periodo	Lugar	Min	Max	Promedio
nov-23	Jalisco, MX	\$18.00	\$44.67	\$31.34
nov-23	Tamaulipas, MX	\$24.00	\$36.07	\$30.04
nov-23	Michoacán, MX	\$23.33	\$35.00	\$29.17
nov-23	Quintana Roo, MX	\$18.00	\$30.00	\$24.00
nov-23	Ciudad de México, MX	\$14.00	\$37.90	\$25.95
nov-23	Coahuila, MX	\$20.00	\$24.00	\$22.00
nov-23	Morelos, MX	\$14.00	\$28.00	\$21.00
nov-23	Querétaro, MX	\$15.00	\$25.00	\$20.00
nov-23	Oaxaca, MX	\$18.00	\$20.67	\$19.34
nov-23	Guanajuato, MX	\$19.00	\$19.00	\$19.00
nov-23	Nayarit, MX	\$13.00	\$24.00	\$18.50
nov-23	San Luis Potosí, MX	\$13.33	\$17.33	\$15.33
nov-23	Campeche, MX	\$10.00	\$16.00	\$13.00
nov-23	Veracruz, MX	\$7.50	\$25.00	\$16.25
nov-23	Estado de México, MX	\$9.00	\$15.00	\$12.00
nov-23	Yucatán, MX	\$6.00	\$17.50	\$11.75
nov-23	Puebla, MX	\$8.00	\$13.00	\$10.50
nov-23	Chiapas, MX	\$7.50	\$11.00	\$9.25
nov-23	Tabasco, MX	\$6.80	\$12.00	\$9.40
Promedio		\$13.92	\$23.74	\$18.83

Precio promedio Naranja Noviembre 2023				
Periodo	Lugar	Min	Max	Promedio
nov-23	Yucatán, MX	\$5.00	\$9.00	\$7.00
nov-23	Estado de México, MX	\$7.00	\$15.00	\$11.00
nov-23	Tabasco, MX	\$8.50	\$10.00	\$9.25
nov-23	San Luis Potosí, MX	\$9.00	\$11.00	\$10.00
nov-23	Ciudad de México, MX	\$5.00	\$24.90	\$14.95
nov-23	Morelos, MX	\$8.00	\$14.00	\$11.00
nov-23	Zacatecas, MX	\$10.00	\$10.00	\$10.00
nov-23	Querétaro, MX	\$7.90	\$13.00	\$10.45
nov-23	Coahuila, MX	\$10.00	\$11.00	\$10.50
nov-23	Michoacán, MX	\$8.00	\$18.00	\$13.00
nov-23	Nayarit, MX	\$10.00	\$18.00	\$14.00
nov-23	Guanajuato, MX	\$12.00	\$15.00	\$13.50
nov-23	Hidalgo, MX	\$13.00	\$13.50	\$13.25
nov-23	Sonora, MX	\$10.20	\$23.89	\$17.05
nov-23	Veracruz, MX	\$15.00	\$19.00	\$17.00
nov-23	Durango, MX	\$16.00	\$19.90	\$17.95
nov-23	Baja California, MX	\$17.00	\$20.00	\$18.50
nov-23	Puebla, MX	\$15.00	\$20.00	\$17.50
nov-23	Colima, MX	\$18.00	\$20.00	\$19.00
nov-23	Nuevo León, MX	\$15.00	\$28.00	\$21.50
nov-23	Chihuahua, MX	\$20.00	\$25.00	\$22.50
nov-23	Tamaulipas, MX	\$21.00	\$26.00	\$23.50
nov-23	Jalisco, MX	\$20.00	\$31.00	\$25.50

nov-23	Quintana Roo, MX	\$25.00	\$25.00	\$25.00
nov-23	Sinaloa, MX	\$24.00	\$28.00	\$26.00
nov-23	Baja California Sur, MX	\$20.00	\$30.00	\$25.00
Promedio		\$13.45	\$19.16	\$16.30

Precio promedio Jitomate Noviembre 2023				
Periodo	Lugar	Min	Max	Promedio
nov-23	Baja California Sur, MX	\$14.00	\$35.00	\$24.50
nov-23	Nuevo León, MX	\$22.31	\$34.62	\$28.47
nov-23	Sinaloa, MX	\$16.00	\$31.00	\$23.50
nov-23	Chihuahua, MX	\$20.67	\$30.33	\$25.50
nov-23	Tamaulipas, MX	\$14.47	\$35.00	\$24.74
nov-23	Quintana Roo, MX	\$20.00	\$29.00	\$24.50
nov-23	Colima, MX	\$20.00	\$25.00	\$22.50
nov-23	Yucatán, MX	\$14.00	\$26.92	\$20.46
nov-23	Zacatecas, MX	\$13.50	\$22.00	\$17.75
nov-23	Baja California, MX	\$18.46	\$25.00	\$21.73
nov-23	Ciudad de México, MX	\$10.00	\$36.67	\$23.34
nov-23	Jalisco, MX	\$11.54	\$24.29	\$17.92
nov-23	Tabasco, MX	\$16.92	\$22.31	\$19.62
nov-23	Michoacán, MX	\$10.00	\$21.43	\$15.72
nov-23	Durango, MX	\$17.00	\$19.90	\$18.45
nov-23	Puebla, MX	\$10.00	\$24.00	\$17.00
nov-23	Sonora, MX	\$12.39	\$25.38	\$18.89
nov-23	Aguascalientes, MX	\$12.50	\$23.08	\$17.79
nov-23	Chiapas, MX	\$13.00	\$25.00	\$19.00
nov-23	San Luis Potosí, MX	\$16.15	\$18.69	\$17.42
nov-23	Morelos, MX	\$12.50	\$26.00	\$19.25
nov-23	Veracruz, MX	\$10.83	\$29.00	\$19.92
nov-23	Coahuila, MX	\$15.71	\$16.14	\$15.93
nov-23	Estado de México, MX	\$9.38	\$21.67	\$15.53
nov-23	Hidalgo, MX	\$15.00	\$17.00	\$16.00
nov-23	Nayarit, MX	\$11.00	\$20.00	\$15.50
nov-23	Guanajuato, MX	\$14.00	\$14.24	\$14.12
nov-23	Querétaro, MX	\$10.00	\$16.67	\$13.34
nov-23	Oaxaca, MX	\$9.47	\$14.47	\$11.97
nov-23	Campeche, MX	\$10.40	\$12.80	\$11.60
Promedio		\$14.04	\$24.09	\$19.06

Anexo 2. Código VBA Excel para valuación de opciones mediante Black-Scholes

```
Function P_Opción_BS(P, K, rT, t, vol, cond As Boolean) As Double
```

```
'Si cond=verdadero, Call
```

```
'Si cond=Falso, Put
```

```
'T se expresa en días/360
```

```
'rt y Vol están en términos anuales
```

```
d1 = (Log(P / K) + (rT + (vol ^ 2) / 2) * t) / _
```

```
((t ^ (1 / 2)) * vol)
```

```
d2 = d1 - ((t ^ (1 / 2)) * vol)
```

```
If cond = True Then
```

```
P_Opción_BS = P * WorksheetFunction.Norm_S_Dist(d1, True) _
```

```
- K * Exp(-rT * t) * WorksheetFunction.Norm_S_Dist(d2, True)
```

```
Else
```

```
P_Opción_BS = K * Exp(-rT * t) * WorksheetFunction.Norm_S_Dist(-d2, True) _
```

```
- P * WorksheetFunction.Norm_S_Dist(-d1, True)
```

```
End If
```

```
End Function
```

8. Referencias

- Banco de México. (2023). *Reglas para la realización de operaciones derivadas*. México. Recuperado de <https://www.banxico.org.mx/>.
- Barrera, I. D. y Chalita, T. L. E. (1988). *Metodología para el análisis de mercados agropecuarios*. Ciudad de México, México: Centro Nacional de Investigaciones Agrarias.
- De Lara, A. (2005). *Productores financieros derivados: Instrumentos, valuación y cobertura de riesgos*. México: Limusa.
- Fernández, R. (2021). *Ranking mundial de los principales mercados de intercambio de derivados a nivel global*. Recuperado de <https://es.statista.com/>.
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). (2023). *Programas de apoyo*. México. Recuperado de <https://www.fira.gob.mx/>.
- Field, B. C. (2009). *Economía de la producción agrícola*. Editorial Acribia.
- Fusion Media Ltd. (2027-2023). *Mercados de commodities en tiempo real*. Recuperado de <https://mx.investing.com/>.
- Gardner, B. L. (2012). *Políticas de alimentación y precios agrícolas*. Pearson.
- Goodwin, B. K., & Schroeder, T. C. (1991). *Ajuste de la volatilidad de los precios agrícolas*. Oxford University Press.
- Iniesta, J. (2019). Soporta limón largas travesías, a través de cualquier modo de transporte. México. Recuperado de <https://t21.com.mx/>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018). *Índice Nacional de Precios al Consumidor. Documento Metodológico*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018). *Índice Nacional de Precios al Productor. Documento Metodológico*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2019). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH)*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2022). *Censo Agropecuario 2022*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/>.
- Interempresas Media. (2023). *Poscosecha tomate*. España: Recuperado de <https://frutas-hortalizas.com/>.

- Jiménez, M. (2014). *La agricultura por contrato, una opción para eliminar el intermediarismo*. México. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura>.
- Maddala, G. S. (1996). *Introducción a la Econometría*. España: Espasa Calpe, S.A. (Casa del Libro).
- Mankiw, N. G. (2014). *Principios de economía*. EUA: Cengage Learning.
- Mercado Mexicano de Derivados (MexDer). (2012-2018). *Resumen y Análisis Operativo del Mercado Mexicano de Derivados*. Recuperado de <http://www.mexder.com.mx/>.
- Mercado Mexicano de Derivados (MexDer). (2018). *Aviso a los participantes de MEXDER y público en general. Suspensión temporal de negociación de diversas clases de contratos de futuro*. Recuperado de <http://www.mexder.com.mx/>.
- Murcia, H. (1997). *Fundamentos de Economía Agrícola*. Bogotá, Colombia: Instituto Interamericano de Desarrollo Rural y Reforma Agraria.
- Procuraduría Federal del Consumidor. (2019). *Limón mexicano. “Si del cielo te caen limones...”*. México. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura>.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2019). *Producción de jitomate en invernadero*. México. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura>.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2021). *La vida es más dulce con una naranja*. México. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura>.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2022). *El jitomate, hortaliza mexicana de importancia mundial*. México. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura>.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2023). *¿Qué hay detrás de la producción de limón?* México. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura>.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2023). *Documentos y Datos abiertos*. México. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura>.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2023). *Qué hay detrás del aguacate: tecnología y producción*. México. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura>.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2022). *Documentos y Datos abiertos*. México. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura>.

Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). (2023). *Precios de mercado. Mercados Agrícolas*. Recuperado de <http://www.economia-sniim.gob.mx/>.

SMATTCOM. Comercio Inteligente para el agro. (2023). *Precio promedio del Jitomate Saladette x kg al mayoreo*. México. Recuperado de <https://smattcom.com/>.

Vázquez, J. M. P. y Martínez, M.A. (2011). *Elasticidades de oferta y demanda de los principales productos agropecuarios de México*. Morelos, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Villanueva, D. (2 de mayo de 2023). *Productores agrícolas, con los precios más altos en 23 años*. La Jornada. Recuperado de <https://www.jornada.com.mx/>.

9. Índice de tablas

Tabla 1. Evolución INPP agrícola 1999-2023 (2019=100). Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.	7
Tabla 2. Evolución INPP cultivos relacionados con la agricultura. 1999-2023 (2019=100). Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.	7
Tabla 3. Elasticidad de precios de productos agropecuarios respecto a la oferta y demanda. Fuente: Elaboración propia con datos de la SADER. Vázquez, J. M. P. y Martínez, M.A. (2011). Elasticidades de oferta y demanda de los principales productos agropecuarios de México.	15
Tabla 4. Variación e incidencia del INPP, incluido petróleo. Clasificación por origen, Oct 2023. Fuente: INEGI. Índice Nacional de Precios Productor (INPP), 2023.	29
Tabla 5. Variación e incidencia del INPP, incluido petróleo. Genéricos con mayor incidencia, Oct 2023. Fuente: INEGI. Índice Nacional de Precios Productor (INPP), 2023.	30
Tabla 6. Variación e incidencia del INPC y sus componentes. Octubre 2023. Fuente INEGI.	32
Tabla 7. Productos genéricos con mayor incidencia en la variación mensual del INPC, Oct 2023. Fuente: INEGI.	33
Tabla 8. Proceso de la ENIGH 2022. Fuente: Diseño conceptual de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares.	34
Tabla 9. Gasto corriente monetario promedio trimestral por rubros de gasto en alimentos, bebidas y tabaco. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2016, 2018, 2020 y 2022 Fuente: INEGI.	34
Tabla 10. Gasto corriente monetario promedio trimestral por grandes rubros de gasto. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2016, 2018, 2020 y 2022. Fuente: INEGI.	35
Tabla 11. Producción y superficie sembrada de los principales.....	36
Tabla 12. Cultivos que han incrementado de manera significativa su superficie.....	36
Tabla 13. Superficie sembrada y producción de los principales cultivos en agricultura protegida. Fuente: Censo Agropecuario, INEGI 2022.	37
Tabla 14. Cría de animales en unidades de producción y viviendas, existencias (cabezas). Fuente: Censo Agropecuario, INEGI 2022.	37
Tabla 15. Precios de garantía del Programa SEGALMEX. Fuente: Elaboración propia con datos del portal del Gobierno de México https://www.gob.mx/	38
Tabla 16. Distribución del financiamiento de FIRA por cadena productiva 2019-2021. Fuente: elaboración propia con datos del portal de HR Ratings proporcionados por FIRA.	40
Tabla 17. Selección de los productos agropecuarios con mayor incidencia en oferta, demanda, elasticidad y gasto. Fuente: Elaboración propia con resultados del análisis realizado con datos de la SADER y el INEGI.	41

Tabla 18. Productos seleccionados para realizar el análisis de factibilidad. Fuente: Elaboración propia con los resultados vertidos en el análisis de secciones anteriores.....	42
Tabla 19. Productos listados con contratos de Futuros y Opciones en CME Group. Fuente: Elaboración propia con información de CME Group.....	44
Tabla 20. Productos listados con contratos de Futuros y Opciones en el ICE. Fuente: Elaboración propia con información de Intercontinental Exchange (ICE).	44
Tabla 21. Contratos derivados listados en los mercados del continente americano. Fuente: Elaboración propia con datos de http://www.investing.com/ y https://www.matbarofex.com.ar/	46
Tabla 22. Contratos derivados listados en los mercados del continente europeo. Fuente: Elaboración propia con datos de http://www.investing.com	46
Tabla 23. Contratos derivados listados en los mercados del continente asiático. Fuente: Elaboración propia con datos de http://www.investing.com/	47
Tabla 24. Relación de los productos agropecuarios seleccionados con mercados de derivados a nivel global. Fuente: Elaboración propia.	47
Tabla 25. Aspectos para considerar al operar derivados en los mercados OTC. Fuente: Elaboración propia.....	50
Tabla 26. Relación de los productos agropecuarios seleccionados con mercados de derivados a nivel global y permitidos por el Banxico. Fuente: Elaboración propia.....	51
Tabla 27. Características del contrato de futuros de maíz listado en el MexDer. Fuente: Ficha técnica del contrato de futuros de maíz, MexDer, 2012.	53
Tabla 28. volumen de operación de cada tipo de subyacente (listados en el MexDer). Fuente: Elaboración propia con datos de los reportes Resumen y Análisis Operativo del Mercado de Derivados, Mexder,2012-2018.	53
Tabla 29. Participación porcentual del volumen de operación de cada tipo de subyacente (listados en el MexDer) respecto del volumen total anual. Fuente: Elaboración propia con datos de los reportes Resumen y Análisis Operativo del Mercado de Derivados, Mexder,2012-2018.	54
Tabla 30. Variables, relevantes en cada categoría, de las cuales dependen las variaciones en precio de los productos agrícolas. Fuente: Elaboración propia.	56
Tabla 31. Correlación y volatilidades (desviación estándar) de las series de INPP e INPC de los productos seleccionados. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.....	58
Tabla 32. Parámetros resultantes de los modelos GARCH de volatilidad dinámica para las series del INPP de aguacate, limón, naranja y jitomate. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.	63
Tabla 33. Plazo promedio (meses) en los que la volatilidad se incrementa dada la variación histórica en los precios de producción de los productos. Fuente: Elaboración propia.	64
Tabla 34. Radiografía del aguacate mexicano. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP y https://www.gob.mx/agricultura/	65
Tabla 35. Producción total de aguacate por estado, 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.	68

Tabla 36. Radiografía del limón mexicano. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP y https://www.gob.mx/agricultura/	69
Tabla 37. Producción total de limón por estado, 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.....	71
Tabla 38. Radiografía de la naranja mexicana. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP y https://www.gob.mx/agricultura/	72
Tabla 39. Producción total de naranja por estado, 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.	75
Tabla 40. Radiografía del jitomate mexicano. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP y https://www.gob.mx/agricultura/	75
Tabla 41. Problemas del estado del jitomate durante su conservación. Fuente: Elaboración propia con información de https://www.frutas-hortalizas.com/	77
Tabla 42. Diferentes orígenes y destinos del cultivo de jitomate saladette al 30/11/2023. Fuente. Elaboración propia con datos del SNIIM.	79
Tabla 43. Diferentes orígenes y destinos del cultivo de jitomate bola al 30/11/2023. Fuente. Elaboración propia con datos del SNIIM.	79
Tabla 44. Producción total de jitomate por estado, 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.	80
Tabla 45. Niveles de exportación de los productos seleccionados respecto a la producción total en 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.	81
Tabla 46. Propuesta de factibilidad de contratos derivados sobre subyacentes agropecuarios para el MexDer. Fuente: elaboración propia.	82
Tabla 47. Parámetros y primas resultantes de aplicar la fórmula de Black-Scholes, al cierre de noviembre 2023, tomando precios strike supuestos. Fuente: elaboración propia. Código VBA Excel se muestra en los Anexos.	84
Tabla 48. Primas de opciones ejemplo para cada producto por tamaño de contrato propuesto. Fuente: elaboración propia.....	84
Tabla 49. Análisis de riesgos y beneficios de contar con una Bolsa Agropecuaria de Derivados en México. Fuente: elaboración propia.	86
Tabla 50. Propuesta de factibilidad de contratos derivados sobre subyacentes agropecuarios para el MexDer. Fuente: elaboración propia.	89
Tabla 51. Beneficios, por sector, de contar con una Bolsa Agropecuaria de Derivados en México. Fuente: elaboración propia.	92
Tabla 52. Principales funciones de un Formador de Mercado. Fuente: Elaboración propia.	92
Tabla 53. Recomendaciones para una implementación adecuada de contratos derivados sobre subyacentes agropecuarios. Fuente: elaboración propia.	93

10. Índice de gráficas

Gráfica 1. Curva de demanda. Fuente: Elaboración propia.....	11
Gráfica 2. Desplazamiento de la curva de demanda respecto a.....	12
Gráfica 3. Curva de oferta. Fuente: Elaboración propia.....	12
Gráfica 4. Desplazamiento de la curva de oferta respecto a.....	13
Gráfica 5. Perfil de cobertura de precio de un producto ofrecido, con futuros. Fuente: Elaboración propia.....	24
Gráfica 6. Perfil de cobertura de precio de un producto ofrecido con una ganancia garantizada fijando el precio de venta con futuros. Fuente: Elaboración propia.	25
Gráfica 7. Perfil de cobertura de precio de un producto ofrecido, con opciones. Fuente: Elaboración propia.....	26
Gráfica 8. Perfil de cobertura de precio de un producto ofrecido con una ganancia garantizada fijando el precio de venta con opciones. Fuente: Elaboración propia.....	26
Gráfica 9. Distribución del financiamiento de FIRA por cadena productiva 2021. Fuente: elaboración propia con datos del portal de HR Ratings proporcionados por FIRA.	40
Gráfica 10. Ranking mundial de los principales mercados de intercambio de derivados a nivel global 2021, por número de contratos negociados. Fuente: Elaboración propia con datos de http://www.statista.com/	43
Gráfica 11. Volumen con cobertura respecto a la producción comercializable elegible total en Agricultura por Contrato. La producción elegible se refiere a los siguientes cultivos: maíz, trigo, sorgo, soya, cártamo, canola, algodón, arroz y girasol, sujeta de ser comercializada. Fuente: Elaboración propia con datos de https://gcma.com.mx/agricultura- por-contrato/ y la SADER.	49
Gráfica 12. Participación porcentual del volumen de operación de cada tipo de subyacente (listados en el MexDer) respecto del volumen total anual. Fuente: Elaboración propia con datos de los reportes Resumen y Análisis Operativo del Mercado de Derivados, Mexder,2012-2018.	54
Gráfica 13. Series históricas, INPP e INPC aguacate, limón, naranja y jitomate. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.	58
Gráfica 14. Series de volatilidad dinámica aplicando modelos GARCH a las series del INPP de aguacate, limón, naranja y jitomate. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI. .	63
Gráfica 15. Distribución (porcentaje) de la producción total de aguacate en México 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.....	65
Gráfica 16. Distribución (toneladas) de la producción total de aguacate en México 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.....	66
Gráfica 17. Distribución (zona geográfica) de la producción total de aguacate en México 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.....	66
Gráfica 18. Distribución (porcentaje) de la producción total de limón en México 2022. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.....	69

Gráfica 19. Distribución (toneladas) de la producción total de limón te en México 2022.	
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.....	69
Gráfica 20. Distribución (zona geográfica) de la producción total de limón en México 2022.	
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.....	70
Gráfica 21. Distribución (porcentaje) de la producción total de naranja en México 2022.	
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.....	72
Gráfica 22. Distribución (toneladas) de la producción total de naranja en México 2022.	
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.....	73
Gráfica 23. Distribución (zona geográfica) de la producción total de naranja en México 2022.	
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.....	73
Gráfica 24. Distribución (porcentaje) de la producción total de jitomate en México 2022.	
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.....	76
Gráfica 25. Distribución (toneladas) de la producción total de jitomate en México 2022.	
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.....	76
Gráfica 26. Distribución (zona geográfica) de la producción total de jitomate en México 2022.	
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.....	77

11. Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama de operación MexDer – ASIGNA. Fuente: www.mexder.com.mx	22
Ilustración 2. Estrategia de los contratos de futuros según expectativas. Fuente: Elaboración propia.	23
Ilustración 3. Estrategia de los contratos de opciones según expectativas. Fuente: Elaboración propia.	24
Ilustración 4. Categorías de variables de las cuales depende la volatilidad del precio, en general, de productos agrícolas. Fuente: Elaboración propia.	56

12. Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Ecuación general de la demanda.....	11
Ecuación 2. Ecuación general de la oferta.....	13
Ecuación 3. Coeficiente de elasticidad de la oferta y demanda.....	13
Ecuación 4. Costo de medio de producción.	16
Ecuación 5. Costo marginal de producción.	16
Ecuación 6. Desviación estándar con pesos variables.....	59
Ecuación 7. Condición de los pesos variables para el cálculo la desviación estándar.	60
Ecuación 8. Modelo ARCH(m) con parámetro de largo plazo.	60
Ecuación 9. Condición de los pesos variables para el cálculo de la volatilidad en el modelo ARCH.	60
Ecuación 10. Modelo EWMA(1).....	60
Ecuación 11. Modelo EWMA generalizado.....	60
Ecuación 12. Condición de los pesos variables para el cálculo de la volatilidad en el modelo EWMA.	61
Ecuación 13. Modelo GARCH(1,1).	61
Ecuación 14. Condición de los pesos variables para el cálculo de la volatilidad en el modelo GARCH.	61
Ecuación 15. Condición de los pesos variables para la estimación de la volatilidad de largo plazo en el modelo GARCH.....	61
Ecuación 16. Modelo GRCH(p,q).	62
Ecuación 17. Condición para calibrar, por máxima verosimilitud, el modelo de volatilidad GARCH.	62
Ecuación 18. Fórmula Black-Scholes para el precio de una opción Call.....	83
Ecuación 19. Fórmula Black-Scholes para el precio de una opción Put.....	83
Ecuación 20. Parámetros para la estimación del precio de opciones Call y Put en la fórmula de Black-Scholes	83