



**Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración**

Título de la tesis

“Desempeño de la cobertura del peso en CME y del dólar en MexDer. Análisis de contraste con métricas VaR y ES tradicionales y bajo un enfoque GARCH (2014 - 2017)”

T e s i s

Que para optar por el grado de:

Doctor en Ciencias de la Administración

Presenta:

Beatriz Valadez Bautista

Comité Tutor

Tutor principal:

Dr. Edgar Ortiz Calisto
Facultad de Economía

Dr. Rodolfo Liaño Gabilondo
Facultad de Contaduría y Administración

Dr. Jaime Díaz Tinoco
Facultad de Contaduría y Administración

Ciudad de México, febrero de 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias

In memoriam: A mi madre Rosa María Bautista:

La mujer que me arrulló en su seno y me entregó en pedazos su vida y el corazón entero, y

A mi padre Salvador Valadez: Con amor a su bello recuerdo

A mis hijos: Rosa María y Carlos: Mis amores divinos, mi mayor orgullo, mi motor, mi inspiración y mi vida entera.

A mis hijos políticos: Katherine Tamariz Jainz y Héctor Manuel Cisneros Betanzos, con amor por su apoyo y muy orgullosa de que sean parte de mi familia.

A mis nietos adorados, Héctor Manuel y Alexander: El amor más hermoso que la vida me pudo dar, la llama infinita que motiva mi aprendizaje y superación diaria. Con el deseo ferviente de que alcancen todo aquello que su corazón anhela y sean inmensamente felices.

A mis hermanos:

Rocío, Salvador, Jorge, Elsa y Víctor y mis sobrinos Adriana, Alejandra, Miguel Alexis, Víctor, Diego, Luis y César con amor, por todas las vivencias, alegrías, tristezas que hemos recorrido juntos a lo largo del camino, estoy muy orgullosa de todos y cada uno de ustedes.

A todas aquellas personas, amigas, compañeras que de una u otra manera han contribuido a lo largo de esta maravillosa aventura en la realización de este trabajo y de todas y cada una de mis logros.

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Gracias gracias gracias por toda una vida plena de grandes bendiciones.

A mi *alma mater* UNAM, por permitirme el orgullo de ser parte de esta talentosa comunidad y por mi desarrollo profesional.

Al Dr. Edgar Ortiz Calisto, la luz que ha iluminado mi camino con sabiduría y paciencia durante estos años, por su esmero, sus consejos, por todo el tiempo que me brindo y por los ptc's. ¡A mi maestro con cariño y agradecimiento por siempre!

A la Doctora Miriam Sosa, por compartir conmigo esta gran experiencia, por sus grandes aportaciones, sus consejos, por su acompañamiento siempre afectuoso, su empatía y solidaridad, Gracias infinitas. ¡Por siempre en mi corazón!

A los Doctores Rodolfo Liaño Gabilondo y Jaime Díaz Tinoco, por sus grandes aportes, paciencia y dirección, pero sobre todo por brindarme su amistad que me honra y me distingue.

Al Dr. Arturo Morales C., por su rigor académico, y generosidad en su aporte a esta investigación. Gracias por su amistad y apoyo.

Al Dr. Eligio Cruz Leandro por sus aportes, su comprensión y su generosidad al compartir sus conocimientos gracias por su amistad.

Al Dr. Arturo Rodrigues Castelán, Rector de la Universidad de Huelva, España, por sus sabios consejos, y generosas aportaciones a esta investigación. Gracias por su amistad y apoyo.

A la Coordinación de Doctorado, en especial a la **Maestra Leticia Estrada,** por su invaluable apoyo y su amistad, mi agradecimiento por siempre.

“Por mi Raza hablará el Espíritu”

Índice

Resumen	11
Abstract.....	11
Introducción y Aspectos Metodológicos	13
Capítulo 1. Globalización y Trading como Fuentes de Volatilidad.....	29
1.1. Introducción	31
1.2. Características de la Globalización Contemporánea	31
1.3. Evolución del Mercado Financiero en Términos de la Globalización.....	34
1.4. Comercio y Globalización Financiera.....	43
1.5. Preminencias e Inconvenientes de la Globalización	43
1.5.1 Preminencias	44
1.5.2. Inconvenientes de la Globalización	46
1.6. Globalización y sus Impactos.....	47
1.6.1. Impacto Sobre el Tipo de Cambio	50
1.6.2. Impacto en las Transacciones Transfronterizas entre México y Estados Unidos.....	54
1.6.3. La Globalización como Fuente de Volatilidad.....	57
1.7. Trading como Fuente de Volatilidad	61
1.7.1. Características del Trading (Negociación).....	61
1.7.2. Algoritmos de Trading.....	63
1.7.3. Trading en los Mercados Financieros y Volatilidad	66
1.7.3.1. Importancia del peso en los mercados de divisas dentro y fuera de México	69
1.7.3.2. Sensibilidades del Forex	73
1.7.3.3. Liquidez del peso mexicano MXP en Forex	74
1.7.3.4. Importancia de México en el Mercado Global de divisas	76
1.7.3.5. Influencia del tipo de cambio en el Mercado Global de divisas.....	79
1.7.3.6. Importancia del peso como subyacente de derivados dentro y fuera de México.....	82
1.7.3.7. Cobertura con peso mexicano.....	84
1.7.4. Operación y Volatilidad en los Mercados Spot y Derivados OTC	85
1.8. Internacionalización y Globalización de las Operaciones con Futuros	87
1.8.1. Internacionalización de las Operaciones con Futuros	87
1.8.2. Desarrollo y Expansión de los Mercados de Futuros.....	88

1.8.3. Características de los Mercados CME y MexDer	91
1.8.3.1. Chicago Mercantile Exchange (CME).....	92
1.8.3.2. Mercado Mexicano de Derivados (MexDer).....	93
Capítulo 2. Revisión de la Literatura	97
2.1. Introducción	99
2.2. Revisión de la Literatura Relacionada con las Métricas VaR y ES.....	99
2.3. VaR y ES Aplicados a Coberturas con Futuros sobre Divisas	102
2.4. VaR y ES bajo Enfoque GARCH.....	105
Capítulo 3. Evaluación del Desempeño de la Cobertura con Futuros del Peso en el CME y del dólar en MexDer. Análisis de Contraste Empleando las Métricas VaR y ES Características.....	113
3.1. Introducción	115
3.2. Marco Teórico Metodológico	116
3.2.1. Datos: Particiones	118
3.2.2. Estadísticas y Ajuste de la Volatilidad.....	120
3.2.3. Métricas. Valor en Riesgo (Value at Risk VaR)	121
3.2.3.1. Valor en Riesgo (VaR)	121
3.2.3.2. Expected Shortfall (ES).....	124
3.2.4. Comprobación y Contrastación del VaR.....	129
3.2.5. Metodología Backtesting validación del VaR.....	130
3.2.6. Herramientas Cuantitativas en los Precios de Derivados	131
3.2.6.1 Derivados, herramientas matemáticas	131
3.2.6.2 Función de Precios.....	132
3.2.6.3 Futuros	132
3.2.6.4 Condiciones de frontera	135
3.2.6.5 Lema de Ito en Contratos de Futuro.....	137
3.2.6.5.1 Aplicación del Lema de Ito al Logaritmo del Precio de un Stock	137
3.2.6.5.2 Proceso seguido por el precio de una acción o una divisa.....	138
3.3. Análisis Empírico	140
3.4. Resultados	145
3.5 Conclusiones capitulares	148
Capítulo 4. Análisis de Contraste con Métricas VaR y ES, bajo un Enfoque GARCH (VarG y ESG) propuestas.....	151
4.1. Introducción	153
4.2. Marco Teórico Metodológico	154
4.2.1. Datos y Periodicidad.....	154

4.2.2. Análisis de Estacionariedad	156
4.2.3. Prueba t (de Student).....	158
4.2.4. Prueba de Normalidad.....	159
4.2.5. Prueba Jarque-Bera (J-B)	159
4.2.6. Prueba ALM de Heterocedasticidad	162
4.3. Modelado Econométrico de VaR y ES.....	166
4.3.1. Métricas Propuestas para el Análisis Econométrico, Bajo Enfoque GARCH	167
4.3.1.1. Valor en Riesgo Bajo Enfoque GARCH (Value at Risk, VaR (VaRG))	167
4.3.1.2. Déficit Esperado Bajo Enfoque GARCH (Expected Shortfall, ES (ESG)).....	169
4.3.1.3. Modelos GARCH	170
4.3.1.4. El Modelo GARCH (1,1).....	171
4.3.1.5. Prueba de Proporción de Fallas de Kupiec.....	173
4.4. Análisis Empíricos	174
4.4.1. Aplicaciones Empíricas	174
4.4.2. Validación y Comprobación del VaR.....	178
4.5. Resultados	179
4.6. Conclusiones capitulares	180
Capítulo 5. Resumen y conclusiones sobre el análisis y contraste de Métricas VaR y ES tradicionales, y bajo un Enfoque GARCH (VaR y ESG)	183
Introducción	185
Resumen	185
5.1 Resultados del análisis de contraste efectuado con las métricas tradicionales VaR y ES.....	187
5.2 Resultados del análisis de contraste efectuado con las métricas bajo un enfoque GARCH VaR y ESG.....	189
5.3 Comprobación de las hipótesis planteadas.....	193
5.4. Beneficios y robustez, Discusión de resultados y agenda para posibles investigaciones futuras.....	198
5.4.1 Beneficios y Robustez.....	198
5.5 Discusión de resultados.....	198
5.6 Agenda para posibles investigaciones futuras.....	202
Conclusiones	203
Glosario de Siglas Abreviaturas y Acrónimos.....	207
Índice de Fórmulas	220
Índice de Tablas	225

Índice de Cuadros	226
Índice de Figuras	227
Referencias	228

Resumen

El objetivo de esta tesis es examinar, analizar y contrastar el desempeño de la cobertura a partir del porcentaje de reducción del riesgo¹, con contratos de futuros en dos mercados significativamente asimétricos y subyacentes con comportamiento inverso en términos de la paridad cambiaria, con contratos de futuro peso/dólar negociados en MexDer; y contratos dólar/peso, negociados en el Chicago Mercantile Exchange (CME). Se identifican las diferencias con las métricas para calcular la pérdida esperada Valor en Riesgo (VaR) y Expected Shortfall (ES). Se aplican el VaR y ES mejorados, con el enfoque GARCH. Se examinan las colas izquierda y derecha de las series de rendimientos de las series de futuros, tanto para posiciones cortas como largas. El análisis se llevó a cabo considerando el periodo comprendido de octubre de 2016 a junio de 2017, dividido en tres subperiodos; se comparan los resultados obtenidos para cada mercado, asimismo, se prueba su validez estadística aplicando Kupiec backtesting, observándose que en general, la cobertura en el CME es más eficaz, sin embargo, todas las métricas (con y sin modelado del enfoque GARCH) muestran una fragilidad importante por debajo del nivel de confianza del 99 %.

Key words: Valor en Riesgo, Expected Shortfall, GARCH, Riesgo.

Abstract

The purpose of this thesis is to examine, analyze and contrast the performance of hedging with the use of futures contracts, from the percentage reduction of risk², in two markets with significant asymmetries and with underlyings with inverse behavior, in terms of the exchange parity, in which futures contracts are traded on currencies, peso / dollar traded in the Mexican Derivatives Market (MexDer); and future contracts dollar / peso traded on the Chicago Mercantile Exchange (CME). This difference is achieved by applying the metrics to calculate the expected loss Value at Risk (VaR) and Expected Shortfall (ES). Hedging performance is examined by contrasting the results obtained by applying these evaluation metrics using GARCH approach. The left and right tails of the yield series of the futures series are examined for both short and long positions. The analysis was carried out considering the period from october 2016 to june 2017, divided into three sub-periods; the results obtained for each market are compared, which provides greater precision in hedge performance from a statistical perspective and its effects are observed in both markets. Lastly, its statistical validity is tested by applying Kupiec backtesting. Most of the time, hedging in CME is more effective. However, all metrics (with and without GARCH approach added), show significant fragility below 99% confidence level.

Key words: Value at Risk, Expected Shortfall, GARCH, Risk.

¹ Porcentaje de reducción al riesgo según Cotter y Handly (2006) definido como el Valor en Riesgo en una posición cubierta comparada con la posición descubierta. Lo mismo para el ES.

² Risk reduction percentage according to (Cotter & Handly, 2006) defined as the Value at risk in a hedged position compared to the uncovered position. The same for the ES.

Introducción y Aspectos Metodológicos

La globalización³, como proceso de transformación de larga data a nivel mundial, inicia este nuevo ciclo integrador hace cinco décadas, y si bien, ha favorecido el crecimiento del comercio, las finanzas, las inversiones reales y de cartera, tanto en el mercado estandarizado como en el mercado sobre mostrador (OTC, Over The Counter, por sus siglas en inglés), así como el trading de contado (spot) y de derivados sobre divisas, también ha generado una alta volatilidad en los tipos de cambio, dentro de los cuales prevalece el dólar por sobre otras monedas⁴. Este proceso transformador ha dado lugar a que se incremente el riesgo derivado de movimientos adversos del mercado, recurriendo así a los contratos de futuros para cubrirse de la exposición.

El principal **objetivo** de este trabajo es examinar el desempeño de la cobertura a partir del porcentaje de reducción del riesgo⁵, utilizando las métricas VaR y ES con contratos de futuros en dos mercados significativamente asimétricos, subyacentes y con comportamiento inverso en términos de la paridad cambiaria. y bajo el enfoque GARCH, con contratos de futuro peso/dólar negociados en MexDer; y contratos dólar/peso negociados en el Chicago Mercantile Exchange (CME). Al respecto, se han desarrollado diversas técnicas y modelos no solo para reducir la exposición con futuros a partir del Valor en Riesgo, sino también para encontrar la inversión más viable. En este sentido, se han desarrollado diversos trabajos de investigación que evidencian este hecho en relación con la evaluación del desempeño de la cobertura con futuros sobre divisas (ParkTH & Switzer I.N., 1995) (KronerKF & Sultan, 1993) y (ChoudhryT, 2003). En relación con las coberturas con futuros, cabe señalar que es un tema que ha sido muy estudiado en la literatura.

³ También llamada mundialización

⁴ Al producirse la eliminación paulatina de barreras económicas de todo tipo relacionados con los intercambios comerciales internacionales.

⁵ Porcentaje de reducción al riesgo según (Cotter & Handly, 2006) definido como el porcentaje de reducción del Valor en Riesgo en una posición cubierta comparada con la posición descubierta. Lo mismo para el ES.

Por otro lado, y de acuerdo con (ICW, 2021)⁶ (International Commerce Wordpress, por sus siglas en inglés), históricamente este proceso integrador no ha sido lineal, caracterizándose por el paso de diversas evoluciones, hasta llegar a la tecnología de la información y comunicaciones a fines del siglo pasado y culminando en este siglo XXI con el desarrollo acelerado de la robótica e inteligencia artificial, (ICW, 2021) misma que está siendo aplicada con éxito en el campo financiero, concretamente en la operación HFT⁷ (High Frequency Trading, por sus siglas en inglés, en español Operación de Alta Frecuencia), y que ha significado un gran avance en la operación, pero también, una gran volatilidad.

En el mismo orden de ideas, de acuerdo con (ICW, 2021) tras la segunda guerra mundial, se optó por la creación de un marco institucional de cooperación económica liderada por EE. UU. En el marco del comercio internacional, se aprobó el Acuerdo General de Aranceles y Comercio GATT⁸ lo que permitió la primera experiencia mundial de gobernanza en el ámbito comercial internacional, basado en el principio de no discriminación entre países y mercancías. (ICW, 2021), dándose la incursión de México al Gatt en 1986, en las Ronda de Uruguay, con la participación de 123 países. Ver Tabla 1.

Tabla 1. Las Rondas del GATT/OMC

Las Rondas del GATT/OMC Acuerdo General de Aranceles y Comercio/ Organización Mundial del Comercio			
Año	Rondas	Temas tratados	Número de países participantes
1947	Ginebra	Aranceles	23
1949	Annecey	Aranceles	13
1951	Torquay	Aranceles	38
1956	Ginebra	Aranceles	26
1960-1961	Ginebra (Ronda Dillon)	Aranceles	26
1964-1967	Ginebra (Ronda Kennedy)	Aranceles y medidas antidumping	62
1973-1979	Ginebra (Ronda Tokio)	Aranceles, medidas no arancelarias, normas, y acuerdos relativos al marco jurídico.	102
1986-1994	Ginebra (Ronda Uruguay)	Aranceles, medidas no arancelarias, normas, servicios, propiedad intelectual, solución de diferencias, textiles, agricultura, creación de la OMC, etc.	123
2001-	Doha	Aranceles, medidas no arancelarias, normas laborales, medio ambiente, competencia, inversión, transparencia, patentes, etc.	159

Fuente: Elaboración propia con datos de International Commerce Wordpress. Rondas del Gatt. (ICW, 2021)

En la Tabla 1 se muestran las reuniones del GATT- llamadas Rondas - de los primeros acuerdos suscritos por México (en la Ronda de Uruguay, 1986),

⁶ International Commerce Wordpress. Rondas del Gatt. (ICW, 2021)

⁷ Tema que se abordará con más detalle en el Capítulo 1.

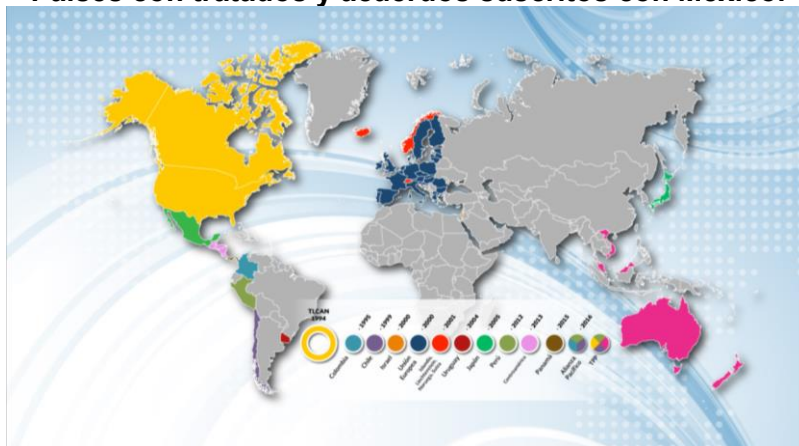
⁸ Ver más detalle en <https://internacionalecommerce.wordpress.com/2021/01/31/evolucion-de-la-globalizacion/>

así como los diversos temas tratados, de acuerdo con datos de International Commerce (ICW, 2021).

En México, a partir de este proceso de globalización, se incrementaron las relaciones comerciales en el ámbito internacional, como parte de una táctica de largo plazo con el fin de consolidar mercados para los productos y servicios, y estar en condiciones de desarrollar una oferta exportable y competitiva, que a su vez generara más y mejores oportunidades para los mercados nacionales; derivado de esto, se generó la necesidad de cubrirse del riesgo cambiario con contratos de futuros, entre otras opciones que existen en el mercado.

En este orden de ideas, actualmente México cuenta con una red de 14 Tratados de Libre Comercio con 50 países (TLCs), 30 Acuerdos para la Promoción y Protección Recíproca de las Inversiones (APPRI) con 31 países o regiones administrativas y 9 acuerdos de alcance limitado ACEAP (Acuerdos de Complementación Económica y Acuerdos de Alcance Parcial) en el marco de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI) de acuerdo con datos de la Secretaría de Economía (SE, 2020). Todos estos acuerdos suscritos por México, si bien han permitido colocar a nuestra economía en el concierto de las naciones, también han provocado un incremento en las transferencias cambiarias y en las operaciones del mercado de divisas, que son fuente de volatilidad por sí mismas. Ver Figura 1.

**Figura 1. Comercio Exterior.
Países con tratados y acuerdos suscritos con México.**



Fuente: Secretaría de Economía de México. (SE, 2020)

<https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/comercio-externo-paises-con-tratados-y-acuerdos-firmados-con-mexico>

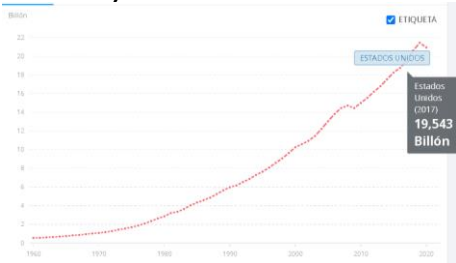
En la Figura 1. Se muestran esquemáticamente los acuerdos comerciales suscritos por México, señalando en colores, los países y los años en que se suscribieron los mismos.

Entre los diversos tratados comerciales mostrados en el esquema anterior, que en años recientes ha suscrito México, destacan los tratados mercantiles con Canadá y Estados Unidos a partir de la firma del TLCAN (1994-2020) Tratado de Libre Comercio de América del Norte y recientemente renovado con un acuerdo de integración regional, T-MEC (Tratado México-Estados Unidos-Canadá), que entró en vigor el 1 de julio de 2020. El efecto esperado de estos múltiples tratados comerciales era generar un incremento en el comercio y las finanzas, lo que ha originó una alta volatilidad en las tasas de cambio y por consiguiente, la búsqueda primordial de una cobertura.

Bajo este tenor, otra problemática que se ha planteado en este trabajo, es el hecho significativo de que la economía mexicana está menos desarrollada que la estadounidense, implicando diferencias específicas tanto en el orden económico como en sus mercados de futuros. Ver Figuras 2 y 3, y Tabla 2.

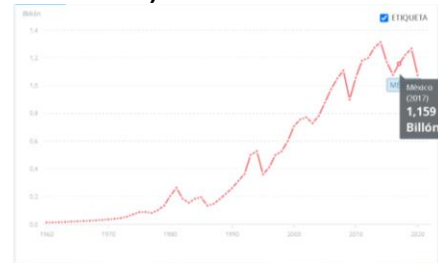
Figura 2. PIB anual en México y Estados Unidos 2017 (Billones de dólares)

Panel a) PIB anual en EE. UU. 2017



Fuente: Grafica y datos del (BancoMundial, 2019)
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?locations=US>

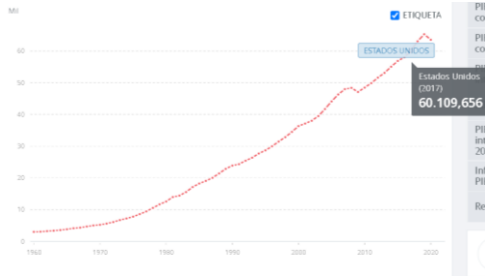
Panel b) PIB anual en México 2017



Fuente: Grafica y datos del (BancoMundial, 2019)
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?locations=MX>

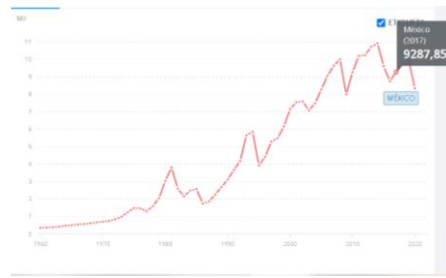
Figura 3. PIB anual per cápita en México y Estados Unidos 2017 (Dólares)

Panel a) PIB anual per cápita EE. UU.



Fuente: Grafica y datos del (BancoMundial, 2019)
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD?locations=US>

Panel b) PIB anual per cápita México



Fuente: Grafica y datos del (BancoMundial, 2019)
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD?locations=MX>

Tabla 2. Contrastes México-Estados Unidos (2017-2020)

Contrastes México-Estados Unidos (2017-2020)									
Económicos									
País	2017		2018		2019		2020		
	PIB (Billones USD)	PIB per cápita (USD)	PIB (Billones USD)	PIB per cápita (USD)	PIB (Billones USD)	PIB per cápita (USD)	PIB (Billones USD)	PIB per cápita (USD)	
Estados Unidos	19,543	60,110	20,953	63,953	21,433	65,279	20,953	63,206	
México	1,159	9,288	1,222	9,686	1,269	9,950	1,074	8,329	
México/EEUU	5.93%	15.45%	5.83%	15.15%	5.92%	15.24%	5.13%	13.18%	
Mercados de Futuros									
País	2017		2018		2019		2020		Valor del contrato (USD)
	Volumen	Interés abierto	Volumen	Interés abierto	Volumen	Interés abierto	Volumen	Interés abierto	
Estados Unidos	13,082,141	191,720	11,586,932	175,265	16,463,276	165,650	30,784,710	189,829	24,950
México	8,576,423	865,490	744,171	336,466	606,155	533,976	1,191,349	473,752	10,000
México/EEUU	65.56%	451.43%	6.42%	191.98%	3.68%	322.35%	3.87%	249.67%	40.08%

Fuente: elaboración propia con datos: (BancoMundial, 2019) <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?locations> y (OCDE, 2019) <http://www.oecd.org>; (FIA, 2018) Futures Industry Association. <https://www.fia.org/resources/fia-releases-data-futures-and-options-contract-ranking>; (MexDer, 2022) Mercado Mexicano de Derivados, S.A. <https://www.mexder.com.mx/wb3/MEX/estadisticas>

La Tabla 2, y las Figuras 2 y 3, revelan los contrastes existentes entre México y Estados Unidos, tanto en el mapa económico como de las bolsas de futuros, en el periodo comprendido de 2017-2020.

La Tabla 2, así como las Figuras 2 y 3, muestran los contrastes existentes entre México y Estados Unidos en el mapa económico y de las bolsas de futuros, en ambos casos sobre el peso en CME (Chicago Mercantile Exchange) y el dólar en MexDer (Mercado Mexicano de Derivados) en el periodo 2017-2020⁹. De acuerdo con las cifras del Banco Mundial (BancoMundial, Banco Mundial, 2019) mostradas tanto en las Figuras 2 y 3 y en la Tabla 2 al año 2017 (periodo de estudio 2014 -2017), se aprecia el contraste de la economía estadounidense en relación con la mexicana, la cual representa el 5.93% del Producto Interno Bruto (PIB) con respecto al estadounidense; asimismo, el PIB per cápita en México fue

⁹ Periodo en el que se sitúa este estudio.

de (\$9,288 US), lo que representa el 15.45% del PIB per cápita de Estados Unidos (\$60,110 US), superando a México en este renglón en un 84.55%. También observamos que al año 2020, el PIB de México tuvo un descenso del 8% en relación con 2017, lo cual representa el 5.13% respecto del PIB estadounidense y el 0.08% con respecto a 2017; el PIB per cápita en México en 2020 fue de (\$8,329 US), lo que representa el 13.18% del PIB per cápita de Estados Unidos (\$63,206 US) superando a México en este renglón en un 86.82% en 2020 contra el 84.55% en 2017.

Con esta lógica, en relación con los cifras de los mercados de futuros en ambos países y considerando los datos del volumen e interés abierto de los futuros negociados en estas bolsas, se observa que el volumen del mercado de futuros de Estados Unidos en 2017 ascendió a 13,082,141 operaciones, lo que representan el 65.56% con respecto del mercado mexicano de futuros, en tanto que, el interés abierto en el mercado mexicano muestra un total de 865,090 contratos abiertos, i.e., pendientes de ser liquidados, representando el 451.43% del mercado estadounidense, mientras que, en 2020, se observa un incremento del volumen operado y se advierte un ligero descenso del interés abierto en el mercado de futuros de Estados Unidos. A 2020 se observa, según datos de (FIA, Futures Industry Association, 2021) (FIA, Asociación de la Industria de Futuros, por sus siglas en inglés) que el número de operaciones ascendió a 30,784,710, lo que representan el 96.13% con respecto al mercado mexicano de futuros, en tanto que el interés abierto en el mercado mexicano arroja un total de 473,752 i.e., contratos pendientes de ser liquidados, lo que representa el 249.57% del mercado estadounidense. Atendiendo a los datos presentados, la profundidad financiera del mercado mexicano se sugiere significativa en este renglón y no obstante las diferencias económicas, estas cifras aluden un desempeño amplio en relación con las operaciones del CME¹⁰.

¹⁰ Chicago Mercantile Exchange

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se evidencia por qué en los mercados se ha optado por cubrirse con contratos de futuros sobre divisas, pues éstos representan una opción para evitar resultados negativos a causa de la volatilidad, que impacta en las operaciones comerciales, financieras o cambiarias, en las tesorerías de las empresas, así como en los responsables de la formulación de políticas, instituciones reguladoras, inversionistas, y administradores de riesgos; concretamente, se mitiga el riesgo y se logra una protección contra de la volatilidad. En vista de que su ocurrencia es permanente en el curso de las operaciones, se hace necesario el cálculo de la pérdida esperada a partir de métricas de valor en riesgo; se analiza también la volatilidad con modelos econométricos, lo que justifica el uso de las métricas Var y ES bajo un enfoque heterocedástico.

Asimismo, la cobertura cambiaria se ha reportado con amplitud disímil en la literatura financiera, misma que se ha consultado para la consecución de esta tesis, y se reseña en el Capítulo 2. De igual manera, se han compilado múltiples investigaciones relacionadas con el tema de este trabajo, así como las posibles coincidencias mostrando lo más relevante, y la aplicación de varias técnicas para estimar el desempeño de la cobertura con contratos de futuros. De tal manera que, dentro de esta variada literatura, hay obras que se han circunscrito al estudio del índice de cobertura óptima. Asimismo, concurre una línea de investigación disímil que se ha destinado a pronosticar el riesgo de colas, con el propósito de estimar probables pérdidas potenciales. Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál métrica VaR y ES bajo el enfoque GARCH, proporciona un estimador predictivo estadísticamente significativo del porcentaje de reducción del riesgo como desempeño de la cobertura con contratos de futuros, tal que, incorpore la posición de negociación alcista y bajista?

Para responder esta interrogante, se consideró utilizar las métricas VaR y ES ya que son dos de las métricas más utilizadas a menudo para evaluar las pérdidas potenciales; se considera el ES como una medida adicional de riesgo que incorpora la posición de negociación y distingue entre el riesgo a la baja y al alza, ambos, datos importantes para coberturistas, todo enmarcado por la necesidad de cubrir el riesgo generado por la volatilidad derivada de la gran actividad en los mercados, con un enfoque basado en el modelo GARCH, en un entorno de presión cambiaria

Con esta lógica, los mercados financieros han enfrentado el desafío de controlar, mitigar o anular el riesgo en cualquier transacción financiera, ya que el riesgo financiero en posiciones con divisas se ha convertido en una incertidumbre constante en el entorno financiero y empresarial en las últimas décadas. La administración del riesgo cambiario se ha vuelto una prioridad en el campo financiero, debido básicamente al avance tecnológico y a la diversidad de instrumentos que se han desarrollado para cubrir el riesgo. De igual manera, la creciente volatilidad que se genera en los mercados ha provocado que las posiciones y portafolios de inversión muestren altos perfiles de riesgo, dependiendo de los diversos niveles de aversión al riesgo de los participantes y del mismo riesgo inherente a los instrumentos que ofrecen los mercados, ya que, conforme más alta es la volatilidad del mercado, mayor es su rentabilidad en el corto plazo, y considerablemente más aventurada la inversión en cierto activo y, por tanto, el riesgo de pérdida pudiera sugerirse, alto.

En este contexto, el **problema** que se enfrenta es: Calcular desde una base cuantitativa, con precisión estadística significativa el desempeño de la cobertura, entendido como el porcentaje de reducción del riesgo, así como su análisis para toma de decisiones enfocados en la volatilidad. El incremento de la volatilidad en los mercados es motivo de constante preocupación y factor más importante, por lo cual es prioridad mitigar el riesgo de tasas a partir de futuros sobre tipo de cambio

calculados en principio con métricas tradicionales y bajo un enfoque heterocedástico.

El impacto de la volatilidad del tipo de cambio sobre las variables macroeconómicas en la sociedad y en la economía, se ha convertido en un tema de creciente debate en las últimas décadas, tanto en los países en desarrollo como en los avanzados, (MonexBlog, 2022). Esta percusión puede tener muchas consecuencias macroeconómicas perjudiciales, como el incremento en los precios de producción con el consecuente deterioro de las importaciones y exportaciones totales, así como el deterioro de la competitividad externa, además de ocasionar un gran impacto en la inflación, prohiendo cambios en los precios de los bienes y servicios de consumo y duraderos, en las materias primas, en los bienes de capital, así como un efecto directo en el índice de precios al consumidor.

Una tasa de cambio muy alta dificulta las ventas en el extranjero ya que aumentan los precios relativos. Si las exportaciones se desaceleran, los exportadores pueden optar por recortar sus precios, reducir la producción y disminuir los niveles de empleo. (MonexBlog, 2022). También se provoca desempleo si el tipo de cambio se aprecia, pues esto implica un crecimiento más lento del PIB real dado que caen las exportaciones y aumenta la demanda de importaciones (MonexBlog, 2022).

Adicionalmente y no menos importante, es la disminución de la demanda y de la producción ya que puede provocar una pérdida importante de puestos de trabajo como una medida de las empresas que buscan controlar los costos de producción. Por añadidura, la volatilidad cambiaria provoca serios problemas a los portafolios de inversión, por lo que se suelen utilizar productos financieros derivados para cubrirse, ya que, por su composición, disminuyen los riesgos del tipo de cambio.

En este sentido, es importante resaltar que los mercados de México y Estados Unidos han sido elegidos para llevar a cabo este estudio, dado que, estos dos países han impulsado la expansión económica en la región de América Latina. Así, México es hoy por hoy el principal socio comercial de Estados Unidos con 132,432,862 miles US\$ en 2017 y en 2018 al mes de abril ascendió a 32,521,234 miles US\$, de acuerdo con los datos de la balanza comercial, Banxico (Balanza comercial abril 2018). Como se ha mencionado líneas arriba, México es un país con una economía abierta al intercambio comercial mundial, por tanto, la paridad del tipo cambio es crucial para sostener relaciones productivas entre los dos países, permitiendo que los agentes del mercado estén en posibilidad de realizar ventas, compras y otros tipos de negocios con agentes de otras naciones, así como para la inversión extranjera y de portafolios, tema que se desarrolla en extenso en el Capítulo 1.

Considerando lo anterior en la Figura 4 se presenta la **matriz de congruencia** correspondiente a esta investigación, herramienta metodológica que ha permitido evidenciar la lógica que ha seguido este trabajo, brindando el beneficio de condensar el tiempo dedicado a la investigación, así como facilitando la organización de las etapas del proceso de este estudio, de manera que, desde el principio exista una coherencia lógica entre cada una de las partes involucradas, como son: la problemática, el objetivo, la hipótesis planteada, las variables, la metodología y el marco teórico ya citados en este trabajo.

Figura 4 Matriz de Congruencia

Matriz de Congruencia

Título	"Desempeño de la cobertura del peso en CME y del dólar en MexDer. Análisis de contraste con métricas VaR y ES tradicionales y bajo un enfoque GARCH (2014 a 2017)"		
Pregunta de Investigación	¿Cuál métrica VaR y ES bajo el enfoque GARCH, proporciona un estimador predictivo estadísticamente significativo del porcentaje de reducción al riesgo como desempeño de la cobertura con contratos de futuros, tal que, incorpore la posición de negociación alcista y bajista?	VARIABLES	Futuros sobre peso/dólar del CME
Planteamiento del problema	Calcular desde una base cuantitativa, con precisión estadística significativa, el desempeño de la cobertura, entendido como el porcentaje de reducción al riesgo, así como su análisis para toma de decisiones enfocados en la volatilidad.		Futuros sobre dólar/peso del MexDer
Objetivo	Examinar, analizar y contrastar el desempeño de la cobertura a partir del porcentaje de reducción al riesgo, utilizando las métricas VaR y ES con contratos de futuros en dos mercados significativamente asimétricos considerando subyacentes con comportamiento inverso, en términos de la paridad cambiaria, y bajo el enfoque GARCH, con contratos de futuro peso/dólar negociado en MexDer, y contratos dólar/pesos negociados en el Chicago Mercantile Exchange (CME), examinando las colas izquierda y derecha de las series de rendimientos de los contratos de futuros, tanto para posiciones cortas como largas.	METODOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> A partir de las series de datos, se calcula el Valor en riesgo (VaR) y Expected Shortfall (ES) de forma tradicional considerando los niveles de confianza ($\alpha = 95\%$, 97%, 97.5% y 99%) y 3 particiones en función de la volatilidad exante, dentro y ex post, observando los resultados para identificar aquellos valores dominantes que producen las pérdidas mínimas. Con base en las series de datos, se sugiere aplicar un enfoque GARCH, al porcentaje de reducción del VaR (definido como: VaR del portafolio cubierto comparado con el VaR del portafolio descubierto), considerando aplicarlo en ambos, VaR y ES. Se estima el VaR y ES calculados a partir de un enfoque GARCH con los mismos niveles de confianza α y particiones, obteniendo el VaR y ESG. Identificando la metodología que mida con más rigor matemático-estadístico las posibles pérdidas.
Hipótesis	"Que es posible obtener una mayor precisión al estimar pérdidas potenciales aplicando ES y VaR bajo un enfoque GARCH, con diferentes niveles de confianza (90%, 95%, 97.5% y 99%), i.e., y que el ESG se considera mucho más eficiente que el VaR para mercados volátiles, en el periodo de análisis de octubre de 2016 a junio de 2017"	MARCO TEÓRICO	Resumen Abstract Introducción y aspectos metodológicos. Capítulo 1. Globalización y Trading como fuentes de volatilidad. Capítulo 2. Estado del Arte. Capítulo 3. Evaluación del Desempeño de la Cobertura con Futuros del Peso en el CME y del dólar en MexDer. Análisis de Contraste Empleando las Métricas VaR y ES Características. Capítulo 4. Análisis de Contraste con Métricas VaR y ES, bajo un Enfoque GARCH (VaR y ESG) propuestas. Capítulo 5. Conclusiones Generales. Bibliografía. Índice de Figuras, Gráficos, Cuadros y Tablas.

Fuente: Realización propia. Basada en el modelo (Dialnet, 2022)

En términos de la Figura 4 en la que se muestra el **Objetivo** de esta tesis, se examina, analiza y contrasta el desempeño de la cobertura a partir del porcentaje de reducción del riesgo¹¹, utilizando las métricas VaR y ES con contratos de futuros en dos mercados significativamente asimétricos considerados subyacentes con comportamiento inverso, en términos de la paridad cambiaria, y bajo el enfoque GARCH, con contratos de futuro peso/dólar negociados en MexDer, y contratos dólar/peso negociados en el Chicago Mercantile Exchange (CME), examinando las colas izquierda y derecha de las series de rendimientos de los contratos de futuros, tanto para posiciones cortas como largas.

El periodo de análisis¹² ha comprendido de octubre de 2016 a junio de 2017, dividido en tres subperiodos. A partir de esto, se ha utilizado un modelo de cobertura modificado, tal que, brinde mejores resultados en términos del porcentaje de reducción del riesgo, utilizando los futuros en los respectivos

¹¹ Porcentaje de reducción al riesgo según (Cotter & Handly, 2006) definido como el porcentaje de reducción del Valor en Riesgo en una posición cubierta comparada con la posición descubierta. Lo mismo para el ES.

¹² Detallado en el capítulo 3

mercados. Asimismo, se han contrastado los resultados obtenidos para cada mercado, y se ha probado su validez estadística aplicando Kupiec backtesting.

En concordancia con los objetivos planteados y la matriz de congruencia presentada en la Tabla 4, la **hipótesis** de esta tesis es:

“Es posible obtener una mayor precisión al estimar pérdidas potenciales aplicando ES y VaR bajo un enfoque GARCH, con diferentes niveles de confianza (90%, 95%, 97.5% y 99%), i.e., y que el ESG se considera mucho más eficiente que el VaRG para mercados volátiles, en el período de análisis de octubre de 2016 a junio de 2017”

Conforme a todo lo anterior, se ha considerado un marco teórico metodológico aplicado a las métricas de Valor en Riesgo (VaR) y Expected Shortfall (ES) tradicionales, sugiriendo potenciar sus resultados mediante la incorporación de un enfoque GARCH¹³ heterocedástico. Esta metodología pretende integrar la posición de negociación, lo cual permite hacer la distinción entre el riesgo al alza y a la baja. Bajo este tenor, se han utilizado los modelos GARCH ya que se asume que la varianza condicional, se ve afectada por su propia historia y la historia de los cambios. Cabe señalar que este tipo de modelos heterocedásticos, se han extendido entre los investigadores y estudiosos en la materia para explicar la variación del tiempo. En este trabajo se han considerado las métricas de desempeño VaR y ES¹⁴ y su cálculo con los diferentes niveles de confianza ya mencionados.

Con respecto al estado del arte, se tiene que, en los diversos trabajos de investigación consultados, hay disímiles estudios que confirman los beneficios de las estrategias de cobertura con futuros aplicando el cálculo de estas métricas en

¹³ El proceso de heterocedasticidad condicional autorregresiva generalizada (GARCH) es un término econométrico desarrollado en 1982 por Robert F. Engle, economista y ganador del Premio Nobel de Economía en 2003. GARCH describe un enfoque para estimar la volatilidad en los mercados financieros.

¹⁴ (BIS, 2016). Esta recomendación del BIS es todavía vigente, no obstante que ha habido otras aplicaciones y modelos internos.

los análisis de riesgo ampliados con el modelado GARCH. Se aprecia que, (ReboredoJ.C., Rivera-CastroM.A., & UgolineA., 2016) amplían el análisis del riesgo cambiario examinando los efectos de contagio de los riesgos a la baja y al alza de los tipos de cambio a los precios de las acciones y viceversa para un conjunto de economías emergentes. Por su lado (SuJ.-B. & HungJ.-C., 2018) utilizan siete modelos GARCH bivariados para pronosticar el VaR en una muestra de 21 carteras de acciones y siete carteras de divisas con tres combinaciones. De esta manera y también relacionados con las tendencias recientes en la investigación que nos ocupa sobre el VaR y ES, encontramos que (PatonAJ, ZeigelJF, & ChenR, 2019) hacen uso de la teoría contemporánea de la decisión estadística para superar el problema para ES, mediante el modelado conjunto de ES y VaR, utilizando GARCH o modelos de ventanas rodantes; (MengX & TaylorJW, 2020) también han contribuido a la teoría al dar más información sobre el comportamiento de la cola de distribución calculada en cinco rendimientos de índices bursátiles, y sobre cinco rendimientos de acciones corporativas individuales, empleando VaR y ES; el inconveniente de estos modelos, es que son muy sofisticados y por tanto no se aplican con frecuencia. En relación con América Latina y México, la literatura reporta pocos estudios al respecto, y ninguno sugiere estar relacionado con la cobertura cambiaria y el tema que nos ocupa.

Aportaciones de la tesis.

- Identifica, a partir de los resultados, cuál de los métodos explorados ofrece mejores posibilidades de estabilizar los ingresos y/o egresos de las empresas, identificando la metodología que mide con más rigor matemático-estadístico las posibles pérdidas máximas para coadyuvar en la predicción de la pérdida máxima, con la motivación primordial de obtener una estrategia de cobertura más adecuada en términos metodológicos.

- Contribuye a la teoría del riesgo, al proponer un modelo modificado del original¹⁵ por la autora, consistente en aplicar un enfoque GARCH a la expresión original correspondiente al Porcentaje de Reducción del riesgo, cuya expresión es, VaR del portafolio cubierto comparado con el VaR del portafolio descubierto, aplicándolo en ambos VaR y ES y calculando de manera pragmática el desempeño de la cobertura con contratos de futuros en estos dos mercados asimétricos, cuyos subyacentes mantienen comportamiento inverso, en términos de la paridad cambiaria. Esta propuesta de modificación al modelo de (Cotter & Handly, 2006), sugiere que, si esta razón tiende a la unidad ($\rightarrow 1$), indica que la reducción del riesgo tiende al 100% y, en consecuencia, la cobertura observa un buen desempeño, mientras que, si este porcentaje tiende a cero ($\rightarrow 0$) consecuentemente los contratos de futuros no reducirán el riesgo. Por lo tanto, un resultado mayor sugiere un mejor desempeño de la cobertura, calculándolos con los diversos α_i , previamente mencionados.
- Amplía la literatura financiera al examinar el desempeño de los futuros en dos economías caracterizadas por mercados de diferentes niveles de desarrollo y con activos subyacentes con comportamiento inverso, en términos de la paridad cambiaria.
- Útil para los agentes del mercado de diversas instituciones financieras como un método disyuntivo para la toma de decisiones en términos de cobertura a partir de la reducción del riesgo con contratos de futuros de tipo de cambio.
- Herramienta alternativa pragmática, ya que se basa para su cálculo en métricas tradicionales que han sido aprobadas por las autoridades del país y que son utilizadas frecuentemente por los actores del mercado por ordenanza y fundamentan sus decisiones sobre estimaciones de cobertura cambiaria con futuros, tomando como base dos economías asimétricas vinculadas por actividades comerciales y financieras que enfrentan importantes desafíos económico-financieros.

¹⁵ (Cotter & Handly, 2006)

Alcance y limitaciones. Esta tesis se circunscribe a los mercados de Chicago y México, considerando los futuros sobre el peso mexicano y sobre el dólar estadounidense.

Es importante destacar el hecho de que el presente doctorado es en Ciencias de la Administración; por ello, se reconoce la relevancia de los aspectos administrativos y contables relativos a la administración del riesgo del tipo de cambio, como son las cuestiones tributarias y regulatorias. Ahora bien, como estos aspectos no son materia del presente trabajo, en él se hará solamente mención de éstos en el cuerpo de la tesis, resaltando su importancia para una comprensión integral de la administración del tipo de cambio en las empresas.

A través del desarrollo de los capítulos de esta tesis, se propone alcanzar los objetivos propuestos previamente. Asimismo, se validan y prueban las hipótesis planteadas.

Los hallazgos más importantes en el desarrollo de esta investigación han sido los siguientes:

- Se aprecia que la metodología ha brindado los resultados esperados, tomando en consideración que se favoreció el VaR como métrica de cálculo por sobre otras, ya que, no obstante que sigue vigente, ya no es suficiente, i.e., la métrica VaR tradicional tiene deficiencias. Cuando J.P. Morgan lo propuso, era apropiado al tipo de mercados de entonces, sin embargo, ahora el mercado es diferente, ha evolucionado de diversas formas, por lo cual se consideró la aplicación de la métrica ES, así como su tratamiento bajo un modelo heterocedástico GARCH, derivando en las expresiones VaRG y ESG potenciadas bajo este enfoque.
- Se ha estimado a partir de un modelo modificado del original de (Cotter & Handly, 2006), lo que permitió comparar el desempeño de las coberturas

con una metodología pragmática que brinda una alternativa del cálculo del porcentaje de reducción del riesgo en estos dos mercados. En virtud de que los futuros OTC representan el 95% del monto notional total con respecto al mercado estándar¹⁶, se considera importante contar con un modelo de esta naturaleza.

Este trabajo está estructurado como sigue:

Después de esta introducción, se presenta el Capítulo 1 cuyo marco conceptual versa sobre la importancia y problemática de la globalización, la negociación (trading) en los mercados de derivados y OTC, así como sus avances en términos de la robótica como fuentes de volatilidad, lo que nos circunscribe a la cobertura de este riesgo a partir de futuros financieros; también nos presenta una breve introducción a los mercados de derivados, en particular el CME y MexDer. El Capítulo 2 presenta la Literatura Relacionada con los temas básicos concernientes y adyacentes de la presente tesis. El Capítulo 3 exhibe el análisis del desempeño de la cobertura del peso en CME y del dólar en MexDer, en el cual se propone un análisis de contraste aplicando las métricas VaR y ES tradicionales, y de los resultados obtenidos. El Capítulo 4 corresponde a la propuesta de aplicación empírica y un análisis de resultados del cálculo con las métricas VaR y ES modeladas bajo un enfoque heterocedástico GARCH, que de igual manera se citan los hallazgos obtenidos. En el Capítulo 5 y último, se plantea un Resumen y los resultados del análisis de contraste con las métricas tradicionales VaR y ES, los resultados del análisis efectuado con las métricas mencionadas bajo el enfoque GARCH, la comprobación de la hipótesis planteada, así como los beneficios y robustez de la discusión de resultados, la agenda para posibles investigaciones futuras y las conclusiones.

¹⁶ De acuerdo con los datos del Banco de Pagos Internacionales (2019) (BIS por sus siglas en inglés) al primer semestre de 2021. <https://stats.bis.org/statx/srs/table/d3?f=pdf>

Capítulo 1. Globalización y Trading como Fuentes de Volatilidad

1.1. Introducción

En este capítulo se muestran de una manera sucinta los cambios derivados de la internacionalización y globalización en los mercados financieros y la variación en factores de riesgo como la volatilidad, sus efectos, ventajas y desventajas en diversos aspectos. Asimismo, se considera el tema del trading (negociación bursátil), a partir de una breve reseña respecto a la evolución de este tipo de negociación y el incremento de la volatilidad generada en función del uso de herramientas sofisticadas (algoritmos) y la robótica para la toma de decisiones. De igual forma, se presenta brevemente el tema de las operaciones con futuros en términos de cómo estos productos financieros surgen con la lógica de cubrir el riesgo derivado de la volatilidad. Todo lo anterior como preámbulo para dar paso al tema fundamental de esta tesis, evaluar el desempeño de la cobertura, contrastándola con futuros en CME y MexDer aplicando métricas VaR y ES tradicional y bajo el enfoque GARCH.

1.2. Características de la Globalización Contemporánea

El término globalización generalmente se aplica al desarrollo actual, según diversos autores, entre ellos (Hausberger, 2018), quien indica que la globalización da inicio en la segunda mitad del siglo XX, aunque sugiere que disímiles investigadores consideraron como punto de inflexión del proceso globalizador la década de 1950, así como otros estimaron la del 70, y para no pocos, el final de la guerra fría, la liberalización internacional de los mercados y los efectos trascendentales del internet en la década de 1990. Bajo el mismo tenor, en términos de (Huerga, 2012), la globalización tiene que ver con el hecho de que la humanidad desde su origen se ha dedicado a la búsqueda del bienestar y desarrollo de la sociedad; señala que es así como con el pasar de los siglos, la ciencia, las finanzas, la técnica, el arte y el lenguaje han creado la realidad actual en que vivimos. Por su parte (Carrillo Punina, 2018) señala que lo que ha caracterizado a las revoluciones industriales son los diversos inventos e innovaciones que han marcado la historia de la humanidad. A propósito, continúa

el autor, en la primera revolución industrial se presenta la mecanización en el trabajo. En la segunda surge la automatización y en la tercera revolución aparece la robotización. Bajo este tenor, la globalización para (Carrillo Punina, 2018) tiene que ver con la tercera revolución que prioriza la investigación científica y tecnológica en los procesos de innovación, es decir, la ciencia dirige la evolución y es la base del desarrollo vital del hombre. La globalización de los mercados financieros no se hubiera realizado sin el procesamiento tecnológico de la información. Por otro lado, sostiene el autor que la incidencia de la tecnología en la economía genera cambios en tres aspectos: economía informacional, economía de redes y economía globalizada¹⁷.

Por su parte, (González Pueyo, 2010) indica que los mercados de valores vieron modificado su estatus quo a finales del siglo XX, como respuesta al nuevo marco competitivo global. Los mercados de valores iniciaron una primera etapa de consolidación en la que ganaron tamaño mediante fusiones, dando lugar a conglomerados empresariales transnacionales e incluso intercontinentales. Indica el autor que hay algunos indicios de que se ha iniciado una segunda etapa de consolidación en la que los mercados de valores tendrán que hacer frente a nuevos cambios en su estructura, principalmente como consecuencia de la fragmentación de la liquidez en varias plataformas y la irrupción de nuevas estrategias de negociación automatizada como la negociación de alta frecuencia (HFT, por sus siglas en inglés). Sin embargo, se sugiere que, ante este cambio global estructural, las fusiones no siempre serían la respuesta estratégica adecuada, en particular cuando se trata de competir con alternativas especializadas en determinados segmentos.

Con esta lógica, coexisten diversas definiciones de globalización, presentándose no en extenso algunas de ellas. Así, según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (RAE, 2020) Globalización “es el proceso

¹⁷ Para más detalle consultar Álvaro Patricia Carrillo Punina: Globalización: Revolución Industrial y Sociedad de la Información

por el que las economías y mercados, con el desarrollo de las tecnologías de la comunicación, adquieren una dimensión mundial, de modo que dependen cada vez más de los mercados externos y menos de la acción reguladora de los Gobiernos”. RAE (2020). El término “globalización” según lo define (Copelli Ortiz, 2018) está presente en diversos ámbitos, tanto académicos como extraacadémicos; sugiere este autor que cualquier situación que guarde relación con conexión, cercanía, o movimiento, nos acerca a su definición. Sin embargo, continúa indicando el autor que, podríamos preguntarnos: ¿qué es formalmente la globalización? pues no nos encontramos ante un término unívoco, ya que éste obedece a diversas definiciones, cercanas unas con otras, complementarias tal vez, pero que, sugiere, en su conjunto dan forma a uno de los movimientos conductuales de mayor relevancia que ha tenido el mundo en la última parte de su historia.

En términos de (GygliS, FlorianH, & SturmJE, 2018) definen la globalización como el proceso de crear redes de conexiones entre actores a distancias intracontinentales o multicontinentales a través de una variedad de flujos que incluyen personas, información e ideas, capital, tecnología y bienes. Señalan que la globalización es un proceso que integra economías, culturas, tecnologías y gobernanza, y produce complejas relaciones de mutua independencia. Ver Figura 5, Mapa representativo de la Globalización, (EALDE, 2021).

Figura 5. Mapa de la Globalización.



Fuente (EALDE, 2021). <https://www.ealde.es>.

Figura 5. Mapa que muestra la globalización como redes de conexión entre actores localizados en diferentes continentes.

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Económico Suizo ¹⁸ (KOF, 2021)¹⁹, se define la globalización como el proceso a través del cual se crean redes de conexión entre actores localizados en diferentes continentes²⁰ (KOF, 2021). Por su parte, el (FMI, 2020) Fondo Monetario Internacional, define la globalización como una interdependencia económica creciente del conjunto de países del mundo, provocada por el aumento del volumen y la variedad de las transacciones transfronterizas de bienes y servicios, así como de los flujos internacionales de capitales, al tiempo que se incrementa la difusión acelerada y generalizada de tecnología²¹.

A partir de las definiciones expuestas, la globalización es vista como un fenómeno o bien como un proceso que amplía su concepto a diversas áreas del conocimiento como las finanzas, la economía, la comunicación, las tecnologías de información, la robótica o la política entre otras.

1.3. Evolución del Mercado Financiero en Términos de la Globalización

De acuerdo con (Ffrench-Davis, 2017) en las cinco últimas décadas, los mercados financieros internacionales se han visto inmersos en un entorno caracterizado por una serie de cambios que han modificado radicalmente sus

¹⁸ Ver índice de Globalización. <https://indicedeglobalizacion.wordpress.com/>

¹⁹ KOF por sus siglas en alemán Konjunkturforschungsstelle

²⁰ Ver Fondo Monetario Internacional. <https://www.imf.org/es/home>

²¹ De acuerdo con lo establecido en la página web del índice de globalización, ésta es un proceso continuo de interdependencia entre países y ciudadanos; el cual incluye aspectos económicos y otros de índole no económica.

estructuras y funcionamiento. Sugiere que la movilidad del comercio de capitales a nivel mundial ha dado lugar a la globalización. En este orden de ideas (Levy-Carciente, 2008) indica que estas últimas cinco décadas han sido escenario de un incremento importante en la volatilidad e inestabilidad del ámbito económico: crisis de balanza de pagos, crisis bancarias, crisis bursátiles y crisis hipotecarias en todo el globo terráqueo y que se han diseminado por el llamado “efecto contagio”. Esta crítica irregularidad se evidencia en diversos eventos²², tales como, la combinación de un proceso de desregulación financiera y apertura de la cuenta de capitales que junto con los progresos tecnológicos, han internacionalizado los sistemas financieros convirtiéndolos en un sólo sistema enlazado con alto grado de interdependencia, marcado muchas veces por la incertidumbre, movimientos inesperados de precios, y donde los rápidos movimientos de capital han prohiado una gran volatilidad en las economías haciéndolas propensas al desequilibrio y a las crisis.

En términos de (SampedroJ.L & SequeirosS, 2002), la evolución de la globalización es la estructura a la que ha llegado el mercado financiero en su reciente progreso; mencionan también que la economía del sistema financiero internacional moderno se mueve en un clima dado por estos dos condicionantes: la posibilidad prácticamente instantánea de comunicaciones y las transferencias económicas por una parte, y por otra, la amplia liberalización de las operaciones privadas. Al respecto los autores indican que el gran mercado financiero globalizado funciona como una red de intensas relaciones económicas que, articuladas por los nuevos medios informáticos y la robótica, agrupa una buena parte de la actividad mundial. Por su parte, (Climent Diranzo & Meneu Ferrer, 2015) sugieren que en las décadas de los ochenta y noventa el mundo entró en un

²² Según (Levy-Carciente, 2008) sugiere que estos eventos han sido derivados de la globalización: La declaración de inconvertibilidad oro/dólar en 1971 • La crisis de la deuda externa de los países en desarrollo, desatada en 1982 • El crack bursátil de 1987 • La embestida cambiaria frente a las monedas europeas en 1992 • El abrumador auge bursátil de 1993 • El ajuste al alza de los intereses estadounidenses y la crisis mexicana en 1994 (efecto Tequila) • La embestida cambiaria y desplome bursátil asiático de 1997 (efecto Dragón) • La crisis de la deuda rusa durante 1998 (efecto Vodka) • La crisis del Brasil en 1999 (efecto Samba) • La inestabilidad e incertidumbre tecnológica que avizoraba la entrada en el nuevo siglo con el denominado efecto Y2K • La crisis financiera desatada en Turquía en el 2000 • El derrumbe del NASDAQ en el 2001 • El colapso del modelo Argentino en el 2002 • Los escándalos financieros de corporaciones transnacionales, la declaración de recesión y la caída bursátil estadounidense, 2002 • El largo ciclo expansivo, 2004-2007 • La explosión de la crisis hipotecaria en el verano del 2007-2008 (Credit Crunch o Crisis de las Subprime).

proceso de liberación económica que propició la evolución de los mercados financieros provocando cambios diversos en el sistema financiero internacional. Al respecto, señalan los autores que no obstante en los años noventa se acelera el proceso de globalización con las crisis financieras a las que se les ha dado el nombre de efectos, cada uno de estos “efectos” (véase Tabla 3) conllevan una muy alta volatilidad que ha derivado en crisis significativas de los mercados internacionales y el contagio a nivel global. Al respecto (Acosta Palomeque & Avilés León, 2018) sugieren que la existencia de un mundo financieramente globalizado se demuestra a través de uno de sus efectos no deseados, “el contagio”, que se genera en los mercados financieros mundiales cuando surge una crisis en alguna zona económica importante del mundo, siendo más afectados los mercados de países emergentes.

Tabla 3. Crisis Financieras.

Crisis financieras derivadas de la globalización				
Crisis o Efecto	Fecha y país de origen	Causas	Consecuencias	Quebrantos
Tequila	México 1994	Profunda crisis financiera derivada de la falta de reservas internacionales, devaluación de la moneda local y el fortalecimiento de una moneda extranjera, conocida como el “Error de Diciembre” (French-Davis, 1997).	Provocó una fuga de capitales hacia el sudeste asiático, la región receptora que logró generar renovada confianza en los inversionistas	Incremento del tipo de cambio en 300%
Dragón	Países asiáticos 1994-1995	La burbuja especulativa se inició en el mdo. Accionario con la sobrevaluación del tipo de cambio, intermediarios financieros desregulados Prestamos de riesgo excesivo Inflación de los precios de los activos. Sobreprecio de los activos sostenido (Nuñez, 1997)	Principalmente a los mercados asiáticos, posteriormente afectó en diverso grado a mercados latinoamericanos	Los mercados accionarios asiáticos tuvieron una pérdida de 400 mil millones de dólares
Vodka	Rusia, agosto de 1998	En 1998, la caída de los precios de materias primas más cotizadas a nivel global ocasiono un enorme déficit público aunado a los bajos impuestos que pagaban las grandes empresas privatizadas. El rublo cayo, en consecuencia, crisis estalla por declaraciones frente al pago de la deuda externa rusay desembocó en la	Desplome del precio de las commodities y de la posterior devaluación del rublo.	FMI otorgó, US\$22.000 millones para solventar esta crisis y la intervención de la Reserva Federal de US\$3.6 billones, para evitar el desplome de Long Term Capital Management, así como caídas de hasta el 15% del PIB, en buena parte derivadas del incremento del precio del petróleo
Samba	Brasil en 1999	La gran especulación ocasionó que Brasil devaluara, aunado a las intensas turbulencias financieras ocasionadas por la crisis rusa en 1998	Comienzo del gran cintagio mundial. Los inversionistas internacionales para equilibrar portafolios y ante las expectativas negativas de los mercados emergentes, liquidaron de forma prematura y excesiva sus bonos y acciones, convirtiéndose en agentes catalizadores de la caída de los precios	BID, de un paquete de préstamos por cerca de 41.5 mil millones de dólares y la implementación de una fuerte disciplina fiscal
Corralito Argentino	Argentina 2001	La devaluación del real ocasionó que la deuda argentina de corto plazo se incrementara representando un problema para la deuda argentina. La recalificación a la baja de la deuda por las agencias internacionales y una caída de los depósitos bancarios en 3.8 millones de dólares ocasionando	A la grave situación económica y social interna, se le suma la crisis internacional desde la asiática en 1997. Corralito es el termino que se le dio a la inmovilización de los depósitos realizada por el gobierno argentino	El déficit fiscal creciente (excedentario en mil millones de dólares americanos a lo acordado con el FMI). Incremento de la deuda en 3% Devaluación del 8.9% Riesgo país mas alto de la historia 5000 puntos porcentuales
Crisis Subprime	Estados Unidos	Crisis concentrada en activos financieros con garantía hipotecaria y cuyo origen son las hipotecas de peor calidad crediticia, conocidas como subprime.	Default multi-trillonario del mercado de swaps, las compras apalancadas de la banca de inversión se convirtieron en pasivos, la neutralidad de los Hedge-funds se desploma, los papeles comerciales respaldados en activos pierden liquidez	La interconexión global genera el contagio: el IKB de Alemania requirió en julio 2007 auxilio financiero, sigue el PNB PARIBAS en Francia y el NORTHERN ROCK en el Reino Unido cuyo auxilio financiero es de unas £30bn y países como China e India revisan a la baja sus proyecciones de crecimiento.

Fuente: Elaboración propia con datos de (UCM, 2022)²³

²³ Biblioteca UCM, Repositorio Institucional UAM Azcap. UNID y Economipedia, www.biblioteca.ucm.es; zaloamati.azcuam.mx; www.eltiempo.com; red.unid.edu.mx; economipedia.com

En la Tabla 3, se muestra que como parte de la globalización hay riesgos y crisis, derivadas de la evolución de la globalización en términos de sus causas y consecuencias, exponiendo el ejemplo del "Efecto Tequila" de acuerdo con (UNID, 2021), conocida así la crisis financiera mexicana de 1994, ocasionada por la falta de reservas internacionales, la devaluación de la moneda local y el fortalecimiento de una moneda extranjera, y cuyo antecedente es el "Error de Diciembre".

Según (Tapia, 2019) la participación de México en el mundo del libre comercio ha tenido varias etapas que dieron inicio en 1979, en pleno sexenio considerado de la bonanza petrolera, ya que el gobierno de José López Portillo puso las bases para la adhesión de México al Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio, mejor conocido como GATT²⁴ (por sus siglas en inglés), y el cual sería el primer paso de nuestro país hacia las fronteras abiertas. En este orden de ideas (Bar-Hod & Jonas Noe, 2020), sugieren que la evolución del sistema financiero mexicano ha sido gracias al avance del proceso de globalización en que se encuentra inmerso. Este proceso transformador del área financiera de México, lo ha perfilado como una nación reconocida a nivel mundial por su apertura del mercado internacional mediante diversos tratados de libre comercio como el TLC y el T-MEC entre otros, que han sentado las bases para un crecimiento económico importante, estableciéndose en el orden mundial; sugieren estos autores en su análisis que para lograr esta evolución, se ha requerido entre otros factores la innovación tecnológica en los instrumentos y mecanismos operativos a fin de que, México se pueda afianzar en la economía a nivel mundial, con un sistema financiero ágil, flexible y competitivo, de tal forma que, al enfrentarse a mercados muy volátiles derivado de los efectos de la internacionalización²⁵ y globalización, se creó y

²⁴ Tapia (2019) indica que en noviembre de 1979 México es aceptado en el GATT. La historia consigna que el GATT fue creado en 1947 con la participación de 47 países que tomaron parte en la llamada Ronda de Uruguay, en donde se pactaron una serie de acuerdos para eliminar aranceles, barreras comerciales y evitar prácticas desleales de comercio como el dumping.

²⁵ Definición técnica. Según Economipedia (2021), el término internacionalización se emplea para designar la capacidad que alcanza una empresa de poder comercializar sus productos o localizarse en otro país del mundo, que no sea su país de origen. La internacionalización permite el acceso a otros mercados, lo que posibilita el crecimiento económico. Intensifica el

desarrolló un mercado de derivados para cubrirse del riesgo financiero de la volatilidad. No obstante que el tema de los tratados de comercio que México ha suscrito es muy vasto, en esta tesis solo se mencionan de manera sucinta.

Siguiendo con la evolución del proceso globalizador (Acosta Palomeque & Avilés León, 2018) sugieren que, debido al avance de la globalización, Londres, Nueva York, Hong Kong y Tokio se destacan como los principales integrantes del mercado financiero global; en función de las operaciones realizadas, son los cuatro principales mercados financieros del planeta. Lo anterior en concordancia con los datos de (BIS, 2020a) mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4. Volumen promedios diarios negociados en Derivados OTC de los 10 principales países.

Volumen total negociado en derivados OTC por país 10 máximos diarios a abril 2019. BIS (base "neto-bruto "1)				
Promedios diarios, en millones de dólares estadounidenses				
Posición	País	Volumen	Participación (Total de los 10)	Participación del total mundial
1	Reino Unido	3,670,238.43	51.39%	50.11%
2	Estados Unidos	2,356,103.22	32.99%	32.17%
3	Hong Kong SAR	435,871.69	6.10%	5.95%
4	Japan	135,256.10	1.89%	1.85%
5	Canada	122,633.96	1.72%	1.67%
6	France	120,022.55	1.68%	1.64%
7	Singapore	116,442.89	1.63%	1.59%
8	Australia	97,099.13	1.36%	1.33%
9	Alemania	56,021.20	0.78%	0.76%
10	Switzerland	31,884.72	0.45%	0.44%
Total (10)		7,141,573.89	100.00%	97.51%
Total mundial		7,324,002.20		

Fuente: Elaboración propia con datos de (BIS, 2019a), Triennial Bank Survey, Derivatives Market Turnover. (Encuesta Trienal Bancaria, 2019. Volumen del Mercado de Derivados).

La Tabla 4. Muestra el volumen total negociado (contratos forward, swaps, opciones y otros productos), cuyos datos están ajustados y pueden diferir ligeramente de los datos de las encuestas nacionales debido a diferencias en los procedimientos de agregación y redondeo. De acuerdo con los datos mostrados

en esta tabla obtenidos de (BIS, Bank for International Settlements, 2020a), al mes de abril de 2019, Londres se destaca como el mayor lugar de negociación en términos de volumen, ya que en este mercado se realiza a esta fecha el 50.11% de las operaciones a nivel mundial con un volumen medio diario de \$3,670,238 millones US, y como indica América (Economía, 2021), por su ubicación geográfica, la operación comienza al final de la sesión en el este y la sesión vespertina coincide con la apertura de Nueva York.

Continuando con los datos de (BIS, Bank for International Settlements, 2020a), a Reino Unido le sigue en importancia Estados Unidos con el 32.17% de la participación en el total mundial y un volumen promedio diario de \$2,356,103 millones US; menciona (Economía, 2021) que su gran ventaja es el papel que desempeña el dólar en el sector financiero global y los enormes bancos que tienen su sede en Wall Street, como Citi, JPMorgan, Goldman Sachs y Morgan Stanley. Siguiendo el mismo orden de ideas y conforme a la Tabla 4, el tercer centro financiero de importancia es Hong Kong con un 5.95% de participación mundial y un volumen promedio diario de \$435,872 millones US; en cuarto lugar está Tokio, ya que ahí se realiza el 1.85% de las transacciones a nivel mundial con un volumen diario promedio de \$135,256 millones US y debe su posición de acuerdo con datos de (Economía, 2021) a la importancia del yen japonés como moneda y a su situación geográfica.

(Economía, 2021) Señala que el mayor competidor de Tokio es Hong Kong, que cuenta con una vinculación histórica con Londres y es uno de los principales centros de negocios y bancarios del mundo. No obstante que Singapur está en el séptimo lugar con una participación del 1.59% en términos del volumen que maneja, de acuerdo con los datos de (BIS, Bank for International Settlements, 2020a) en la Tabla 4, es el tercero de los centros financieros orientales. Esta publicación sugiere también que los últimos avances en operaciones a grandes velocidades se deben a que con una supercomputadora (con algoritmos y

robótica) tratan de sacarle el máximo provecho a las diferencias de segundos entre los precios spot de los diferentes países que operan.

En otro orden de ideas, (Rodríguez Castellanos, 2018) indica que la evolución de la globalización se refiere al incremento de las relaciones globales por medio de los flujos financieros transnacionales. El avance de este proceso se debe a un número creciente de vínculos entre países o conjuntos de naciones con los mercados financieros internacionales, aunado al concepto de integración financiera. El grado de integración depende de la exposición a las influencias externas (Rodríguez Castellanos, 2018). En virtud de lo expresado por (Gallego, L'Hotellerie-Fallois, & López-Vicente, 2018) la progresiva evolución de la integración financiera de las economías a escala mundial hace necesaria la existencia de mecanismos supranacionales para hacer frente a situaciones de crisis. En este contexto, apuntan los autores, el Fondo Monetario Internacional es la institución multilateral que está en el centro de la red global de seguridad financiera. Dicha globalización en términos de estos autores ha derivado entre otros, en los siguientes sucesos:

- La internacionalización de los mercados financieros, los euromercados y la fusión de las bolsas europeas, así como los recursos desviados a mercados financieros distintos a los del origen, sobre todo hacia países emergentes que en ocasiones mantienen mayores niveles de rendimientos.
- La disminución en los costos de intermediación al incrementarse la eficiencia.
- Innovaciones tecnológicas en los sistemas de información y comunicación, especialmente el desarrollo de la red.
- La diversificación de riesgos a partir de la adquisición de valores en el extranjero.
- Eliminación de los controles cambiarios y de trabas a los flujos de capitales.
- Tendencias de liberalización y desregulación de los mercados financieros.

En términos de (Rodríguez Castellanos, 2018) en las últimas décadas el crecimiento de los mercados financieros del mundo, incluyendo a los mercados

cambiarlos, los euromercados y los mercados de bonos internacionales, ha producido una volatilidad importante. Apunta el autor que los vaivenes a los que se enfrenta el sistema financiero mundial se deben a que la creación de dinero es superior a la producción.

(GygliS, FlorianH, & SturmJE, 2018) Señalan que como parte de la evolución de la globalización, se crea el Índice de Globalización; al respecto, en su artículo sugieren que el índice KOF está basado en tres pilares, a saber: 1) globalización económica, 2) globalización social y 3) globalización política. Señalan estos investigadores que, para cada categoría, se seleccionan una serie de indicadores básicos. Al primer pilar corresponden medidas de exportaciones e importaciones, inversión extranjera directa y restricciones comerciales; está caracterizado por el comercio de bienes, servicios y capital; aquí se cuantifican no solo los flujos comerciales y de inversión actuales, sino el grado en que un país impone restricciones al comercio y al capital. Al segundo corresponde la globalización social medido con indicadores de tráfico telefónico, uso del Internet, remesas recibidas e importancia del sector turismo, entre otros, que incluye la libertad de información y la calidad de vida de los habitantes; refleja el flujo de información vinculado a medios de comunicación, internet, telecomunicaciones, y proximidad cultural. Finalmente, el tercero concierne a la globalización política, refiriéndose a la participación en organismos internacionales como la ONU²⁶ y al número de embajadas en el país; en éste se analiza el grado de cooperación entre países y la participación en organismos y tratados internacionales, así como la democratización y el respeto de los gobiernos a la difusión de ideas. Lo anterior se concentra a continuación en la Tabla 5.

El índice de globalización mostrado en la Tabla 5 se ha calculado desde 1970 y mide a 207 países actualmente. Concierno a las variables a través de las cuales se construye el índice, de acuerdo con los tres ámbitos de la globalización (Jahresbericht, 2020) KOF, ver tabla 5.

²⁶ ONU Organización de las Naciones Unidas

Tabla 5. Elementos del Índice de Globalización KOF.

Índice de Globalización KOF. Medida de la globalización de un país de acuerdo con las siguientes consideraciones:		
Factores		
Económico	Social	Político
Flujo de comercio / Exportaciones + Importaciones Fuente: Banco Mundial. www.bancomundial.org	Tráfico telefónico Fuente: Banco Mundial www.bancomundial.org	Embajadas acreditadas Fuente: Embassy-Finder. https://embassy-finder.com/es/
Inversión extranjera directa (flujo) menos Inversión extranjera directa Fuente: Banco Mundial. www.bancomundial.org	Turismo Internacional Banco Mundial www.bancomundial.org	Membresía en organismos internacionales Fuente: Organismos Internacionales UCEMA. ucema.edu.ar
Existencias de Inversión Extranjera Directa menos Inversión extranjera directa Fuente: Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. unctad.org	Población extranjera residente Banco Mundial www.bancomundial.org	Participación en Misiones Internacionales de las Naciones Unidas. Fuente: Organización de las Naciones Unidas. ONU. www.onu.org
Cartera de Inversiones Fondo Monetario Internacional	Usuarios de Internet Banco Mundial www.bancomundial.org	Tratados Internacionales Fuente: Organización de las Naciones Unidas. ONU. www.onu.org
Barreras no arancelarias Fuente: myweb.fsu.edu/~Gwartyne/HolcombeLawsonCato2004	Hogares con TV Banco Mundial www.bancomundial.org	
Arancel Promedio Fuente: myweb.fsu.edu/~Gwartyne/HolcombeLawsonCato2004 https://www.cato.org/sites/cato.org/files/2021-06/efw-2008-introduction.pdf	Restaurantes per capita Fuentes diversas	
Impuestos al comercio internacional Banco Mundial www.bancomundial.org	Comercio de Libros Fuente: UNESCO. www.unesco.org	

Fuente: Elaboración propia con datos de (Jahresbericht, 2020) KOF Konjunkturforschungsstelle.

La Tabla 5 muestra los indicadores básicos y factores considerados en su cálculo, como son las exportaciones e importaciones, inversión extranjera directa y restricciones comerciales, globalización social, tráfico telefónico, uso del Internet, remesas recibidas, importancia del sector turismo, entre otros, así como el número de embajadas en el país correspondiente. Asimismo, las fuentes de información correspondientes en cada una de las celdas. Del mismo modo, el índice de Globalización KOF se mide para todos los países, y muestra la suma de los puntajes en función de los factores considerados en las dimensiones económica, social y política, expresados en la Tabla 6.

Tabla 6. Índice de Globalización KOF

Índice de Globalización KOF 1970-2018										
Lugar	País	Puntaje								
		1970	1980	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018
	Mundial	38	38	36	43	48	48	49	49	49
1	Estados Unidos	53	53	73	71	87	90	91	92	92
2	Suiza	71	75	78	88	89	91	91	91	91
3	Belgica	75	79	80	87	89	90	90	90	90
4	Reino Unido	67	77	78	86	88	89	89	90	89
5	Austria	66	73	75	86	88	88	88	89	89
6	Alemania	65	71	74	84	87	88	88	89	89
7	Francia	64	73	74	83	86	87	88	87	88
8	Dinamarca	70	76	78	86	88	88	88	88	88
9	Holanda	63	68	79	82	84	86	87	87	87
10	Irlanda	64	72	72	83	86	86	86	86	86
11	Canada	62	68	70	82	83	84	84	84	84
12	México	42	44	45	58	65	71	70	71	72
13	China	21	26	36	52	62	63	64	65	65

Fuente: Instituto Económico Suizo (KOF, 2021)

La Tabla 6 muestra los puntajes se acuerdo al índice de globalización KOF, midiéndolo para todos los países en función de las dimensiones económica, social y política. El índice original fue introducido por (Dreher A, Martens, & Van Boxem, 2010). La segunda revisión del índice llevada a cabo por (GygliS, FlorianH, & SturmJE, 2018) introduce la diferenciación entre globalización comercial y financiera dentro de la dimensión económica. De acuerdo con los datos mostrados en la Tabla 5, se muestran los puntajes del KOF ubicando en primer lugar a Estados Unidos con 92 puntos, le siguen Suiza, Bélgica y Reino Unido con 91, 90 y 89 respectivamente, mientras que México está en el doceavo lugar con 72 puntos por arriba de China con 65.

1.4. Comercio y Globalización Financiera

El artículo sobre la dimensión económica del índice de globalización KOF revisado por (GygliS, FlorianH, & SturmJE, 2018), sugiere dos subdimensiones, globalización comercial y globalización financiera. (Jaumotte, Lall, & Papageorgiou, 2013) por ejemplo, estudian el efecto de la globalización comercial y financiera en la distribución del ingreso dentro de un país y han encontrado que tanto la globalización comercial como la financiera, están asociadas con una reducción de la desigualdad. En un estudio sobre la relación negativa entre la volatilidad y el crecimiento, (Kose, Prasad, Rogoff, & Wei, 2009) se encontró que tanto la globalización comercial como financiera reducen esta relación negativa, aunque el efecto tiende a ser más fuerte para la globalización comercial.

1.5. Preminencias e Inconvenientes de la Globalización

Flexibilidad, innovación y rendimiento son algunas de las cualidades que resultan más tangibles de la globalización financiera. Pese a que no deben ignorarse los inconvenientes de este movimiento integrador, como los efectos disruptivos y prolongados de las crisis en las economías locales y globales, o los problemas de información y de coordinación que dificultan realizar

transacciones de manera eficiente, puede afirmarse que la globalización tiene mucho de positivo según el informe (BIS, Bank for International Settlements , 2018).

1.5.1 Preminencias

(Rosas Rojas & Mimblera Delgado, 2019) sugieren que, para el caso de una economía abierta, entre las preminencias o ventajas de la globalización está el modelo de libre flotación cambiaria y el cumplimiento de la condición de paridad descubierta de tasas de interés, ya que incorpora los efectos de las variaciones en el tipo de cambio dentro de las funciones del producto y la inflación. En tanto que, para (Conti-Brown & Lastra, Research Handbook on Central Banking, 2018) otra ventaja de la globalización es que los mercados son eficientes en la asignación de recursos y el financiamiento, con mínima oportunidad de especulación, por lo que la banca central no tiene la obligación ni la necesidad de intervenir en el mercado cambiario. Por su parte (Cárdenas Avendaño, Cortes Bustos, & González Ávila, 2018) consideran que el tipo de cambio sigue siendo una variable clave en el comportamiento de los precios y en la formación de expectativas de los agentes del mercado, bajo el contexto de las economías emergentes en las que prevalece el problema de inflación estructural derivado de la alta dependencia tecnológica y financiera que se mantiene con el exterior. Los diversos beneficios económicos de la globalización que considera (Directivos, 2019) son:

- Avances tecnológicos. En un mercado financiero global, la flexibilidad, innovación, rendimiento y mayor velocidad de difusión de los avances tecnológicos, así como los adelantos en los sistemas de pago, liquidación y comercio, la robótica aplicada a los desarrollos del trading, así como de los sistemas de información financiera, pueden ponerse a disposición de todos los participantes del mercado de manera instantánea.

- Difusión de la innovación financiera con independencia de su ubicación geográfica. Los participantes del mercado financiero pueden demostrar suficiente solvencia crediticia y utilizar nuevos productos financieros tan pronto como estos instrumentos comiencen a comercializarse en el mercado financiero global.
- Mejora del desempeño financiero en el mundo. La entrada de instituciones financieras extranjeras en los mercados nacionales puede traer beneficios considerables, ya que una mayor competencia, unida a la transferencia de experiencia corporativa, ayudan a mejorar la eficiencia en el sector financiero.

Por otra parte, y según lo expresado por (Carstens, 2016) no obstante la gran volatilidad que provoca la globalización, existen diversos beneficios económicos asociados con la globalización de los mercados financieros, como el hecho de que los individuos tienen la oportunidad de suavizar el consumo al endeudarse o diversificarse en el extranjero, mientras que el ahorro mundial se dirige a las oportunidades de inversión más productivas. Una implicación práctica de esta teoría según el autor es que los mercados financieros integrados globalmente proporcionan formas más flexibles de financiar los déficits de cuenta corriente y reciclar así, los excedentes de ésta. Además, el juego libre de los mecanismos del mercado debería tender a garantizar que tanto los prestatarios como los prestamistas, no tomen riesgos excesivos.

De acuerdo con (Kristjanpoller y Contreras, 2017), una ventaja importante de la globalización financiera son los flujos de capital internacionales, i.e., y la inversión extranjera directa (envíos de utilidades, dividendos, etc.) la cual habitualmente está dirigida a los sectores de alta calificación del país; señalan estos investigadores que esto es significativo para América Latina, ya que a partir de la década de 1990, se ha convertido en uno de los principales destinos de la inversión extranjera directa, debido a la alta demanda de mano de obra calificada. En relación con lo anterior, estos autores señalan que una ventaja importante de la

globalización es el aumento en los flujos de remesas de la migración, mismos que están relacionados con las transferencias cambiarias, ya que ha aumentado el número de países que participan en la migración internacional, al mismo tiempo que se ha ampliado el espectro económico, social y cultural de los migrantes.

De acuerdo con el (BancoMundial, 2019) las remesas se han incrementado significativamente en el mundo. Estos flujos de dinero en países de ingreso bajo y mediano, alcanzaron una cifra sin precedente en 2018; según la última edición de Migration and Development Brief (MDB) del (BancoMundial, 2019) se estima que los flujos anuales a países de ingreso bajo y de ingreso mediano registradas por este organismo, alcanzaron los 529,000 millones US\$ en 2018, lo que representa un aumento del 9,60% con respecto al récord anterior de 483,000 millones US\$ en 2017. Las remesas mundiales, que incluyen los flujos hacia países de ingreso alto, alcanzaron los 689,000 millones US\$ en 2018, en comparación con los 633,000 millones US\$ de 2017.

1.5.2. Inconvenientes de la Globalización

(Rosas Rojas & Mimblera Delgado, 2019) destacan que uno de los inconvenientes o desventajas de este proceso, es la influencia de las fluctuaciones de capitales en mercados financieros globales y desregulados, y los posibles efectos negativos que esto tiene sobre el tipo de cambio en un escenario de economía abierta con flotación cambiaria. Por su parte (Conti-Brown & Lastra, 2018) consideran una desventaja el tipo de cambio flotante, ya que los mercados rara vez son eficientes y la trayectoria futura del tipo de cambio es incierta, por lo que existe la necesidad de cubrirse del riesgo y el banco central podría artificialmente depreciar la moneda. Para el caso de México, (Capraro & Pánico, 2018) sostienen que el Banco de México tiene un comportamiento asimétrico respecto a las variaciones del tipo de cambio; esto es, el Banco sube la tasa de interés cuando el tipo de cambio se deprecia, pero no la baja en el escenario

opuesto, por lo que, según estos autores, el tipo de cambio real tiende a apreciarse y ello tiene un efecto negativo sobre la tasa de crecimiento del país.

De igual manera (Rosas Rojas & Mimblera Delgado, 2019) sostienen que las deficiencias estructurales que presentan los países en desarrollo, como la alta dependencia de insumos importados, dolarización de pasivos y la volatilidad del tipo de cambio, no los beneficia y frena su progreso. Estos autores consideran que para las economías emergentes la volatilidad en el tipo de cambio puede representar una fuente importante de presiones inflacionarias, dados los constantes problemas de inflación estructural que padecen. Las economías emergentes más potentes, que actúan como potencias mundiales, se ven beneficiadas con la globalización económica al expandirse sin limitaciones. Los países en vías de desarrollo tienen menos capacidad financiera y ello provoca un desequilibrio económico a nivel mundial, aunado a los problemas de información y coordinación que dificultan realizar transacciones financieras de manera eficiente.

(Gómez, et al., 2018) observan que otra de las desventajas de la globalización se refiere a las tecnologías de información y comunicación, herramientas que pueden representar oportunidades para generar beneficios en la sociedad. No obstante, consideran que la brecha digital en el acceso, uso y apropiación social de estas tecnologías deriva en la exclusión de ciertos grupos de personas en la sociedad de la información y el conocimiento, generando altos niveles de desempleo.

1.6. Globalización y sus Impactos

(Pomaquero Yuquilema, 2017) Sugiere que la globalización es un fenómeno complejo que ha impactado directamente a la mayoría de los aspectos de la actividad humana, no solo en lo económico, sino también en lo social, político y cultural. Sugiere el autor que en los últimos años ha existido una gran cantidad de cambios a nivel mundial, pero sin duda el más significativo ha sido la creación de

un mercado global mucho más integrado, acompañado del crecimiento exponencial en los flujos comerciales y financieros internacionales, y esto ha sido gracias a los avances tecnológicos, entre ellos el internet, los sistemas y la robótica, con lo cual la forma de hacer negocios y comunicarnos ha cambiado sustancialmente, (Pomaquero Yuquilema, 2017).

De acuerdo con los resultados del trabajo de (Aalbers, 2019) se propone que en las dos primeras décadas del siglo XXI los impactos de la globalización se han manifestado en términos financieros, económicos, sociales, tecnológicos, organizacionales, culturales y, por supuesto, espaciales y territoriales. El autor considera que se puede aseverar que los procesos recientes más importantes que demarcan la globalización son la propia globalización económica, la revolución tecnológica y los cambios en el mundo del trabajo; el autor observa que los tres son traspasados por el proceso de financiarización²⁷ de la economía, en el cual las prácticas, las narrativas, la racionalidad y la lógica de las finanzas, del capital financiero y de sus agentes (bolsas, bancos, gestores financieros, fondos de inversión, inversionistas) asumen la dirección de los rumbos de la economía de las empresas y de los estados (la economía política) (Aalbers, 2019).

En materia de información, según (Sánchez Gutiérrez, 2020), el impacto de la globalización exige el desarrollo de nuevos estándares en áreas sensibles de la economía y finanzas internacionales, así como una mayor transparencia no solo de los diferentes países sino además de las diferentes instituciones, conjuntamente con la regulación, supervisión y la necesidad de contar con regímenes de protección ante los acreedores, con códigos contables y sólidos en los sistemas financieros, además de la urgencia de adoptar un auténtico “código

²⁷ Financiarización. Es un proceso mediante el cual los mercados financieros, y las instituciones obtienen una mayor influencia sobre la política y los resultados económicos. Según (Palley, 2007), transforma el funcionamiento de los sistemas económicos tanto a nivel macro como micro. (Palley, 2007) sugiere que sus principales impactos son: 1) elevar la importancia del sector financiero en relación con el sector real, 2) transferir ingresos del sector real al sector financiero, y 3) aumentar la desigualdad de ingresos y contribuir al estancamiento de los salarios. Además, sugiere que la financiarización puede poner a la economía en riesgo de deflación de la deuda y recesión prolongada.

de circulación” para los flujos de capital que sea extensivo a los fondos de inversión especulativos.

Los efectos estimados por (Correa, Marshall, & Soto, 2019) en relación con la variación en el tipo de cambio y tasa de interés, se han dado cuando estos factores comienzan a variar significativamente; se incrementa la especulación y el vehículo de ésta son esencialmente los instrumentos financieros derivados. Por tanto, los autores resaltan que existe una relación entre desregulación-especulación, derivados-crisis, las cuales se retroalimentan por lo que se genera una mayor burbuja financiera de efectos impredecibles, siendo las crisis un resultado inequívoco de tal proceso. Bajo este tenor, sugieren que el mercado de derivados ha pasado a ser un factor muy importante para las instituciones financieras y no financieras, en particular para el sistema bancario en cuanto a los rubros de inversión, cobertura y especulación.

Obsolescencia de políticas económicas. Se sugiere (Iglesias, 2016) la necesidad de un nuevo conjunto de políticas económicas para hacer frente a estos complejos desafíos, dada la obsolescencia en las mismas, que han dado entrada a nuevas formas de globalización y que tienen impactos inevitables sobre los países en desarrollo; el segundo efecto transformador resulta como consecuencia del anterior, ya que, el comercio mundial, tanto en su volumen y calidad como en las nuevas relaciones comerciales, ha dado origen a grandes transformaciones. El tercer gran efecto que sugiere este autor es que la globalización es producida por el sector financiero, ya que se sabe que detrás de las grandes crisis han habido excesos en el sistema financiero, causados por la especulación, factor que ha escapado del control del sistema financiero globalizado; la alta volatilidad que se genera puede provocar enormes impactos sobre la economía mundial.

Por su parte, en términos de (Hernández J, Luna E, Rojas O, & Zamora L, 2019) los efectos de la globalización financiera en la globalización económica y el actual proceso de integración mundial, tiene efectos positivos para el crecimiento y

convergencia internacional de los países, en términos de la reducción de la pobreza. (Soto Esquivel, 2016) Por su parte, sostiene que a partir del proceso de desregulación e innovación y con el desarrollo de una nueva ingeniería financiera en el mundo global, los mercados se han vuelto más inestables y volátiles provocando nuevos escenarios de crisis en regiones y países, así como quiebras en conglomerados financieros y no financieros.

1.6.1. Impacto Sobre el Tipo de Cambio

(López Noria & Bush, 2019) Apuntan que el impacto de la globalización financiera sobre el tipo de cambio ha dado lugar a las fluctuaciones permanentes en el tipo de cambio peso-dólar y un incremento de la volatilidad. En sus términos, un régimen cambiario de libre flotación y altos niveles de flujos de capital resultan en una mayor volatilidad del tipo de cambio, lo que refleja el rol del tipo de cambio como un mecanismo de ajuste y amortiguador ante choques externos. Indican también que el tipo de cambio afecta la posición de la inversión internacional neta de un país, dependiendo de la escala de su hoja de balance internacional y de la composición por moneda de sus activos y obligaciones foráneas. Bajo el mismo tenor, (Reyes Guzmán, 2019) sugiere que, si bien la oferta y demanda de divisas es lo que mueve la paridad bajo el régimen de tipo de cambio flexible, el Banco de México ha usado sus reservas internacionales de divisas para disuadir ataques especulativos. El autor sugiere que esto ha provocado que la moneda mexicana se deprecie ante choques externos que debilitan la posición internacional de México, provenientes principalmente de la política exterior. Sostiene el autor que hay un vínculo entre la volatilidad del tipo de cambio y los principales acuerdos celebrados bajo el T-MEC, los retos que supone y su viabilidad en el mediano plazo (Reyes Guzmán, 2019).

Tabla 7²⁸

Efecto de la globalización sobre el tipo de cambio en México 1990-2018									
AÑO	VALUACION DEL PESO %				INFLACION %				
	PARIDAD \$	INCR.%	FAC.INCR.	VALUACION %	MEXICO	U.S.A.	DIFER %	FAC.INCR.	
1990	2941.9	9.79	235.35	-3.89	29.93	6.11	22.45	226.207	
1991	3073.7	4.48	245.9	6.03	18.79	3.06	15.26	260.732	
1992	3115.4	1.36	249.23	13.8	11.94	2.9	8.78	283.632	
1993	3.11	-0.17	248.8	19.84	8.01	2.75	5.12	298.154	
1994	5.32	71.06	425.6	-26.96	7.05	2.67	4.26	310.863	
1995	7.64	43.61	611.2	-24.62	51.97	2.54	48.2	460.712	
1996	7.86	2.88	628.8	-9.44	27.7	3.32	23.6	569.432	
1997	8.06	2.54	644.8	0.48	15.72	1.7	13.78	647.908	
1998	9.94	23.33	795.2	-4.89	18.61	1.61	16.73	756.288	
1999	9.52	-4.23	761.6	8.62	12.32	2.68	9.38	827.244	
2000	9.57	0.53	765.6	13.88	8.96	3.39	5.39	871.832	
2001	9.17	-4.18	733.6	22.18	4.4	1.55	2.81	896.315	
2002	10.361	12.99	828.88	11.65	5.7	2.38	3.25	925.413	
2003	11.2372	8.46	898.98	5.06	3.98	1.88	2.06	944.461	
2004	11.2183	-0.17	897.46	7.21	5.19	3.26	1.87	962.163	
2005	10.7109	-4.52	856.87	12.2	3.33	3.42	-0.08	961.392	
2006	10.8755	1.54	870.04	12.13	4.05	2.54	1.48	975.573	
2007	10.9043	0.26	872.34	11.49	3.76	4.08	-0.31	972.553	
2008	13.7738	26.32	1101.9	-6.06	6.53	0.09	6.43	1035.097	
2009	13.0437	-5.3	1043.5	0.02	3.57	2.72	0.83	1043.684	
2010	12.3817	-5.08	990.54	8.38	4.4	1.5	2.86	1073.565	
2011	13.9787	12.9	1118.3	-3.2	3.82	2.96	0.83	1082.494	
2012	12.988	-7.09	1039.04	6.05	3.57	1.74	1.8	1101.936	
2013	13.0652	0.59	1045.22	7.99	3.97	1.5	2.44	1128.776	
2014	14.7348	12.78	1178.78	-1.08	4.08	0.76	3.3	1166.024	
2015	17.3398	17.68	1387.18	-14.77	2.13	0.73	1.39	1182.245	
2016	20.664	19.17	1653.12	-27.58	3.36	2.07	1.26	1197.135	
2017	19.7354	-4.49	1578.83	-20.71	6.77	2.11	4.57	1251.816	
2018	18.6847	-5.32	1494.78	-16.86	0.9	1.63	-0.72	1242.775	

Fuentes: Elaboración propia con datos del Tipo de cambio Peso-US dólar (Banxico, 2019) e INPC del Portal del (SAT, 2020). Índice Nacional de precios al consumidor, U.S.A, Bureau of Labor Statistics (BLS, 2020).

La Tabla 7 muestra las cotizaciones del tipo de cambio peso/dólar (MXN/USD); las cifras correspondientes a los años 1990, 1991 y 1992 están expresadas en viejos pesos; a partir de 1993 en adelante están en nuevos pesos. De acuerdo con lo publicado en el DOF²⁹ del 22 junio 1992, las cifras en color rojo indican sobrevaluación y en color azul indican subvaluación. Las cotizaciones del tipo de cambio peso/dólar se determinan desde la segunda mitad de la década de los 90 bajo un régimen de tipo de cambio flexible, con intervenciones discrecionales del Banco de México cuando lo ha considerado prudente.

(Morales Castro & Higuera Torres, 2016), sostienen que el impacto de la globalización se ha traducido en grandes fluctuaciones en el tipo de cambio Peso Mexicano - Dólar Estadounidense que durante los últimos 20 años no han sido suficientemente explicadas, ya que estas se presentan por lo regular, como desviaciones temporales respecto a un tipo de cambio de equilibrio de largo plazo (el cual de acuerdo con el enfoque del poder de paridad de compra, establece que

²⁸ 1990, 1991 y 1992 en viejos pesos. De 1993 en adelante nuevos pesos. DOF 22 junio 1992. Color rojo. Indica sobrevaluación. Color Azul. Indica subvaluación

²⁹ Diario Oficial de la Federación. México

el tipo de cambio de equilibrio de largo plazo es el resultado de los movimientos en las tasas de inflación entre países). Sin embargo, los cambios bruscos en el tipo de cambio peso-dólar son contrarios a la idea de equilibrio estable de largo plazo ya que éste, está en función de factores económicos (como las tasas de inflación, las tasas de interés, la balanza comercial y las reservas internacionales entre otros), factores políticos (como las elecciones, las posibles nacionalizaciones, las formas de gobierno, etc.) y factores sociales (como la mentalidad de la población, la propensión al ahorro, etc.).

La dependencia que mencionan (Morales Castro & Higuera Torres, 2016) se explica a través del desarrollo de la globalización y la liberalización financiera; ésta presiona a los diferentes tipos de cambio tanto en las economías desarrolladas como en las emergentes, creando con el movimiento de capitales la aplicación de políticas económicas al interior de los países las cuales facilitan la generación de ganancias haciendo más atractivo al país para la inversión extranjera. Estos autores sugieren que de acuerdo a lo anterior, el tipo de cambio se determina no solo por la relación que existe con respecto a la inflación y/o la balanza comercial, sino por otros factores económicos como la tasa de interés, hecho que ha producido preocupación en los administradores de riesgo, los especuladores, analistas financieros internacionales, tesoreros corporativos, Inversionistas y en general en los tomadores de decisiones financieras acerca de la sensibilidad que tiene el tipo de cambio a la volatilidad de sus factores.

De conformidad con (Banxico, 2019), y a partir de la suscripción del tratado de libre comercio T-MEC por México, la economía mexicana ha experimentado una transformación estructural en el sector externo, como consecuencia las fuentes adicionales de divisas, la inversión extranjera directa, exportaciones de petróleo crudo, las remesas, el turismo y las exportaciones manufactureras (Banxico, 2019), ver Tabla 8.

Tabla 8. Balanza de Pagos

Balanza de pagos							
	Jul-Sep 2018	Jul-Sep 2019	Diferencia Trimestre III/18 - III/19	Porcentual Trimestre III/18 - III/19	Jul-Sep 2020	Diferencia Trimestre III/19 - III/20	Porcentual Trimestre III/19 - III/20
Cuenta corriente (I - II)	-6,578.566	-434.584	6,143.982	-14.138	17,497.697	17,932.281	1.025
• I. Crédito (A + B + C + D)	132,823.082	137,041.512	4,218.430	0.031	127,088.285	-9,953.227	-0.078
• A. Bienes	114,084.049	116,451.986	2,367.937	0.020	111,213.668	-5,238.318	-0.047
• B. Servicios	6,640.201	7,238.396	598.195	0.083	3,091.530	-4,146.866	-1.341
• C. Ingreso primario. Utilidades y dividendos, intereses y otros	3,556.475	3,476.485	-89.990	-0.026	2,018.762	-1,457.723	-0.722
• D. Ingreso secundario. Remesas y otros	8,532.357	9,874.644	1,342.287	0.136	10,764.324	889.680	0.083
• II. Débito (A + B + C + D)	139,401.648	137,476.096	-1,925.552	-0.014	109,590.588	-27,885.508	-0.254
• A. Bienes: importaciones de mercancías 1/, bienes adquiridos en puertos	119,887.323	117,551.326	-2,335.997	-0.020	94,913.519	-22,637.807	-0.239
• B. Servicios: Transporte, viajes, Servs de segs y pensiones, servs financieros y otros	10,288.070	10,846.324	558.254	0.051	6,494.696	-4,351.628	-0.670
• C. Ingreso primario: Utilidades y dividendos, intereses y otros	8,963.090	8,785.197	-177.893	-0.020	7,960.882	-824.335	-0.104
• D. Ingreso secundario: Remesas y otros	263.164	293.249	30.085	0.103	221.511	-71.738	-0.324
Cuenta de capital (I - II)	-17.504	-8.619	8.885	-1.031	-7.065	1.554	-0.220
• I. Crédito	102.254	114.256	12.002	0.105	62.080	-52.176	-0.840
• II. Débito	119.758	122.875	3.117	0.025	69.145	-53.730	-0.777
Cuenta financiera (I + II + III + IV + V) [Préstamo neto (+) / Endeudamiento neto (-)] 2/	-8,402.927	-510.285	7,892.642	-15.467	13,064.081	13,574.366	1.039
• I. Inversión directa (A - B)	-1,265.044	-4,336.486	-3,071.442	0.708	-2,432.743	1,903.743	-0.783
• A. Adquisición neta de activos financieros 3/	3,000.896	2,196.882	-804.014	-0.366	1,648.202	-648.680	-0.419
• Participaciones de capital y participaciones en fondos de inversión	2,082.190	2,431.715	349.525	0.144	1,527.825	-903.890	-0.592
• Participaciones de capital distintas de reinversión de utilidades	891.354	1,145.465	344.111	0.300	466.154	-679.311	-1.457
• Reversión de utilidades	1,280.836	1,286.250	5.414	0.004	1,061.671	-224.579	-0.212
• Instrumentos de deuda	918.706	-234.833	-1,153.539	4.912	20.377	255.210	12.524
• B. Pasivos netos incurridos	4,265.939	6,533.368	2,267.429	0.347	3,980.945	-2,552.423	-0.641
• Participaciones de capital y participaciones en fondos de inversión	4,614.582	5,915.411	1,300.829	0.220	2,387.780	-3,527.631	-1.477
• Participaciones de capital distintas de reinversión de utilidades	4,235.512	5,006.648	771.136	0.154	1,711.464	-3,295.184	-1.925
• Reversión de utilidades	379.070	908.763	529.693	0.583	676.316	-232.447	-0.344
• Instrumentos de deuda	-348.643	617.957	966.600	1.564	1,593.165	975.208	0.612
• II. Inversión de cartera (A - B)	-1,569.874	-2,575.492	-1,005.618	0.390	2,226.336	4,801.828	2.157
• A. Adquisición neta de activos financieros	-3,410.059	-870.051	2,540.008	-2.919	4,755.858	5,625.909	1.183
• Participaciones de capital y participaciones en fondos de inversión	-1,593.467	-2,656.342	-1,062.875	0.400	3,875.781	6,532.123	1.685
• Títulos de deuda	-1,816.593	1,786.291	3,602.884	2.017	880.077	-906.214	-1.030
• B. Pasivos netos incurridos	-1,840.186	-1,705.440	3,545.626	2.079	2,529.522	824.082	0.326
• Participaciones de capital y participaciones en fondos de inversión	-433.764	-941.116	-507.352	0.539	34.249	975.365	28.479
• Títulos de deuda: Banxico, Bca Comercial y Desarrollo (Plazos Corto y largo) Sector público no financiero (Plazos Cto y larg; Vals emitidos en el exterior y en México) y Sector privado no bancario: Plazos Corto y Largo	-1,406.422	2,646.556	4,052.978	1.531	2,495.273	-151.283	-0.061
• III. Derivados financieros (transacciones netas) 5/	468.676	680.201	211.525	0.311	-496.157	-1,176.358	-2.371
• IV. Otra inversión (A - B)	-5,213.911	9,923.049	15,036.960	1.531	11,448.025	1,624.976	0.142
• A. Adquisición neta de activos financieros	-2,666.016	3,731.147	6,397.163	1.715	4,701.671	970.424	0.206
• B. Pasivos netos incurridos	2,547.895	-6,091.902	-8,639.797	1.418	-6,746.453	-654.551	0.097
• Resto: Banxico, Bca comercial, Banca de desarrollo, Sector público no financiero, Sector privado no bancario, (Corto y largo plazos)	3,100.409	-5,569.092	-8,669.501	1.557	-2,286.796	3,282.296	-1.435
• V. Activos de reserva 6/ Variación total de la reserva internacional bruta y Ajustes por valoración (con errores y omisiones)	-822.775	-4,101.558	-3,278.783	0.799	2,318.621	6,420.179	2.769
Cuenta corriente 7/							
• Balanza de bienes y servicios	-9,451.144	-4,707.268	4,743.876	-1.008	12,896.983	17,604.251	1.365
• Balanza de bienes: Balanza de mercancías petroleras, no petroleras y de bienes adquiridos en puertos por medios de transporte	-5,803.274	-1,099.340	4,703.934	-4.279	16,300.149	17,399.489	1.067
• Balanza de servicios: Ingreso primario y secundario	-3,647.870	-3,607.928	39.942	-0.011	-3,403.166	204.762	-0.060
Cuenta financiera							
• Cuenta financiera sin activos de reserva 8/	-7,580.153	3,591.272	11,171.425	3.111	10,745.460	7,154.188	0.666

Fuente: Elaboración propia con datos de (Banxico , 2020).

La Tabla 8 muestra de acuerdo con datos de Banxico, durante la segunda mitad de septiembre 2017, que la cotización del peso mexicano se depreció y las tasas de interés de mayor plazo y primas de riesgo mostraron aumentos. Ello estuvo asociado con la volatilidad financiera internacional, que se ha moderado recientemente. Hacia finales del periodo julio – septiembre 2020 las tasas de interés de mayor plazo disminuyeron y el peso se apreció. En el futuro inmediato pueden descartarse otros episodios de aversión al riesgo y volatilidad, lo cual dependerá de la evolución de la pandemia, así como de otros factores de riesgo idiosincrásicos y externos, (Banxico , 2020). En este periodo, la cuenta corriente registró un superávit de 17,498 millones US\$. A su vez, la cuenta de capital resultó deficitaria en 7 millones US\$. Por su parte, se presentó un préstamo neto en la cuenta financiera de México al resto del mundo que implicó una salida de recursos

por 13,064 millones US\$, incluyendo un aumento de los activos de reserva por 2,319 millones US\$.

1.6.2. Impacto en las Transacciones Transfronterizas entre México y Estados Unidos

En el caso de México, según (Rangel, 2017), durante siglo XX el avance de las tecnologías, los tratados y acuerdos internacionales y las comunicaciones, han facilitado la compra, venta, exportación e importación de bienes y servicios. En este sentido sugiere el autor que México ha buscado establecerse como una economía sólida buscando fomentar un crecimiento económico que pueda dar certeza a las inversiones extranjeras al llevarse a cabo, intercambios comerciales. Puntualiza este autor que hoy en día México cuenta diversos tratados internacionales de comercio, ver Tabla 9.

Tabla 9. Tratados suscritos por México

Tratados suscritos por México		
Tratados de libre comercio Bilaterales	Tratados de libre comercio Multilaterales	Países involucrados
México y Colombia	Tratado de libre comercio de América del Norte (TLCAN)	México, Estados Unidos y Canadá
México y Costa Rica	Tratado de Libre Comercio México-Triángulo del Norte	México, El Salvador, Guatemala y Honduras
México y Nicaragua	Tratado de Libre Comercio con la Unión Europea (TLCUE)	México, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, Rumania, Eslovenia, Eslovaquia, España, Suecia y Reino Unido.
México y Chile	Tratado de Libre Comercio México – Asociación Europea de Libre Comercio	México, Islandia, Liechtenstein, Noruega y Suiza.
México e Israel	Tratados de Libre Comercio con Centroamérica	México, Costa Rica, El Salvador, Honduras y Nicaragua.
México y Uruguay	Tratado de Libre Comercio Único (PROMEXICO)	Estados Unidos Mexicanos y las Repúblicas de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua

Fuente: Elaboración propia con datos de (Eumed, 2017)

La Tabla 9 muestra los principales tratados suscritos por México; hasta la fecha³⁰ se tiene relación comercial en el continente americano con 12 países, en el continente asiático con un país y en el continente europeo se tienen relaciones

³⁰ Para más detalle y fechas de suscripción de los tratados, consultar <https://www.eumed.net/principales-tratados-comerciales.pdf>

comerciales con 29 países, siendo esta última la más extensa relación comercial, (Rangel, 2017).

En este orden de ideas, (Zepeda Martínez, 2020) sugiere que el TLCAN marcó el inicio de una nueva etapa económica para la región de Norteamérica. Particularmente, hablando del caso mexicano, en sólo unos años las exportaciones se han diversificado pasando de ser un exportador principalmente petróleo, a exportar una mayor variedad de productos manufacturados, convirtiendo a México en uno de los mayores exportadores del mundo; recientemente con el T-MEC la relación comercial con México es una de las más importantes para Estados Unidos ya que es su tercer socio comercial después de China y Canadá; así mismo, es el segundo país para las exportaciones y e importaciones estadounidenses. De acuerdo con este autor, México es el destino principal de exportación de seis estados de la Unión Americana, cuatro de ellos fronterizos: California, Arizona, Nuevo México y Texas.

(Zepeda Martínez, 2020) Señala que 33 estados de la Unión Americana tienen a México entre sus tres principales socios comerciales y resalta que los cuatro estados fronterizos de Estados Unidos representan una cuarta parte de la economía de ese país, mientras que los seis estados fronterizos mexicanos representan un tercio aproximadamente de la economía nacional. En conjunto, el PIB de los diez estados que componen esta región es uno de los más grandes del mundo, solo superado por el de Estados Unidos, China, Alemania y Japón. Incluso, los dos estados más ricos de Estados Unidos, California y Texas tienen frontera con México. Si California fuera un país sería la sexta economía mundial y Texas la decimocuarta. Además, apunta este investigador que México ocupa el primer lugar como país origen de las importaciones de estados como Texas, Arizona, Utah, Michigan y Wisconsin. Lo anterior se deriva de las cadenas de suministro integradas en varias industrias, destacando la industria automotriz; es decir, México juega un rol importante en la prosperidad económica y en la creación

de decenas de miles de empleos en un gran número de estados del vecino país (Zepeda Martínez, 2020).

Por su parte (Wilson, 2017) indica que la relación comercial entre México y Estados Unidos es aún más intensa en la región fronteriza. Los cuatros estados de la Unión Americana que colindan con México exportan en conjunto al país alrededor del 55% de todas las exportaciones totales provenientes del vecino del norte. Además, estos estados facilitan que la mayoría de las exportaciones de México a Estados Unidos (alrededor de 80% del total) sean almacenadas y transportadas entre otros servicios de logística, y crucen la región fronteriza distribuyéndose a lo largo y ancho de EUA. Todo lo anterior se ha fortalecido a partir del TLCAN, y millones de empleos dependen de esta relación comercial, además del comercio transfronterizo y el turismo (Wilson, 2017).

(Cypher & Crossa, 2019) Afirman que mientras el desastre económico binacional durante las dos décadas y media de marcha del TLCAN a causa de una relación desigual binacional, ahora el TLCAN se renegotió para fundamentarse bajo los parámetros del nuevo acuerdo T-MEC. De nuevo, la promoción estadounidense del T-MEC para el TLCAN fue evidente, como lo muestran los informes (USITC, 2019)³¹ Comisión de Comercio Internacional (USITC, por sus siglas en inglés, United States International Trade Commission), y (USMCA, 2019)³² (Acuerdo de Estados Unidos, México y Canadá, por sus siglas en inglés) ambos publicados en abril de 2019, documentos con los cuales se concluye que el T-MEC mejoraría la balanza comercial de México y aumentaría el PIB de Estados Unidos moderadamente durante seis años y crearía 176,000 nuevos empleos en el país (USITC, 2019).

(Fariza, 2017) Indica que el TLCAN abrió la puerta a la inversión extranjera directa estadounidense en México. La producción de plantas estadounidenses en México se incrementó de manera significativa, así como también crecieron las

³¹ USITC (2019). United States International Trade Commission

³² USMCA. (2019) Releases report concerning the likely impact of the United States-Mexico-Canada agreement

exportaciones hacia EE. UU. Es decir, se incrementó el comercio entre ambos países, pero esta relación comercial comenzó con el aumento de las inversiones extranjeras directas. En general, desde 1994 hasta 2018, fueron años de crecimiento del PIB; el ingreso real per cápita aumentó el 0.3% por año. El autor señala que, durante este periodo, este crecimiento dependió del apoyo económico de las remesas. Los trabajadores migrantes de México en EE. UU. se convirtieron en un elemento crucial para mantener el estatus económico del país al enviar fondos a sus familiares en México. Se enviaron 24,703 millones US\$ a septiembre 2018, y bajo el T-MEC se enviaron 27,239 millones US\$ a septiembre 2019 y 29,966 millones US\$ a septiembre 2020, correspondiendo a incrementos al tercer semestre de cada año del orden de 9.31% y 9.15% respectivamente; de acuerdo con las cifras reportadas del Banco de México (trimestrales 2018-2020), ver Tabla 10, las remesas son la segunda fuente neta más grande de entrada de divisas después del sector automotriz.

Tabla 10. Balanza de Pagos (Remesas)

Balanza de pagos Enero Septiembre, 2018, 2019 y 2020							
Ingresos por Remesas							
	Acumulado Ene-Sep 2018	Acumulado Ene-sep 2019	Diferencia en mdd	Diferencia Porcentual	Acumulado Ene-Sep 2020	Diferencia en mdd	Diferencia Porcentual
• Remesas Totales (Millones de dólares)	24,704	27,240	2,536	9.31%	29,966	2,726	9.10%
• Número de Remesas Totales (Miles de operaciones)	77,167	83,486	6,318	7.57%	88,343	4,857	5.50%
• Remesa Promedio Total (Dólares)	319	326	6	1.98%	338	12	3.65%

Fuente: Elaboración propia con datos de (Banxico, 2019) www.banxico.org

La Tabla 10 muestra los ingresos por remesas de enero a septiembre de 2018, 2019 y 2020 respectivamente, mostrando un incremento del 9.10% en millones de dólares, 5.50% en miles de operaciones y 3.65% en millones de dólares, en Remesas Totales, número total de remesas y total de remesas promedio, respectivamente.

1.6.3. La Globalización como Fuente de Volatilidad

En términos de (Hernández J, Luna E, Rojas O, & Zamora L, 2019), la globalización financiera se aceleró en los noventa debido a la reducción de las barreras comerciales, el auge del comercio internacional global y la estandarización de los bienes y servicios. Bajo estas circunstancias, sin embargo,

según estos investigadores, el ritmo tan acelerado de la globalización ha traído aparejado una mayor actividad internacional de recursos, así como una mayor volatilidad en los tipos de cambio.

Para estos investigadores, la depreciación del peso aumenta la competitividad de las exportaciones mexicanas no petroleras; en lo concerniente al precio de los productos de exportación, cuando se deprecia el peso mexicano frente al dólar, los precios de los productos nacionales disminuyen (en dólares) y aumenta el volumen de sus exportaciones, beneficiando a las compañías por el incremento en sus ingresos provenientes del aumento de su volumen de exportaciones; los autores sugieren que en las empresas internacionales, en particular las empresas importadoras y los inversionistas, se tiene un riesgo adicional en comparación con el comercio nacional, que proviene de la incertidumbre ligada al tipo de cambio. Las empresas importadoras y que acceden a créditos para pagar en fechas posteriores, reciben los bienes comprados de los proveedores extranjeros enfrentando el riesgo de depreciación de la moneda en donde se debe pagar una mayor cantidad de dinero por cada divisa extranjera, lo cual es un costo financiero que puede llegar a ser muy alto en un entorno volátil, reduciendo el flujo de efectivo de las empresas.

Estos investigadores señalan que con la finalidad de establecer esquemas para mitigar los efectos negativos durante una depreciación o gran volatilidad del peso, se recurre a las coberturas financieras que, tanto para el sector financiero como para las empresas, son de gran importancia porque el riesgo de tipo de cambio afecta todo su balance (activos, pasivos y utilidades), dado que tienen que importar insumos, exportar productos, contratar créditos en moneda extranjera, etc. Las entidades financieras y las diversas empresas que realizan operaciones a nivel internacional (exportadoras y/o importadoras) utilizan el dólar como principal moneda en sus operaciones internacionales, lo cual tiene un impacto en sus resultados financieros, debido a las crisis o a la volatilidad del tipo de cambio con respecto al dólar.

En términos de (Ffrench Davis & Ocampo, 2001) se establece que la evolución de la volatilidad global tiene estrecha relación con las corrientes de capital privado, por estar a disposición de diversos países en desarrollo un considerable volumen de fondos para financiamiento cargados significativamente de volatilidad. A la crisis “tequila” siguió un renovado acceso al financiamiento, pero en los 2000 se produjo una nueva escasez de subvención externa, derivado del contagio de la crisis asiática. Como consecuencia de esta insuficiencia de financiamiento externo disponible, se generó un mayor requerimiento, registrando una creciente devaluación cambiaria, con el consecuente incremento de la volatilidad y mayores déficits en cuenta corriente financiados en alto grado con afluencias volátiles de capital. Asimismo, estos autores señalan que México es considerado como una de las tres economías estimadas como muy exitosas, dado que ha tenido que afrontar graves crisis, pero gracias a que aplicó políticas macroeconómicas prudentes, pudo evitar los desequilibrios internos y amortiguar los efectos de contagio (Ffrench Davis & Ocampo, 2001).

El análisis preparado por el (FMI, Fondo Monetario Internacional., 2020) indica que las crisis desencadenadas en los mercados emergentes en los años noventa han mostrado que las oportunidades que ofrece la globalización tienen como contrapartida el riesgo de la alta volatilidad de los flujos de capital. Asimismo, consideran que la globalización ha sido un proceso beneficioso --clave para el desarrollo económico futuro en el mundo--, a la vez que inevitable e irreversible. De igual manera, los autores analizan algunos aspectos de la globalización y procuran identificar en qué forma los países pueden aprovechar las ventajas de este proceso, evaluando al mismo tiempo desde una óptica realista las posibilidades y riesgos que plantea. Para todas las partes interesadas --en los países en desarrollo o los países avanzados y, por supuesto, para los inversionistas-- esta no es una razón para dar marcha atrás sino para respaldar reformas que fortalezcan las economías y el sistema financiero mundial a modo de lograr un crecimiento más rápido, (FMI, Fondo Monetario Internacional., 2020). La

globalización abarca además aspectos culturales, políticos y ambientales más amplios que no se analizan en este trabajo.

Con la misma lógica (FMI, Fondo Monetario Internacional., 2020) señala que gracias a la globalización, es posible beneficiarse de mercados cada vez más vastos en todo el mundo y tener mayor acceso a los flujos de capital y a la tecnología, y beneficiarse de importaciones más baratas y mercados de exportación más amplios, lo que a su vez implica manejarse en mercados cada vez más volátiles, como resultado de la innovación y progreso tecnológico, especialmente a través del comercio y los flujos financieros.

Este organismo señala que los adelantos tecnológicos han facilitado y acelerado las transacciones internacionales comerciales y financieras, prohiendo una gran volatilidad en los mercados. Los mercados promueven la eficiencia por medio de la competencia, es decir, la especialización permite a las personas y a las economías centrarse en lo que mejor saben hacer. Gracias a este proceso globalizador, es posible beneficiarse de mercados cada vez más vastos en todo el mundo y tener mayor acceso a los flujos de capital y a la tecnología, a importaciones más baratas y mercados de exportación más amplios; pero los mercados no garantizan necesariamente que la mayor eficiencia sea por sí sola la solución; los países deben estar dispuestos a adoptar las políticas necesarias.

En otro orden de ideas, (Rueda-Sabater, 2021) especifica que en términos del mercado de capitales, el comercio acapara muchos de los indicadores de globalización, y que el mercado de capitales mantiene otra dinámica con implicaciones generalizadas en términos de volatilidad, dinámica que se entiende como la expansión del valor de las acciones cotizadas y la tendencia a la concentración en manos de unos cuantos operadores en las bolsas de valores de Estados Unidos. El autor señala que esto indica que gran parte del aumento en el valor global real de la capitalización bursátil ha tenido lugar en bolsas con sede en Estados Unidos, donde muchas empresas globales (con independencia de su

base de operaciones) han escogido cotizar sus acciones. Los mercados de valores estadounidenses son también aquellos en los que la volatilidad ha tendido a ser más alta, posiblemente porque los costes operativos son relativamente bajos, tanto en relación con el pasado como respecto a la mayoría de las demás bolsas.

1.7. Trading como Fuente de Volatilidad

1.7.1. Características del Trading (Negociación)

En función del análisis de (Almeida Palacios, Caldeiro Villagómez, & Reyes Vélez, 2019), se considera que actualmente el mercado financiero internacional se encuentra definido por intercambios de monedas que corresponden al mercado oficial de divisas o mercado de cambios, con una actividad global y descentralizada en respuesta al flujo monetario, con libertad de actuación y no regulado o bien de carácter exclusivo en el que no existe la intermediación de un órgano de compensación y liquidación entre las partes que garantice a su vez el cumplimiento de las obligaciones convenidas por las mismas. Es decir, son contratos particulares entre las partes. Por tanto, bancos centrales, corporaciones, inversionistas y comerciantes comunes negocian en el mercado de divisas para hacer frente a las diferentes necesidades, incluido el comercio internacional, turismo, inversión, estabilización del mercado o simplemente tratar de generar ganancias mediante la diferencia entre el precio de compra y venta (arbitraje). De este modo, sugieren (Castro, Gervasoni, Giannelli, & Vogel Dotta, 2022) que el mercado de divisas Trading Forex representa una actividad de compra y venta donde fluye el mayor volumen de los activos financieros a nivel mundial. En los últimos 25 años este mercado ha experimentado grandes progresos emanados de los avances tecnológicos como innovaciones en la robótica, los algoritmos de trading y presiones competitivas en precios (volatilidades) que se han convertido en elementos fundamentales para cambiar la estructura del mercado, no sólo en

cuanto al número o tipo de productos que se utilizan, sino también en la forma de realizar las transacciones (Almeida Palacios, Caldeiro Villagómez, & Reyes Vélez, 2019), ver Tabla 11.

Tabla 11. Trading

Trading		
Características comunes entre Tradicional, AT y HFT		
1) Decisiones de compra/venta pre definidas 2) Utilizado por traders profesionales 3) Acceso a datos del mercado en tiempo real 4) Envío automatizado de órdenes 5) Gestión automatizada de órdenes 6) Acceso directo al mercado		
Características específicas		
Tradicional	AT	HFT
1) Intervención de agentes de trading 1) Aplican Análisis Fundamental 2) Utilizan sistemas de captura de órdenes 3) Pendientes de la evolución y variaciones de los precios 4) Analizan datos estadísticos para tomar decisiones 5) Analizan movimientos de mercado, alianzas, noticias	1) Intervención de agentes de trading 2) Minimiza el impacto en el mercado (para grandes órdenes) 3) El objetivo es lograr un punto de referencia 4) Mantener periodos, días/semanas/meses 5) Trabajar órdenes en paralelo y en varios mercados	1) Número muy alto de órdenes 2) Rápida cancelación de órdenes 3) Operaciones por cuenta propia 4) Beneficio de la compra /venta (intermediario) 5) Posiciones no significativas al final del día 6) Periodos muy cortos de exposición 7) Márgenes pequeños por trade 8) Se centra en instrumentos de alta liquidez

Fuente: Elaboración propia con datos de (BIS, Bank for International Settlements, 2020a). www.bis.org.

En la Tabla 11. Se muestran las características de los diferentes tipos de trading que conviven hoy en día. Las características comunes entre la operación tradicional y el HF, así como las características específicas de la operación (trading) tradicional y el electrónico.

En el mismo orden de ideas, los autores señalan que es importante resaltar que el mercado de divisas no es un mercado exclusivamente de especulación financiera, ya que tiene orígenes antiguos y surge debido a las necesidades comerciales de intercambiar una moneda por otra para efectuar negociaciones. Las divisas, hoy en día, tienen un lugar en el llamado mercado interbancario el cual funciona las 24 horas del día, 5 días de la semana gracias a una red interbancaria global, distribuida en cuatro centros financieros principales que cubren todas las zonas horarias globales: Londres, Nueva York, Sídney y Tokio. (Almeida Palacios, Caldeiro Villagómez, & Reyes Vélez, 2019).

(Aquilina, Eric, & O'Neill, 2020) sugieren que la negociación bursátil (trading), se puede entender a través de dos tipos de traders o negociadores en bolsa: los

tradicionales que aplican Análisis Fundamental y están pendientes de la evolución y variaciones de los precios en el mercado analizado datos estadísticos, movimientos de mercado, alianzas, noticias etc. para tomar decisiones, y por otra parte, están los traders que utilizan herramientas sofisticadas (algoritmos), con software capaz de modelar valores de predicción por medio del cálculo estocástico para calcular valor en el riesgo y tendencias como el High Frequency Trading (HFT) que, no obstante su desempeño, puede causar riesgo sistémico y fragmentación del mercado según (Aquilina, Eric, & O'Neill, 2020).

1.7.2. Algoritmos de Trading

De acuerdo con (Ceballos Hornero, 2022) la complejidad de los mercados financieros no está en la cantidad (número de mercados, número de activos cotizados, volumen negociado), ni en el funcionamiento (fuerzas de oferta y demanda), sino en las relaciones que existen entre los precios de los productos que cotizan en los mercados; relaciones tanto en el espacio como en el tiempo, lo que implica convivir con una incertidumbre sobre lo que pasa en otras partes, ocurriendo entonces los posibles episodios de irracionalidad (comportamiento incoherente con la maximización de beneficios) de los agentes que operan en los mercados. Este autor analiza las relaciones en y entre los mercados, la volatilidad, el tipo y naturaleza de las operaciones a través de las cuales se relacionan y vinculan las cotizaciones de los Mercados Financieros, contribuyendo a prohiar relaciones de igualdad (equilibrio) entre las cotizaciones de los mercados financieros.

(Gomber, Björn, Lutat, & Tim, 2013) Sugieren que, desde el origen de la bolsa de valores, allá por el siglo XVII, y durante cientos de años, el intercambio de valores entre los distintos agentes de comercio se organizaba en lugares físicos, “Pisos” donde compradores y vendedores se encontraban y comerciaban físicamente con valores o acciones en un sistema de subastas, (Gomber, Björn, Lutat, & Tim, 2013).

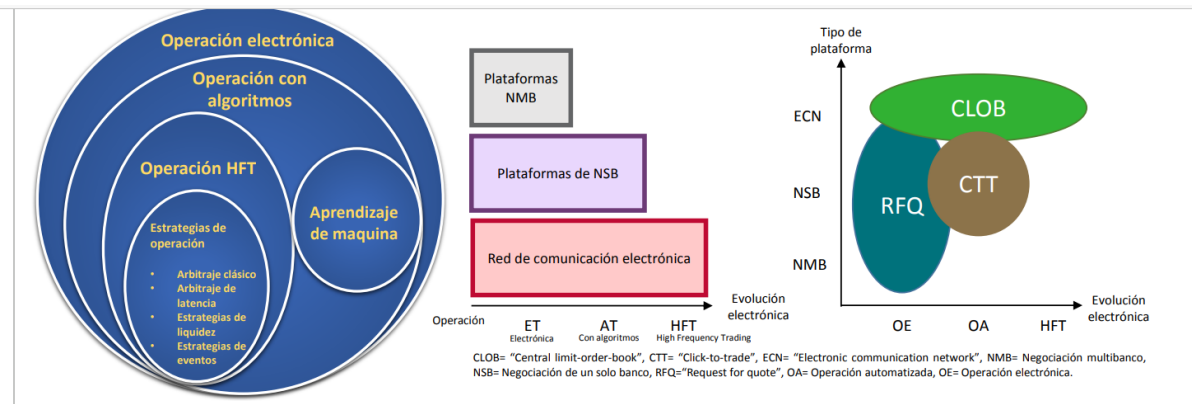
De acuerdo con estos investigadores y con (Li, Zheng, & Zheng, 2019) se puede decir que la operación con algoritmos es un subconjunto de la negociación HFT y puede ser dividido en dos importantes ramas, a saber:

- Algoritmos de ejecución: El programa o algoritmo decide el periodo óptimo para ejecutar dicha operación, o si ésta debe ser ejecutada por volumen ponderado, con el objetivo de conseguir el mejor precio. Generalmente esta forma de ejecución es utilizada en órdenes que implican volúmenes importantes.
- Algoritmos para toma de decisiones: un algoritmo es programado para operar basado en parámetros clave como el desequilibrio del libro de órdenes (“order book”), “momentum”, correlaciones, reversión a la media, respuesta a datos económicos o titulares de noticias entre otros. Algunos bancos utilizan este tipo de operaciones para el manejo de riesgo de su portafolio de manera automática y algunos fondos especulativos los utilizan dentro de sus modelos de estrategia, como:
 - Arbitraje de latencia: explota el pequeño desfase en el tiempo entre las operaciones que tienen un impacto en el mercado y cuando los formadores de mercado actualizan sus cotizaciones de precios.
 - Estrategias de liquidez: explotan el desequilibrio del libro de órdenes (“order book”) de una divisa en particular, así como la diferencia entre los precios en diferentes plataformas electrónicas.
 - Estrategias relacionadas con eventos: detectan oportunidades de ganancia derivados de las propiedades de los precios de las divisas como “momentum”, reversión a la media, correlación entre diversos mercados financieros y respuestas a la publicación de datos económicos. Estas herramientas se basan en el uso de redes sociales, imágenes satelitales e incluso datos geoespaciales. Cabe destacar que este tipo de algoritmos son la excepción y no la regla dada su dificultad.

Sin embargo, estos algoritmos son utilizados en ocasiones para el análisis de las operaciones y su impacto en los mercados. No obstante lo anterior, estas aplicaciones continúan en proceso de desarrollo y aún no han asumido un papel preponderante en el mercado.

Con el surgimiento de las operaciones de HFT, nuevos participantes se integraron al ecosistema del mercado cambiario, Figura 6. Estos participantes buscan generar ventajas comparativas con respecto al resto en términos de ejecución electrónica y sofisticación tecnológica. Esta última, les permite modelar movimientos de precios a corto plazo, calcular correlaciones, actualizar órdenes y administrar el riesgo con mayor velocidad y eficiencia que otros participantes del mercado, logrando menores diferenciales de compra y venta.

Figura 6. Estructura de la operación electrónica del mercado cambiario



Fuente: Imagen tomada de (BIS, Bank for International Settlements, 2020a)

Figura 6. Muestra la estructura de la operación electrónica del mercado cambiario, así como sus participantes y el orden de las operaciones electrónicas, con algoritmos, HFT, las plataformas y la evolución de la electrónica en los modernos mercados financieros, lo que les permite a los operadores de bolsa generar ventajas comparativas con respecto al resto en términos de ejecución electrónica y singular sofisticación tecnológica, al modelar movimientos de precios en el corto plazo, computarizar correspondencias, actualizar órdenes y administrar el riesgo con mayor rapidez y eficacia.

Bajo esta lógica (Martín Hinojosa, 2021) sugiere que el trading algorítmico ha crecido considerablemente con la evolución de las tecnologías y la facilidad de

acceso a internet. Con ayuda de libros, lenguajes de programación y sus tutoriales y brókeres online, se tiene la posibilidad de operar como inversionista individual desarrollando estrategias de trading. Además, la autora afirma que se trata de una estrategia con una base muy buena y con gran potencial, pero no perfecta pues se trata de un algoritmo sencillo sin ningún tipo de filtros que muestra operaciones tanto positivas como negativas. La autora menciona que la operación algorítmica no opera sobre la subida o bajada del precio, sino que se abre una posición sobre la posibilidad de que se mueva o no en alguna dirección. El trading con volatilidad es particularmente valioso cuando los eventos globales provocan incertidumbre en el mercado.

1.7.3. Trading en los Mercados Financieros y Volatilidad

(Almeida Palacios, Caldeiro Villagómez, & Reyes Vélez, 2019) indican que el mercado financiero internacional hoy en día se encuentra determinado por intercambios de monedas, lo que corresponde al mercado oficial de divisas o mercado de cambios, esto representa una actividad global y descentralizada. Los participantes en estos mercados, identificados como brokers (intermediarios), son los intermediarios para acceder al mercado intercambiarlo que funciona durante veinticuatro horas del día para realizar transacciones con divisas. Así, señalan los autores que los bancos centrales, corporaciones, inversionistas y comerciantes comunes hacen negociaciones en este mercado para hacer frente a las diferentes necesidades, incluyendo el comercio internacional, turismo, inversión, estabilización del mercado o simplemente intentar generar ganancias mediante el diferencial entre los precios de compra y venta. De este modo, el mercado de divisas Trading Forex representa una actividad de compra y venta donde fluye el mayor volumen de los activos financieros a nivel mundial, apuntan los investigadores.

A la luz de la encuesta realizada en abril de 2016 por (BIS, Monetary and Economic Department. Global Foreign Exchange Market Turnover in 2016". Tables

revised on 8 December, 2016), la más representativa de las monedas es el dólar americano, divisa en la que están denominadas más del 60% de las reservas de los bancos centrales. Le sigue el euro, denominada con el 24% de las reservas internacionales, mientras que el yen japonés y la libra esterlina representan un 5.4% y un 5.6% respectivamente, mientras que la divisa mexicana representa el 1% ocupando el lugar 15 entre las monedas más negociadas en el mundo. El volumen de operación en los mercados cambiarios a nivel global aumentó 29% en 2019 con respecto a la encuesta realizada en abril de 2016 por BIS, reportándose un volumen de operación diario por 6.6 billones US\$ (BIS, Monetary and Economic Department. Global Foreign Exchange Market Turnover in 2016”. Tables revised on 8 December, 2016) y (BIS, 2019)³³. Ver Tabla 12.

Tabla 12. Posición y participación de las principales divisas a nivel global

Posición y Participación de las Principales Divisas en los mercados cambiarios a Nivel Global												
2004-2019												
Posición Global	2004		2007		2010		2013		2016		2019	
	Divisa	Participación	Divisa	Participación	Divisa	Participación	Divisa	Participación	Divisa	Participación	Divisa	Participación
1	Dólar de E.U.	88	Dólar de E.U.	85.6	Dólar de E.U.	84.9	Dólar de E.U.	87	Dólar de E.U.	87.6	Dólar de E.U.	88.3
2	Euro	37.4	Euro	37	Euro	39.1	Euro	33.63	Euro	31.4	Euro	32.3
3	Yen japonés	20.8	Yen japonés	17.2	Yen japonés	19	Yen japonés	23.2	Yen Japonés	21.5	Yen japonés	16.8
4	Libra esterlina	16.5	Libra esterlina	14.9	Libra esterlina	12.9	Libra esterlina	11.9	Libra esterlina	12.8	Libra esterlina	12.8
5	Franco suizo	6	Franco suizo	6.8	Dólar australiano	7.6	Dólar australiano	8.7	Dólar australiano	6.9	Dólar australiano	6.8
6	Dólar australiano	6	Dólar australiano	6.6	Franco suizo	6.3	Franco suizo	5.2	Dólar canadiense	5.1	Dólar canadiense	5
7	Dólar canadiense	4.2	Dólar canadiense	4.3	Dólar canadiense	5.3	Dólar canadiense	4.6	Franco suizo	4.8	Franco suizo	5
8	Corona sueca	2.2	Dólar de Hong Kong	2.7	Dólar de Hong Kong	2.4	Peso mexicano	2.6	Renminbi chino	4	Renminbi chino	4.3
9	Dólar de Hong Kong	1.8	Corona sueca	2.7	Corona sueca	2.2	Dólar neozelandés	2	Corona sueca	2.2	Dólar de Hong Kong	3.5
10	Corona noruega	1.4	Corona noruega	2.1	Dólar neozelandés	1.6	Corona sueca	1.8	Dólar neozelandés	2.1	Dólar neozelandés	2.1
11	Won coreano	1.1	Dólar neozelandés	1.9	Won coreano	1.5	Renminbi chino	1.6	Peso mexicano	1.9	Corona sueca	2
12	Peso mexicano	1.1	Peso mexicano	1.3	Dólar de Singapur	1.4	Rublo ruso	1.6	Dólar de Singapur	1.8	Won coreano	2
13	Dólar neozelandés	1.1	Dólar de Singapur	1.2	Corona noruega	1.3	Corona noruega	1.4	Dólar de Hong Kong	1.7	Dólar de Singapur	1.8
14	Dólar de Singapur	0.9	Won coreano	1.2	Peso mexicano	1.3	Dólar de Hong Kong	1.4	Corona noruega	1.7	Corona noruega	1.8
15	Corona danesa	0.9	Rand sudafricano	0.9	Rupia india	1	Dólar de Singapur	1.4	Won coreano	1.7	Peso mexicano	1.7

Fuente: Creación propia con base en datos de (BIS, 2020) Banco internacional de pagos

Nota: debido a que en una transacción participan dos monedas, la suma del porcentaje de participación es 200% en lugar de 100%

Tabla 12. Acorde con cifras del Informe Trienal 2019 del Banco Internacional de Pagos (BIS), el peso mexicano se ubicó como la decimoquinta moneda de mayor operación en el mundo, y se mantiene como la segunda divisa más operada dentro del conjunto de países emergentes, únicamente detrás del renminbi chino; el volumen de operación global del peso mexicano en 2016 aumentó 17.00% con respecto a 2013, alcanzando un monto promedio de operación diario de cerca de 114,000 millones US\$. A nivel local, el volumen de

³³Informes trienales de BIS Bank for International Settlements

operación diario del peso mexicano fue de aproximadamente de 21,000 millones US\$. En el agregado, la operación global diaria del peso mexicano pasó de 97,056 millones US\$ en la encuesta trienal de 2016 a 113,717 millones US\$ en 2019, lo que representa 1.17% del volumen global (Tabla 12). Asimismo, los datos de la encuesta reflejan que el 83.00% de las operaciones con pesos mexicanos se llevan a cabo en el exterior, un porcentaje similar al reflejado en las últimas encuestas. Lo anterior, se explica por el hecho de que las transacciones del peso mexicano ocurren durante las 24 horas del día alrededor del mundo. (Banxico, 2019). Por lo anterior, se sigue que, dados los volúmenes alcanzados, la volatilidad se incrementa en las operaciones con divisas.

(Ruíz Benítez de Lugo Hernández, 2015) Sostiene que en la actualidad las finanzas cuantitativas y las nuevas tecnologías van de la mano de la volatilidad ya que, en la búsqueda de nuevos métodos, el sector financiero ha propulsado el uso de las ciencias computacionales en el ámbito de las finanzas. Por su parte (Picos Varela, 2019) sugiere que una de las tareas principales de los analistas cuantitativos (quants) es valorar los futuros, dado el creciente nivel de sofisticación en la operación de los instrumentos financieros derivados y de los mercados. Consecuentemente, señala el autor, la mayor parte de los motores de fijación de precios a partir la diferenciación algorítmica en un ordenador, mejora su desempeño.

El autor analiza cómo funcionan los sistemas de trading algorítmicos. Para ello desarrolla, mediante programación, cuatro sistemas de trading para comprender qué son y cómo funcionan. Una vez desarrollados, los analiza en profundidad, con sus diferencias y particularidades, todo ello a través del punto de vista del teorema No Free Lunch³⁴. Este autor señala que el estudio de los sistemas de trading algorítmicos es un tema que actualmente se encuentra en la vanguardia de la

³⁴ No Free Lunch Theorem. El "Teorema de No Almuerzo Gratis" se usa a menudo en optimización y aprendizaje automático, con poca comprensión de lo que significa o implica. La teoría afirma que cuando se promedia el rendimiento de todos los métodos de optimización en todos los problemas imaginables, todos funcionan igual de bien.
www.geeksforgeeks.org/what-is-no-free-lunch-theorem.

investigación, pues unifica tres nexos muy importantes: finanzas, matemáticas e informática, lo que hace muy atractiva a esta área de los mercados financieros.

(Lonardi, 2020) Desarrolla una técnica de trading algorítmico basada en diferentes tipos de modelos de Machine Learning Algorithmic³⁵ que utilizan como variables, activos propios del análisis técnico. Utilizando una muestra de 10 acciones tomadas del índice NASDAQ³⁶, las estrategias desarrolladas por el autor permiten no sólo comparar el desempeño de modelos de clasificación con modelos de regresión sino también demuestra que éste es un enfoque superior en términos de riesgo-retorno a las técnicas tradicionales de trading.

1.7.3.1. Importancia del peso en los mercados de divisas dentro y fuera de México

De acuerdo con la información consultada en (Bloomberg-imparcial, 2021) el peso mexicano ha adquirido cada vez más importancia en los mercados gracias a su estabilidad y liquidez. Así, se posiciona como una moneda de alta competitividad frente a otras divisas de la región, lo que lleva a plantearse los siguientes cuestionamientos: ¿Cuáles son indicadores de liquidez de una divisa como el peso mexicano? ¿Razones de la importancia del peso mexicano frente a los mercados financieros mexicanos y mundiales? En teoría, la liquidez del peso sugiere que los inversionistas pueden comprarlo y venderlo de una forma sencilla y rápida. Por ello, diversos agentes financieros invierten en el mercado de divisas mediante el peso mexicano. En el mismo contexto, en (Avatrade, 2021) se señala que como todas las monedas, el MXN es susceptible a ciertos factores que afectan enormemente su valor, factores como los cruces de divisas del peso mexicano con el euro, el dólar y el resto de las divisas principales del Forex.

35 El Machine Learning es una disciplina del campo de la Inteligencia Artificial que, a través de algoritmos, dota a los ordenadores de la capacidad de identificar patrones en datos masivos y elaborar predicciones (análisis predictivo).

³⁶ Se refiere a un índice accionario (NASDAQ Composite Index – ^IXIC) que mide el comportamiento de las acciones que se cotizan en el mercado del mismo nombre. NASDAQ: National Association of Securities Dealers Automated Quotation (www.nasdaq.com).

Bajo esta lógica (Avatrade, 2021) indica que, Forex son las iniciales de Foreign Exchange, también conocido como mercado de divisas debido a que es el mercado donde se compran y venden las divisas de todo el mundo. Es el mercado financiero más grande a nivel mundial ya que diariamente se negocian en este mercado más de 5 billones de dólares. Cantidad mayor que la suma de todas las bolsas de valores del mundo.

Hoy por hoy, las transacciones del mercado Forex se llevan a cabo en el llamado mercado interbancario, que funciona las 24 horas del día, los 5 días de la semana. El mercado Forex opera gracias a una red interbancaria global, distribuida en los cuatro centros financieros más importantes que cubren todas las zonas horarias globales (Londres, Nueva York, Sídney y Tokio) (Bloomberg, 2021). En un principio, el mercado Forex sólo era accesible a fondos de inversión, bancos o grandes firmas. Empero, hoy en día, gracias a las ventajas del trading online, todos pueden invertir en el mercado de divisas. (Forex, 2020). De acuerdo con (Avatrade, 2021) el principal activo negociable en el mercado Forex, son las divisas. En consecuencia, se comercia con el tipo de cambio ya sea entre pares de divisas o en forma individual. El trading en Forex o también llamado FX trading consiste en comprar o vender pares de divisas. Esta operación implica la venta de una moneda y la compra de otra. En individual, las divisas de Forex se clasifican de mayor a menor circulación, como ejemplo, se podrían mencionar el dólar estadounidense y la lira turca, respectivamente. Asimismo, la clasificación de pares según (Forex, 2020) es: pares de divisas mayores, menores y exóticas, a estas últimas pertenece el par USD/MXN (dólar estadounidense – peso mexicano).

Por otro lado, en función de la información de (BIS, Bank for International Settlements, 2017), con la robótica se generó un cambio estructural y operativo en la forma de negociar en los mercados, cuyas etapas del proceso de negociación cada vez son más sistematizadas. El trading algorítmico es usado por traders profesionales que obtienen información del mercado en tiempo real, enfocándose

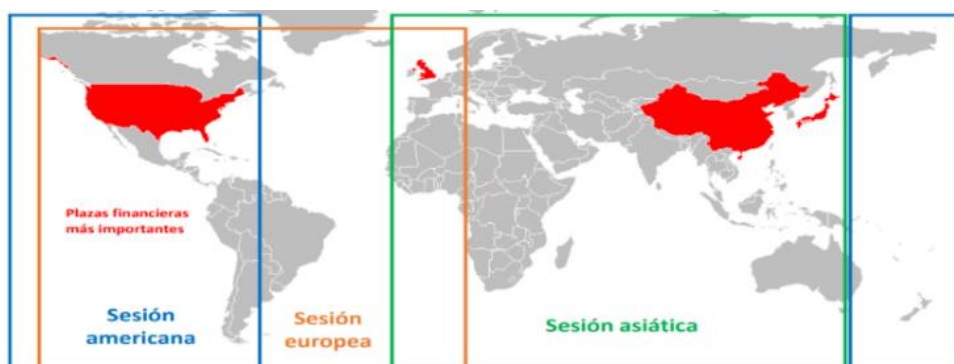
en la toma inteligente de órdenes con un punto de referencia para minimizar su impacto en el mercado. La actividad del trading³⁷ es muy importante, ya que la rentabilidad económica y la liquidez que aporta en determinados casos puede tener consecuencias en el funcionamiento regular del mercado, ya que supone introducir grandes volúmenes de órdenes en función de parámetros específicos de cotización en un corto tiempo. Sin embargo, también tiene el efecto de aumentar la volatilidad de manera importante. Por tanto, la exposición de las economías al riesgo de tipo de cambio es una fuente potencial de vulnerabilidad, por el incremento considerable de la volatilidad, lo que ha recibido mayor atención en los últimos años (BIS, Bank for International Settlements, 2017).

Con esta lógica el Comité del Mercado Cambiario Mexicano (CMCM, 2021) señala que el mercado cambiario del peso mexicano, así como el global, han sufrido cambios en su estructura debido al desarrollo tecnológico con los algoritmos. De hecho, hoy en día, las operaciones hechas por plataformas electrónicas agregan un valor preponderante al mercado del peso mexicano, e incrementan la volatilidad en el mercado de divisas. Como consecuencia, a este mercado se han incorporado más participantes y se ha incrementado considerablemente su volumen en los últimos años. En este contexto, el citado Comité opera bajo la coordinación del Banco de México, y para tal fin, se creó un grupo de trabajo desde 2017 con el objetivo de analizar la operación del peso mexicano a través de plataformas electrónicas. Al respecto, este grupo de trabajo ha realizado una serie de encuestas tanto a operadores como a plataformas electrónicas, a nivel local e internacional, respecto a su operación del peso mexicano. Destacan los resultados del (CMCM, 2021), donde encontramos que las plataformas electrónicas son mayormente utilizadas por intermediarios financieros. En relación con la distribución geográfica, subraya el CMCM que el 39.30% del total del volumen se opera en México, el 32.50%, corresponde a

³⁷ El mercado financiero internacional Forex, hoy en día se encuentra determinado por aquellos intercambios en monedas por otras, correspondiente al mercado oficial de divisas o mercado de cambio, representa una actividad global y descentralizado, su aparición, no es más que una respuesta al flujo monetario que se deriva de las divisas. Por ello, su actuación es libre no regulado o de carácter privado en el que no existe un órgano de compensación y liquidación que intermedie las partes y garantice el cumplimiento de las obligaciones convenidas por las mismas. Es decir, cada operación se cierra entre un contrato particular entre las partes

Estados Unidos y Canadá, el 19.50% a Europa, mientras que en Asia y el resto de América Latina se opera menos del 5.00%. Sin embargo, todavía existen muchos participantes locales que operan por métodos tradicionales como la voz. Finalmente destaca el (CMCM, 2021) que la ejecución de algoritmos del peso mexicano se lleva a cabo en su mayoría por operadores fuera de México, (Figura 7). En consecuencia, el mercado cambiario es uno de los más líquidos y profundos que operan en el sistema financiero global, ver Figura 7.

Figura 7. Plazas financieras más importantes en el mercado de cambios y región que abarca cada sesión de operación.



Fuente: Imagen tomada de (CMCM, 2021). Comité del Mercado Cambiario Mexicano

La Figura 7 muestra esquemáticamente, las plazas financieras más importantes en el mercado de cambios y región que abarca cada sesión de operación, con algoritmos del peso mexicano que opera en su mayoría, fuera de México.

Retomando la información del apartado 1.7.3 y de acuerdo con (BIS, Monetary and Economic Department. Global Foreign Exchange Market Turnover in 2016". Tables revised on 8 December, 2016) La más representativa de las monedas es el dólar americano, siguiéndole el euro, mientras que la divisa mexicana ocupa el lugar 15 entre las monedas más negociadas en el mundo.

De acuerdo con datos del (CMEG, 2021) en su información macro, se menciona que en 2019 y 2020, México fue considerada la segunda economía más grande de América Latina y la decimoquinta más grande del mundo, como ya se

había mencionado líneas arriba, en tanto que los futuros del peso han tomado más fuerza. Ver Figura 8.

Figura 8. Futuros del peso mexicano. Volumen, promedio diario e interés abierto.



Fuente: Imagen tomada de (CMEG, Chicago Mercantile Exchange Group, 2021a).

La Figura 8, muestra el promedio diario (en miles) del volumen operado de futuros del peso en CME y el interés abierto (en miles). Aunque ha decrecido el interés abierto, el volumen se ha mantenido.

1.7.3.2. Sensibilidades del Forex

El mercado de divisas Forex es sensible a los estímulos geopolíticos y económicos que ocurren todos los días, y además establece los valores de las conversiones de las divisas más importantes, (Bloomberg-imparcial, 2021). La liquidez del mercado de divisas genera oportunidades ideales para invertir, ya que es posible maximizar los beneficios a partir del diferencial de la compraventa. Normalmente, las personas interesadas en este campo utilizan traders (operadores) profesionales, en plataformas de trading (negociación), las cuales permiten operar en este mercado durante las 24 horas de día, (Bloomberg-imparcial, 2021).

De acuerdo con la información de (Rankia, 2013) entre los elementos que más afectan al Forex³⁸ y que se toman en cuenta para el análisis fundamental, se encuentran las Tasas de Interés, mismas que son controladas por el Banco Central de un país para dirigir la oferta de dinero que hay en circulación en una economía; si un Banco Central quiere disminuir la oferta de dinero lo que tendrá que hacer es aumentar el tipo de interés, y, por el contrario, si quiere aumentar la oferta de dinero tendrá que disminuir el tipo de interés de la divisa; otro elemento es el Producto Interno Bruto, siendo el dato más importante de medición de la "salud económica" de un país; tiene una influencia directa sobre el crecimiento económico del país y en el tipo de cambio; también se menciona a la Inflación; si el dato inflacionario superase los niveles esperados, el valor de la divisa aumentaría, debido a que habría una inminente subida de los tipos de interés para contrarrestar el efecto de la inflación. Si por el contrario la inflación es muy baja, se reducirían los tipos de interés y por lo tanto se depreciaría la moneda. El desempleo es otro elemento, ya que si la tasa de desempleo crece, tiene un efecto negativo sobre la economía del país, en consecuencia, se bajarán los tipos de interés para intentar estimular la economía y así poder volver a generar empleo; finalmente, podemos mencionar al consumo, (Rankia, 2013).

1.7.3.3. Liquidez del peso mexicano MXP en Forex

El mercado Forex está en constante crecimiento en México y en el mundo. Las razones para explicar la liquidez del peso son entre otras, según (Bloomberg-imparcial, 2021):

1. Tasas de interés altas. En 2019, mientras que el dólar estadounidense solo pagaba el 2.32% de interés, el peso mexicano estaba pagando cerca del 8.25%. Esto implica que el peso mexicano puede producir mejores ganancias. Bajo la misma lógica y a partir de la crisis financiera global de

³⁸ El **análisis fundamental** es el que intenta conocer el auténtico valor de la empresa a través de flujos de caja, situación económica y financiera de la empresa, etc... Pero en Forex el análisis fundamental cambia un poco, y toma una perspectiva más macroeconómica. www.rankia.com > blog > divisas-y-forex

2008 se generó una estrategia conocida como carry trade³⁹, esto implicó un flujo importante de capital hacia los mercados emergentes como el mexicano.

2. Cercanía con Estados Unidos. Esta proximidad derivada de la frontera que comparte México con la Unión Americana con una extensión de más de 3,000 kms, ha implicado una relación especial que incluye la firma de diversos acuerdos comerciales. Así, las regiones fronterizas económicamente importantes que participan en transacciones comerciales aumentan la liquidez del peso mexicano. Por tanto, conocer la trascendencia del peso mexicano y sus implicaciones en la economía de su región es muy importante, ya que la economía de México es muy sensible a los acontecimientos geopolíticos de Estados Unidos, y consecuentemente, hace que se mueva en un entorno volátil.

En el mismo orden de ideas, de acuerdo con (Bloomberg-imparcial, 2021) el intercambio comercial permite que la inversión en México crezca o disminuya y viceversa; por tanto, cuando las economías están progresando y el crecimiento global está aumentando, brinda a los inversionistas la confianza para asumir riesgos y buscar inversiones de mayor rendimiento, así, México se convierte en un destino particularmente atractivo, en especial porque generalmente tiene tasas de interés más altas que los EE. UU. Por otra parte, para los estadounidenses, se hace importante observar y negociar el peso mexicano, entre otras razones, porque México es un socio comercial importante de los EE. UU. y muchos estadounidenses tienen negocios y familiares en México o viajan al país con frecuencia. Se sigue de (Bloomberg, 2021) que esto hace que muchas personas que viven en EE. UU. sean sensibles al valor del peso y viceversa. De igual manera, la economía mexicana es muy sensible al desempeño de la economía estadounidense, lo que puede representar un

³⁹ Una operación de carry trade, es una estrategia financiera que se basa en pedir prestado en una moneda con una tasa de interés baja y convertir el monto prestado a otra moneda. www.investopedia.com/carry-trade-definición-4682656

campo de oportunidad para los inversionistas, ya que estas variaciones en los tipos de cambio pueden crear oportunidades para las operaciones de futuros del peso mexicano.

3. **Petróleo crudo.** La producción del petróleo es una de las industrias más importantes del mundo. Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés), los diez productores de petróleo abarcan dos tercios de la producción total. En 2006, México llegó a ser el sexto mayor productor de este commodity⁴⁰ (producto) energético a nivel mundial, (IEA, 2021). No obstante, la baja competitividad mexicana en este campo relegó al país al puesto 12 en 2020. Sin embargo, éste continúa siendo un recurso estratégico para la economía mexicana. La relación entre el peso mexicano y el petróleo genera liquidez, brindando mayores posibilidades de inversión, (IEA, 2021). Esta correlación con los precios del petróleo puede permitir oportunidades de diversificación o cobertura para los inversionistas.

En el universo de las monedas de los mercados emergentes, el peso mexicano es el que se negocia más activamente. Según la encuesta trienal de rotación de divisas del Banco de Pagos Internacionales (BIS, por sus siglas en inglés) publicada en abril de 2019, el peso está en el decimoquinto puesto (ver Tabla 12) de monedas más negociadas (BIS, Bank for International Settlements, 2019a).

1.7.3.4. Importancia de México en el Mercado Global de divisas

De acuerdo con los datos de esta encuesta (BIS, Bank for International Settlements, 2020a), hace diez años el peso mexicano estaba entre los diez primeros lugares. Esta caída tiene más que ver con el aumento de la popularidad de otras monedas que con una disminución de la importancia del peso mexicano. Ahora bien, la incertidumbre política también ha alterado el apetito del mercado

⁴⁰ Commodity. Producto físico. Materia prima o producto agrícola primario que se puede comprar y vender.

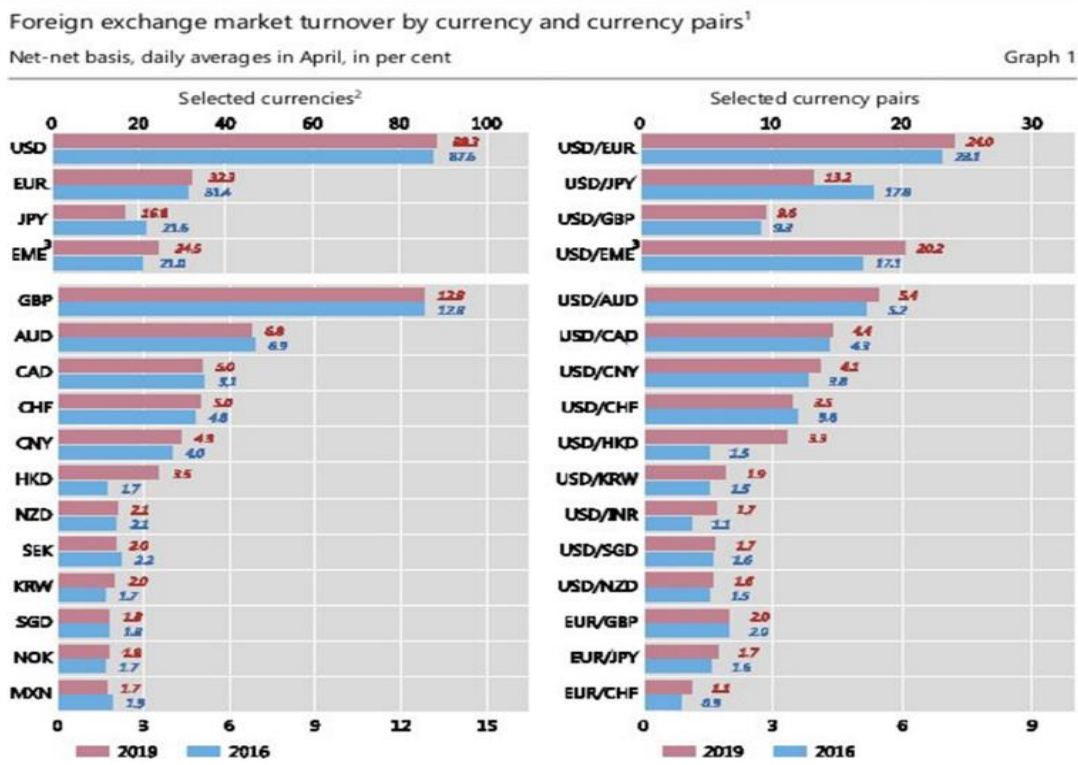
por el MXP y ha afectado la cantidad de inversionistas individuales e institucionales que quieren estar expuestos a la moneda.

El mercado de divisas es uno de los factores principales que han impulsado la globalización y el desarrollo del comercio internacional. Por ello es fundamental contar con estadísticas relacionadas con las transacciones entre todas las divisas a nivel mundial. El Banco de Pagos Internacionales (BIS) elabora cada tres años el documento “Triennial Central Bank Survey 2019” para conformar la fuente de información global más confiable sobre el tamaño y estructura del mercado de divisas y derivados no organizado (OTC por sus siglas en inglés). En esta encuesta participan bancos centrales de 53 países y dan información sobre 24 divisas.

De acuerdo con los datos del Triennial Central Bank Survey 2019, las transacciones de divisas alcanzaron el equivalente a 606 billones US\$ al día en 2019, esto representa un incremento al compararlo con los 5.1 billones US\$ en 2016. Siguiendo con este informe, el dólar americano (USD) se mantiene como la divisa dominante, ya que está involucrada en el 88.00% de todas las transacciones a nivel global. El euro (EUR) es la segunda divisa más importante participando con el 32.00% de todas las transacciones.

Por otro lado, el yen japonés (JPY) participa en el 17.00% de las transacciones, aunque sufrió un retroceso al compararlo con la última encuesta de 2016. De acuerdo con los datos del Triennial Central Bank Survey 2019, las divisas de los países emergentes (EME) participaron con el 25.00% de todas las operaciones globales, esto representa un avance en comparación con las encuestas anteriores. El renminbi (RMB) fue la divisa que logró un crecimiento superior al resto de las divisas de países emergentes, lo que se refleja en el ranking. En la siguiente figura se muestran las divisas más importantes de acuerdo con la encuesta (BIS, Bank for International Settlements, 2020a).

Figura 9. Divisas de mayor participación por divisa y por pares. 2019 y 2016



Fuente: Figura tomada del Triennial Central Bank Survey, 2019

En la Figura 9, se puede apreciar que el peso mexicano (MXN) ocupa el 15º lugar entre las divisas con mayor participación del mercado, ya que está involucrada en el 1.70% de todas las transacciones según el Triennial Central Bank Survey 2019. En contraste, en 2016 la moneda mexicana ocupaba el 8º lugar a nivel mundial, lo que representa un retroceso al compararlo con la información más reciente. Sin embargo; se mantiene como la 2ª divisa más cotizada de países emergentes a nivel mundial.

Adicionalmente, las circunstancias geopolíticas y económicas han provocado que los inversionistas tiendan a reducir su exposición al riesgo, esto se refleja en el ranking ya que divisas de países de “primer mundo” como las coronas noruegas (NOK) y el dólar de Nueva Zelanda (NDZ) subieron su posición reduciendo la participación de divisas como el peso mexicano. Otro dato interesante que ha arrojado la Triennial Central Bank Survey 2019 es la composición de los instrumentos cuyo subyacente es el peso mexicano, ya que diariamente se llevan a cabo transacciones en promedio por un total de 114 millones US\$. En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos en dicha encuesta.

Tabla 13. Distribución por instrumento realizadas con MXN en 2019. Datos del TCBS de Bis.

OTC volumen negociado divisas Distribución de transacciones por Instrumento realizadas con MXN a 2004 - 2019						
Instrumentos	2004	2007	2010	2013	2016	2019
Total transacciones del mercado de divisas extranjero	1,934	3,324	3,973	5,357	5,066	6,590
Transacciones al contado	631	1,005	1,489	2,047	1,652	1,987
Total forwards	209	362	475	679	700	999
Contratos Adelantados extranjero	954	1,714	1,759	2,240	2,378	3,202
Mercado swaps de divisas	21	31	43	54	82	108
Opciones y otros productos	119	212	207	337	254	294
Volumen negociado abril 2019, tasas de cambio	1,854	3,071	3,602	4,827	4,958	6,590
Derivados negociados en bolsa	25	77	144	145	175	127

Fuente: Elaboración propia con datos del Triennial Central Bank Survey de BIS a 2019. www.bis.org
Distribución de transacciones por Instrumento realizadas con MXN a 2019. Datos de Triennial Central Bank Survey de BIS

Tabla 13. Muestra la distribución por instrumento de las transacciones realizadas con pesos mexicanos en el periodo comprendido de 2004 a 2019. A partir de Datos del Triennial Central Bank Survey de BIS 2019.

En la Tabla 13, se puede observar que las transacciones más importantes han sido a 2013 las de los contratos adelantados en el extranjero de tipo de cambio con el 41.81%, en tanto que, las transacciones al contado participaron con el 38.21% de todas las operaciones diarias, los contratos adelantados en el extranjero de tipo de cambio ocupando el segundo lugar. Asimismo, a 2019 se observó un notable incremento, con una participación del 48.58% y 30.15% respectivamente, esto puede sugerir que el peso mexicano es una divisa utilizada por inversionistas especulativos ya que el mercado de derivados permite establecer estrategias de arbitraje con mayor facilidad.

1.7.3.5. Influencia del tipo de cambio en el Mercado Global de divisas

Según (Forbes, 2022) para un país con una economía abierta al intercambio comercial como es México, el tipo de cambio es crucial para una sana relación comercial entre países. En nuestro país la paridad más importante es la del peso (MXN) con respecto al dólar americano (USD), por la enorme relación de

intercambio comercial que existe con EU. En estos términos, el régimen cambiario flotante que prevalece desde 1993, ha ayudado entre otras cosas, a que México sea considerado un país con muy buena administración macroeconómica y promotor de la libertad comercial, sin propensión a intervención artificial cuando los mercados funcionan correctamente, además de contar liquidez suficiente, (Banxico , 2020).

En términos de (Arriaga Navarrete, Sosa Castro, & Rodríguez Nava, 2020) los objetivos inflacionarios pueden verse presionados por perturbaciones y fuertes volatilidades en los mercados financieros y cambiarios. Por ello, el mercado accionario y los tipos de cambio son fundamentales en la transmisión de la política monetaria, dadas las relaciones que tienen con la demanda agregada y los precios. Los autores han analizado la incidencia de las variables monetarias clave en la actividad de la Bolsa Mexicana de Valores durante el periodo 2008-2019, a través de un modelo que incorpora quiebres estructurales y un Vector Autorregresivo con Cambio de Régimen (MS-VAR), cuyas estimaciones verificaron la influencia de la tasa de política monetaria, las primas de riesgos de los bonos gubernamentales y corporativos, y el tipo de cambio en el mercado accionario, identificando la respuesta diferenciada ante escenarios de alta y baja volatilidad.

Asimismo, los autores plantean que si la volatilidad incide negativamente en las variables económicas y los precios, tiene sentido que la política monetaria considere a los mercados financieros y la estabilización del precio de los activos en sus objetivos; comprobando que la relación entre el mercado accionario y la tasa de política monetaria es diferenciada en presencia de alta y baja volatilidad, lo que puede reforzarse con la interacción en los mercados cambiarios y de bonos, (Arriaga Navarrete, Sosa Castro, & Rodríguez Nava, 2020).

Por su parte (Chena & Noguera, 2020) en relación con la Influencia del tipo de cambio en el mercado global de divisas, investigan utilizando modelos ARIMA, los efectos de una devaluación monetaria en la dinámica exportadora de los países en

desarrollo. De acuerdo con los resultados de su investigación, se argumenta que el establecimiento de un tipo de cambio real competitivo y estable por la vía de la flexibilización de la tasa de cambio nominal, es desaconsejable en estos países, y se propone una estrategia alternativa para elevar la productividad a fin de lograr una inserción más favorable en la economía global. En tanto que, (Ayala Castrejón & Bucio Pacheco, 2020) presentan un abanico de pronósticos del tipo de cambio peso-dólar en el periodo 2016-2017, identificando la existencia de problemas de cambio estructural. Los autores proponen un ajuste óptimo al modelo que permite mejorar el pronóstico. Asimismo, resaltan que es muy complejo realizar un pronóstico con datos que tienen un comportamiento inestable a través del tiempo y que presentan además problemas de cambio estructural; en este sentido es recomendable, sugieren los autores, utilizar mecanismos que ayuden a perfeccionar el pronóstico, como en este caso lo fue, el uso de ventanas temporales deslizantes y la propuesta de cambio estructural. Concluyen los autores que el pronóstico a 30 días tanto de ventanas deslizantes como de ventanas deslizantes crecientes por la derecha es viable ya que con un intervalo de confianza del 95% se tienen 12 registros de 30 dentro del rango del valor real del tipo de cambio peso-dólar.

A su vez, (Otero & Celis, 2019) buscan determinar el impacto que tiene el tipo de cambio en el crecimiento de la producción de los sectores de la economía entre los años 2000 y 2015 en Colombia. Para ello se estimó una regresión con datos de panel utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios completamente modificados, el cual permite corregir los problemas de endogeneidad⁴¹ y correlación serial propios de la cointegración entre las variables. Adicionalmente, los autores identifican los canales, tanto de oferta como de demanda que son relevantes en la transmisión de los efectos del tipo de cambio a la producción, cuyos resultados muestran que el tipo de cambio tiene un Influencia tanto positiva

⁴¹ Endogeneidad significa que se equivocó la causalidad; que el modelo que eligió y estimó no capta adecuadamente la forma en que funciona la causalidad en el mundo real. Es decir, cuando se tiene endogeneidad, la regresión ya no tiene estimadores utilizables o estadísticas de prueba.

como negativa en la producción, identificando que los sectores de la construcción y la minería fueron los más sensibles a variaciones en el tipo de cambio.

1.7.3.6. Importancia del peso como subyacente de derivados dentro y fuera de México

Según (MexDer, Mercado Mexicano de Derivados, 2022) hablar de activos subyacentes es hablar forzosamente de productos derivados, y en México cada vez más inversionistas están atraídos por los beneficios que estos productos ofrecen a sus portafolios de inversión. De acuerdo con esta institución, los activos subyacentes más utilizados en México para la emisión de contratos de derivados financieros son: acciones individuales, canastas de acciones, índices accionarios, tasas de interés y divisas. El subyacente más importante en el mercado mexicano de derivados es el dólar estadounidense, con el respectivo contrato de futuros.

(Nájera López, 2020) Sostiene que partiendo de las crisis cambiarias que han surgido, inversionistas, empresas y bancos centrales están en busca de instrumentos financieros que los protejan ante fluctuaciones de las variables macroeconómicas, como son, el tipo de cambio y las tasas de interés. La autora se basa en una extensión del modelo de Heston para calcular la prima de la opción sobre el tipo de cambio, cuando la volatilidad del activo subyacente y las tasas de interés presentan un comportamiento estocástico. La aportación de esta investigadora radica en que se obtuvo una prima más justa respecto a la del mercado de opciones sobre el dólar estadounidense que cotiza en el MexDer, considerando la divisa y las tasas de interés, obteniendo que el modelo de tres factores es el que otorga resultados más precisos; por lo tanto, se puede considerar un instrumento de cobertura ampliamente confiable para todos aquellos que requieran cubrirse del riesgo del mercado cambiario.

En otro orden de ideas y entrando un poco al campo contable de los derivados, sin perder generalidad, (Espínola Campos, 2008) sustenta que como

resultado del crecimiento del mercado mexicano de derivados, así como del aumento en la utilización de dichos instrumentos y de las operaciones de cobertura, procurando una convergencia y consistencia con la tendencia internacional, se hace necesario emitir lineamientos contables más detallados.

En términos de (Giraldo, González, Vesga, & Ferreira, 2018) la gestión eficiente de riesgos de mercado se apoya en los derivados financieros y requiere administradores estratégicos y eficientes que sean capaces de realizar coberturas que agreguen valor, especialmente frente a choques y desequilibrios macroeconómicos y financieros. Por su parte, (Saavedra García, 2020) sustenta que la alta volatilidad en los mercados financieros globales hace necesario que las empresas busquen la manera de cubrirse de los riesgos con el fin de proteger sus inversiones. La autora menciona que es aquí donde surgen las coberturas con derivados financieros, los cuáles cuando son utilizados para fines de especulación pueden poner en grave riesgo a las empresas.

El mercado de derivados de divisas es uno de los más importantes, pues al adquirir un producto derivado, los entes económicos que requieren una moneda extranjera en el futuro pueden asegurar el precio al que la adquirirán sin verse afectados por las variaciones de los precios de ésta, diluyendo así el riesgo de tipo de cambio, (Mesén, 2008).

(Saavedra García, 2020) Sustenta que la crisis del 2008 afectó muy fuerte a México, coincidiendo con los expertos que dicen, “cuando Estados Unidos estornuda a México le da pulmonía”; esto no es de extrañarse cuando en los últimos años, el 90.00% de las operaciones de comercio exterior mexicano han sido realizados con Estados Unidos, y de los flujos de capital que han ingresado a México, más del 50.00% provienen de esta misma nación (Saavedra, 2008a). En este contexto, el peso mexicano sufrió una devaluación de 25.00% frente al dólar americano, poniendo en riesgo la estabilidad de las empresas que habían realizado operaciones a futuro con divisas.

1.7.3.7. Cobertura con peso mexicano

De acuerdo con datos de Futures Industry Association (FIA) a 2018, el peso mexicano es una de las monedas más operadas en el mundo, la tercera más operada en Norte América y la primera en Latinoamérica; el peso se ha convertido en una de las principales monedas de cobertura para países emergentes de la misma región geográfica, cuyas monedas no tienen suficiente liquidez. Situándose en el lugar 22 a nivel mundial, el peso mexicano presentó un incremento del 35.90% respecto a 2017 con volumen operado de Mexican Peso Futures, en el Chicago Mercantile Exchange por 8,752,905 contratos, según cifras de la FIA. Futures Industry Association (FIA). Jan-Jun 2018 Top Contracts (FIA, 2018).

En tanto que a 2020 reportó (FIA, Futures Industry Association, 2021) cifras récord en el comercio global de futuros y opciones. Así las estadísticas anuales muestran que la cantidad total de futuros y opciones negociadas en bolsas a nivel mundial alcanzó la cifra récord de 46.77 mil millones de contratos en 2020, un 35.60% más que en 2019. El comercio total de futuros aumentó un 32.70% correspondiente a 25.55 mil millones de contratos. El comercio de opciones totales aumentó un 39.3%, 21.220 millones de contratos. El interés abierto⁴² que mide la cantidad de contratos vigentes en un momento dado, también alcanzó un máximo histórico llegando a 987.3 millones de contratos a fines de año, un 9.70% más que en diciembre de 2019.

En cuanto a las clasificaciones regionales, se reporta que América Latina, ha sido la región de mayor crecimiento en términos porcentuales, ya que aumentó su volumen en 2,330 millones, un 56.90% hasta un total de 6,430 millones en 2020. Europa, que ahora ocupa el cuarto lugar, registró 5,600 millones de contratos negociados en 2020, un aumento de 567 millones, 11.30% respecto al año anterior.

⁴² Las estadísticas de la FIA sobre volumen e interés abierto se recopilan de 80 intercambios operados por 52 empresas en 33 países. Las estadísticas se basan en la cantidad de contratos negociados y/o compensados en estos intercambios y se ajustan para evitar la doble contabilidad

En otro orden de ideas, con respecto al análisis de la volatilidad, en términos de (Bobadilla Montes de Oca, 2006) los modelos de valuación de los derivados financieros sugieren que en principio la volatilidad de los subyacentes se reduce con la introducción de su respectivo derivado financiero. Al respecto se han encontrado estudios que han mostrado teóricamente este resultado (Detemple & Selden, 1991) y (Grossman, 1988).

Bajo esta lógica, las primeras investigaciones efectuadas por (Clifton, 1985), así como los trabajos de (Crain & Lee, 1995), (Chatrath, Ramchander, & Song, 1996) y (Jochum & Kodres, 1998) muestran un incremento en la volatilidad de los precios del tipo de cambio spot y el impacto de los contratos de futuros sobre la volatilidad de sus activos subyacentes en los mercados de futuros sobre divisas. Al respecto, (Clifton, 1985) encuentra una fuerte correlación positiva entre el volumen de contratos de futuros negociados y la volatilidad diaria del tipo de cambio de grandes volúmenes, sin embargo, no reporta prueba de causalidad. Por su parte (Crain & Lee, 1995) encuentran que la volatilidad se transfiere del mercado de futuros al mercado spot, utilizando causalidad Granger⁴³. Debido a la rapidez de la información que afecta los precios de los contratos de futuros, el autor adjudica la transferencia de la volatilidad entre los mercados a la alta eficiencia en el mercado de futuros. Por su parte (Chatrath, Ramchander, & Song, 1996), en un estudio más sofisticado, confirman el resultado anterior. Reportan un incremento corto, pero significativo en la volatilidad del tipo de cambio después de un aumento de la negociación de contratos de futuros en el mercado. Este estudio considera datos del mercado de futuros y del mercado spot.

1.7.4. Operación y Volatilidad en los Mercados Spot y Derivados OTC

En concordancia con los datos de BIS, en el tercer trimestre de 2017, contenidos en el Settlements. Triennial Bank Survey, Derivatives Market Turnover

⁴³ A grandes rasgos, la prueba de causalidad de Wiener-Granger, o causalidad de Granger, es una prueba estadística empleada para determinar si una serie temporal puede predecir a otra. (Balacco, 1986)

2019, los mercados mundiales se dispararon, así como la volatilidad de las principales clases de activos, derivado del impulso de la política monetaria aunado a las buenas noticias macroeconómicas. En la Tabla 14⁴⁴, se muestran los volúmenes de operación OTC del agregado de transacciones al contado (spot), forwards, swaps de divisas y otros productos financieros.

Tabla 14. Volumen negociado de divisas OTC por país

Volumen negociado de divisas OTC por país (1986 - 2019) base nota-bruta 1												
Todos los instrumentos												
Promedio diario, en billones de dólares												
	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	2007	2010	2013	2016	2019
Argentina	2	...	1	1	2	1	1	2
Australia	...	30	30	41	48	54	107	176	192	182	121	119
Austria	4	13	12	8	15	19	20	15	19	16
Bahréin	...	3	3	3	27	10	3	3	5	9	6	2
Bélgica	...	10	16	29	27	10	21	50	33	22	23	36
Brazil	5	6	4	6	14	17	20	19
Bulgaria	1	1	2	2	2
Canada	10	15	22	31	38	44	59	64	62	65	86	109
Chile	1	2	2	4	6	12	7	8
China	0	...	1	9	20	44	73	136
China Taipei	5	5	9	16	18	26	27	30
Colombia	0	1	2	3	3	4	4
República Checa	5	2	2	5	5	5	4	7
Dinamarca	...	13	28	32	28	24	42	88	120	117	101	63
Finlandia	...	3	7	5	4	2	2	8	31	15	14	7
Francia	...	26	35	62	77	50	67	127	152	190	181	167
Alemania	57	79	100	91	120	101	109	111	116	124
Grecia	...	0	1	3	7	5	4	5	5	3	1	1
Hong Kong	...	49	61	91	80	68	106	181	238	275	437	632
Hungaria	1	1	3	7	4	4	3	4
India	2	3	7	38	27	31	34	40
Indonesia	2	4	2	3	3	5	5	7
Irlanda	...	5	6	5	11	9	7	11	15	11	2	7
Israel	1	5	8	10	8	8	7
Italia	...	10	16	24	29	18	23	38	29	24	18	17
Japón	48	115	126	168	146	153	207	250	312	374	399	376
Korea	4	10	21	35	44	48	48	55
Luxemburgo	13	19	23	13	15	44	33	51	37	58
Malasia	1	1	2	3	7	11	8	10
México	9	9	15	15	17	32	20	20
Reino Unido	90	187	297	479	685	542	835	1,483	1,854	2,726	2,406	3,576
Estados Unidos	59	129	182	266	383	273	499	745	904	1,263	1,272	1,370
Total	206	744	1,115	1,633	2,099	1,705	2,608	4,281	5,045	6,686	6,514	8,301

Fuente: Elaboración propia con datos de (BIS, Bank for International Settlements, 2020a)

Tabla 14. Muestra el volumen negociado de divisas OTC por país, en el periodo comprendido de 1986 a 2019, e acuerdo con los datos de (BIS, Bank for International Settlements, 2020a).

La Tabla 14 muestra de acuerdo con datos de (BIS, Bank for International Settlements, 2020a) que la participación de México tanto en spot como en derivados OTC ha sido creciente, ya que en 1998 ascendió al 0.41% con 9 billones US\$ de volumen negociado y 0.24% con 20 billones US\$ en 2019 con una media del 0.40%; en tanto que la participación de Estados Unidos en este rubro va del 28.40% con 59 billones US\$ en 1986, y 16.51% con 1,370 billones US\$ de volumen negociado en 2019, con una media del 18.49%, con cifras promedio diario, que en el agregado anual, corresponde a una cantidad muy importante.

⁴⁴ Las cantidades pueden diferir un poco en relación con los datos de las encuestas debido a los procedimientos de agregación y redondeo

De acuerdo con la Información de (BIS, Bank for International Settlements, 2019a)⁴⁵ la participación de México en MXP spot OTC es ligeramente creciente. La participación en este mercado en 2016 ascendió al 0.31% con 6 billones US\$ de volumen negociado spot y 7 billones US\$ en 2019 con una media del 0.31%, en tanto que la participación de Estados Unidos en este mercado va del 28.29% con 581 billones US\$ en 2016 y del 20.00% con 476 billones US\$ de volumen negociado spot en 2019, con una media del 22.71%, con cifras promedio diario.

En relación con las divisas negociadas en el mercado OTC, el mercado mexicano participa con el 1% con 44 billones US\$ en volumen negociado en 2007, así como en 2019 ascendió a 114 billones US\$ con una participación del 2.00%, en tanto que el mercado norteamericano en 2007 participó con un 86.00%, el 85.00% más que el mexicano, con 2,845 billones US\$ y para 2019 su participación ascendió al 88.00% con 5,824 billones US\$ en volumen negociado BIS (2020).

1.8. Internacionalización y Globalización de las Operaciones con Futuros

1.8.1. Internacionalización de las Operaciones con Futuros

En la segunda mitad del siglo XX se pasó del proteccionismo de la postguerra a la liberalización económica, que continúa en lo que va del siglo XXI. Ese proteccionismo inicial se circunscribe a la necesidad de la reconstrucción de las economías nacionales y donde se situó el sistema de Bretton Woods, el cual generó un clima de estabilidad cambiaria para permitir de esta manera el crecimiento del comercio internacional y de las operaciones financieras internacionales.

⁴⁵ Tanto en la información consultada en BIS como en Banxico, es de periodicidad trienal, por lo cual en los cuadros no ha sido posible tomar puntualmente datos de 2017, que es el referente al estudio que ocupa

(Bautista Pérez, 2019) Con el nacimiento del FMI, el Banco Mundial y el GATT se reinició el proceso de integración económica. Estos cambios traen consigo que sea imprescindible la globalización de los mercados financieros, y el cambio de ser mercados financieros diferenciados y poco relacionados entre sí, a prácticamente un único mercado financiero global, (Hernández J, Luna E, Rojas O, & Zamora L, 2019).

1.8.2. Desarrollo y Expansión de los Mercados de Futuros

Al respecto del desarrollo de los mercados de futuros y opciones, estos son de larga data. Sin embargo, de acuerdo con (Fisanotti, 2014), resulta ampliamente difundido que los instrumentos derivados constituyen un desarrollo histórico reciente en el ámbito de las finanzas. No obstante, el desarrollo histórico de los derivados financieros resulta extenso. Con antecedentes que se remontan a la antigüedad, el mapa actual de estos instrumentos recoge la influencia de hechos y procesos económicos relevantes. La acción de los actores especulativos ha sido un motor del desarrollo de los derivados financieros a lo largo de su historia (Fisanotti, 2014).

En general se tiene la idea de que los contratos de derivados son parte del desarrollo financiero reciente. Esta apreciación encuentra sustento inclusive en los textos que se utilizan con más frecuencia en el estudio de estos instrumentos en el ámbito académico. (Hull, 2009) En su obra Hull se refiere a que en los últimos 20 años los contratos derivados han tomado cierta importancia en el mundo de las finanzas lo cual sugeriría que se ha incrementado su presencia a partir de finales de la década de 1970, con el impulso de los productos financieros derivados. En su obra el autor, señala reiteradamente que los mercados de derivados han cobrado un gran auge entre los profesionales y estudiosos de las finanzas (Hull, 2009) y también menciona en su introducción, que los mercados de futuros podrían situarse en la Edad Media, creados originalmente para satisfacer las demandas de agricultores y comerciantes.

Por otra parte, la evidencia histórica indica que, por el siglo XIX A.C., en la Antigua Mesopotamia, se llevaban a cabo contratos de venta a plazo (lo que hoy conocemos por forwards) y negociaciones de venta en corto de granos. Asimismo, se preservan escritos en cuneiforme sobre tablas de arcilla que demuestran que se utilizaban contratos de venta a plazo con opciones cargadas a éstos para financiar y tramitar los riesgos de negociaciones de esclavos. Estos documentos, se estima que datan del año 1750 a.C. aproximadamente; éstos incorporan una característica por demás relevante para su negociación al incluir entre sus condiciones la posibilidad de tener el derecho de recibir el producto objeto de comercio (los esclavos) y además pudiera ser transferido a terceros (Weber, 2010). Esto último representa un dato de importancia, ya que sugiere la posibilidad de que algunos de los participantes del mercado no hayan tenido intención de perfeccionar la operación mediante la recepción del subyacente (esclavos), sino que simplemente aplicaban fondos al financiamiento de la empresa esperando luego obtener una ganancia de la cesión del derecho a recibir las mercancías subyacentes.

Continúa el autor sugiriendo que el papel de los participantes de estos mercados de la antigüedad tenía un carácter puramente especulativo, ya que, no contaba al momento de ingresar al mercado con una exposición a las variaciones en el precio que pudiera registrar el precio del activo subyacente. La transferibilidad de los contratos desde entonces ha sido un requisito *sine qua non* para la organización y desarrollo de mercados institucionalizados.

Otro antecedente histórico, según (Fisanotti, 2014) es posiblemente uno de los más difundidos (y cuestionados) de la utilización de contratos semejantes a opciones; el antecedente está dado por la narración que hace Aristóteles de una exitosa operación especulativa realizada por el filósofo Tales de Mileto. Según se indica en el Capítulo IV del Libro I de Política, Tales -al prever una abundante cosecha de aceitunas- celebró en forma anticipada contratos con características

propias a las opciones de compra modernas sobre los derechos de uso de las prensas para la extracción de aceite disponibles en Mileto y Quíos, enriqueciéndose luego con su venta tras cumplirse sus previsiones de producción olivícola. Por lo anterior, (Weber, 2010) describe que la evolución de la utilización de los derivados en transacciones comerciales que involucran la financiación de operaciones, gestión de riesgos y acciones especulativas, así como el uso de contratos a plazo (forwards), estuvo ampliamente difundido en la Antigua Grecia y Roma, especialmente para la provisión de trigo egipcio que permitiera alimentar a la creciente población (Weber, 2010).

Siguiendo a (Weber, 2010) sostiene que entre el siglo XII y XV, la ciudad de Brujas fue la sede de una de las cinco ferias de Flandes – fue el principal centro financiero de Europa, concentrando la negociación de variados y diversos commodities. En este orden de ideas, este autor menciona en su estudio que el apogeo de Brujas tuvo lugar durante el siglo XIV. Hacia el siglo XV, Amberes contaba con un desarrollado mercado bursátil en el que se pactaban operaciones especulativas sobre cargamentos de granos aún embarcados o que arribarían al puerto en momentos futuros. Además, según (Gelderblom & Jonker, 2004), en el año 1531 se constituye en Amberes el primer mercado bursátil de congregación estable de Europa. Anteriormente, Venecia mantenía una feria continua pero los restantes mercados de alcance similar tenían carácter itinerante. El siglo XVI marca la transición de ferias a mercados como principal modalidad comercial (Poitras, 2009). El mercado de reunión de Amberes facilitaba la operación de distintas mercancías (commodities) y la ejecución de operaciones cambiarias. Estas últimas alcanzaron un grado de sofisticación significativo – superior a las observadas en las ferias genovesas y otras relevantes de la Época - y se pactaban contratos de características similares a los swaps modernos (Gelderblom & Jonker, 2004).

Los instrumentos financieros derivados han constituido un desarrollo histórico muy amplio en el campo financiero y han crecido considerablemente en los últimos

años. (Bautista Pérez, 2019) Hace una mención histórica situando a los mercados de futuros en Japón en el siglo XVII, seguido de Holanda, resaltando que fueron creados originalmente para satisfacer las demandas de agricultores y comerciantes. Este autor también hace referencia a que los mercados de futuros han cobrado en los últimos años una importancia creciente en el mundo de las finanzas y la inversión, lo cual muestra que el principal aumento en importancia de los derivados y el inicio de su desarrollo quedan situados a mediados del siglo XIX en Chicago.

Cabe destacar que, dado que la historia del mercado de derivados y su desarrollo es muy extenso, en esta tesis solo se ha de considerar una breve reseña de este mercado y de los contratos financieros derivados, en particular de los contratos de futuros ya que esta tesis se enfoca en los mercados de Chicago EUA y México, enmarcada por la necesidad de cobertura de riesgos, generada por la volatilidad derivada de la actividad de estos mercados.

1.8.3. Características de los Mercados CME y MexDer

Se menciona en este apartado de forma sucinta, las características de estos dos mercados significativamente asimétricos. No obstante, las asimetrías entre ambos mercados, tanto el CME Group como el MexDer son mercados regulados a los que recurren los agentes del mercado para administrar el riesgo en todas las clases de activos más importantes; referencia en este rubro, es el mercado de derivados financieros y de productos básicos de Chicago (CMEG, Chicago Mercantile Exchange Group, 2019). En un mundo de volatilidad creciente, CME Group es el mercado al que acuden los participantes para negociar con: tasas de interés, índices accionarios, divisas, energía, productos agropecuarios, metales y productos de inversión alternativos, tales como futuros climáticos e inmobiliarios, de acuerdo con CMEG. En tanto que, en el MexDer, Mercado Mexicano de Derivados, parte del Grupo BMV (Bolsa Mexicana de Valores), se negocian contratos de futuro sobre: divisas, índices, tasas de interés, deuda, bonos y

contratos de opciones y swaps lo que ha constituido uno de los avances más significativos en el proceso de desarrollo e internacionalización del Sistema Financiero Mexicano. En este contexto, el interés de esta tesis no es ahondar en la historia de estos dos mercados⁴⁶, sino esbozar brevemente sus respectivas características para poner en contexto los resultados que se han de obtener en un análisis posterior.

1.8.3.1. Chicago Mercantile Exchange (CME)

El Chicago Board of Trade fue fundado en 1848 con la finalidad de servir de enlace entre agricultores y comerciantes. Inicialmente su función principal fue la de estandarizar las cantidades y calidades de cereales comercializados. Al cabo de unos años, se llevó a cabo el primer contrato de futuros llamado *to-arrive*⁴⁷, despertando el interés de especuladores, al mismo tiempo que descubrieron que comerciar con el contrato como tal era una muy buena y atractiva opción frente al comercio de granos. Este mercado, i.e., El Chicago Board of Trade, hoy en día brinda contratos de futuros para diversos activos subyacentes, incluyendo el maíz, avena, soya, harina de soya, trigo, plata, y Bonos del tesoro, entre otros.

Al final de los años noventa, los mercados financieros se encontraban en un proceso de adaptación a las nuevas tecnologías, lo cual llevó a la creación del mercado electrónico, que dio origen a la integración de otros mercados. En 1994 se fusionan COMEX, NYMEX, CME y CBOT⁴⁸ para dar paso al Chicago Mercantile Exchange Group, el cual sigue en un constante proceso de expansión y de modernización, que lo ha convertido en referente a nivel mundial de los precios de commodities agrícolas y otros productos financieros que se comercian internacionalmente. Chicago, (CMEG, Chicago Mercantile Exchange Group, 2019).

⁴⁶ Para más información de estos mercados tanto del CME como del MexDer, remitirse a www.cmegroup.com y www.mexder.com.mx/wb3/wb/MEX/antecedentes

⁴⁷ To arrive = para el futuro

⁴⁸ Ver Siglario

CME Group es el mercado de instrumentos derivados más grande y diverso del mundo, operando más de 3 mil millones de contratos por año, abarcando la más amplia variedad de productos de referencia disponibles. Chicago (CMEG, Chicago Mercantile Exchange Group, 2019). (www.cmegroup.com/es/).

1.8.3.2. Mercado Mexicano de Derivados (MexDer)

La importancia que reviste que México cuente con un mercado de productos derivados financieros, cotizados en bolsa, ha sido destacada por organismos financieros internacionales como el International Monetary Fund (IMF) y la International Finance Corporation (IFC), quienes han recomendado el establecimiento de mercados de productos derivados listados para promover esquemas de estabilidad macroeconómica y facilitar el control de riesgos para intermediarios financieros y entidades económicas.

En palabras de (Plascencia Cuevas, 2013), la historia del sector financiero mexicano ha tenido diversos movimientos muy significativos y de gran repercusión en la economía del país, lo que ha llevado a que hoy por hoy sea un sector globalizado e importante en la economía nacional, además de que muestra estabilidad y ofrece una amplia gama de productos financieros.

En este contexto y dada la diversidad de datos históricos existentes, es admisible ser proclive a ahondar en la historia del mercado financiero mexicano y en particular del MexDer, Mercado Mexicano de Derivados, sin embargo, no es la finalidad de esta tesis. En el mismo orden de ideas, en cuanto a los antecedentes del sector financiero mexicano, se mencionará de manera sucinta.

(Plascencia Cuevas, 2013), menciona que a pesar de que desde el año 1775 se creó la primera institución que ofrecía créditos prendarios, no fue hasta 1897 cuando se inauguró la primera Bolsa de México, S.A., y en el año de 1925 se abrieron por primera vez las puertas del Banco de México. Para el año de 1976 se creó la primera banca múltiple, con el objetivo de realizar operaciones de depósito,

crédito e hipotecarias, entre otras. En 1982, siendo presidente de la República José López Portillo, se decretó la nacionalización de la banca, cuya motivación era promover el ahorro, canalizar recursos e incentivar la participación de la banca mexicana en los mercados internacionales. En ese mismo año Banco de México dejó de ser sociedad anónima y en el año de 1993, bajo el mandato de Salinas de Gortari, se le otorgó la autonomía con el objeto de que éste no tuviera vulnerabilidad política, quedando a su cargo la política monetaria del país, (Plascencia Cuevas, 2013).

Siguiendo lo citado por (Plascencia Cuevas, 2013), el evento que dio preeminencia al sector fue el inicio y puesta en marcha del Mercado Mexicano de Derivados, cuando la Bolsa Mexicana de Valores (Hoy Grupo BMV) y el S.D. INDEVAL⁴⁹, Institución de Depósito de Valores, tomaron el compromiso de crear el mercado de derivados (MexDer) en 1994, proyecto financiado por BMV.

(MexDer, Mercado Mexicano de Derivados, S.A., 2022) es un mercado de productos financieros derivados al que acuden los agentes del mercado para administrar el riesgo e invertir en las siguientes clases de activos: Divisas (dólar y euros), Índices (IPC y MIP), Deuda (TIIE, CETES), Bonos, Swaps y Acciones.

Actualmente y según datos del CME, el peso mexicano es una de las monedas más operadas en el mundo, la tercera más operada en Norte América y la primera en Latinoamérica. El peso se ha convertido en una de las principales monedas de cobertura para países emergentes de la misma región geográfica, cuyas monedas no tienen suficiente liquidez; el peso mexicano se situó en el lugar 22 a nivel mundial, presentando un incremento del 35.9% respecto a 2017 con un volumen operado del Mexican Peso Futures, en el Chicago Mercantile Exchange por 8,752,905 de contratos, según cifras de la Futures Industry Association, (FIA, Futures Industry Association, 2018) (Jan-Jun 2018 Top Contracts).

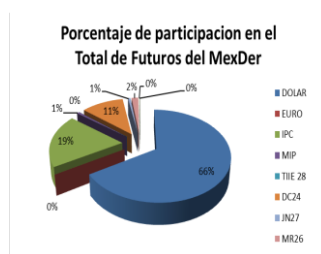
⁴⁹ Ver Siglario

Por su parte, las aplicaciones del futuro del dólar en MexDer son de cobertura, arbitraje y estrategia; esto es, las operaciones de cobertura se utilizan para importaciones con compromisos en dólares y para exportaciones que reciban flujos, créditos y financiamiento en dólares como la compra de infraestructura; respecto al arbitraje, el Futuro del Dólar en MexDer vs Futuro del Peso en CME o cualquier otra divisa correlacionada con el peso y en Estrategias, da el fondeo de dólares.

En este contexto, se identifica la necesidad de cubrirse del riesgo de tipo de cambio, y en consecuencia esta tesis se enfoca concretamente en la paridad dólar USA con respecto al peso y al peso con respecto al dólar USA, tomando en consideración que uno de las funciones de los futuros sobre tipo de cambio es la cobertura, y ha sido tal la importancia de este mercado, que actualmente el Mercado Mexicano de Derivados es la segunda bolsa con mayor volumen de operación de contratos en América Latina, registrando al mes de julio de 2018 un volumen operado acumulado de 3.8 millones, como se muestra en las Figuras 9 y 10, según datos del MexDer. www.mexder.com.mx y de www.cmeg.com

Figura 10

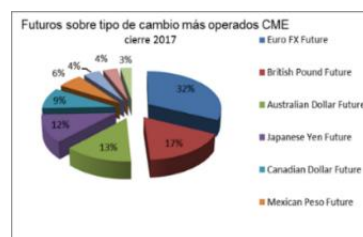
Participación porcentual de contratos de futuros del dólar en términos del total en MexDer



Valor del Mercado de futuros del dólar en MexDer a marzo 2018 \$216,423 mdd
 Fuente: Elaboración propia con datos estadísticos (MexDer, Mercado Mexicano de Derivados, 2022)

Figura 11

Participación porcentual de contratos de futuros del Peso en términos del total en CME



Valor del Mdo. de Futs. del peso en CME a marzo 2018: \$1,178, mdd.
 Fuente: Elaboración propia con datos estadísticos, Mexican peso futures Contract. Web. (CMEG, CMEG, 2018)

Las Figuras 10 y 11, muestran la participación porcentual de los contratos de futuros del dólar y del peso mexicano en términos del total en Mexder y en CME, respectivamente, así como el valor correspondiente de estos mercados.

De acuerdo con el contexto anterior, son un hecho los contrastes de estos mercados y cómo han coadyuvado al desarrollo e innovación tecnológica en el campo de las finanzas internacionales, ya que, desde sus inicios, el surgimiento y posterior desarrollo de los contratos de futuros ha sido modelado por la evolución de las teorías económicas y financieras. Asimismo, el universo financiero actual está íntimamente relacionado con los descubrimientos y desarrollos tecnológicos y científicos en el ámbito financiero en general y de los derivados en particular. Según (Iglesias, 2016), la progresiva unificación económica entre la mayoría de los países del mundo, en particular, en las áreas de producción, inversión, comercialización y financiera, han derivado en la generación de poderes y dinámicas que tienden a rebasar la capacidad de acción de los estados. Por tanto, el ritmo de la globalización se aceleró en las últimas décadas como producto del crecimiento de las nuevas tecnologías en informática, robótica y telecomunicaciones. Una de las características de la globalización en el último siglo, es la volatilidad, hecho que enmarca la necesidad de cobertura de la volatilidad y otros factores de riesgo ocasionados por la gran actividad de los mercados de derivados, objeto de estudio de esta tesis, cuyo tema fundamental es precisamente la evaluación del desempeño de la cobertura, contrastando los resultados en ambos mercados CME y MexDer.

Capítulo 2. Revisión de la Literatura

2.1. Introducción

Hoy por hoy, ante el mundo globalizado y tan cambiante, la volatilidad y el riesgo financiero agregado son una cuestión de preocupación para el entorno financiero, empresarial, para los agentes del mercado, gobiernos e inversionistas institucionales e individuales. Sin duda es un desafío controlar, mitigar o anular el riesgo en transacciones financieras, en particular con futuros sobre tipo de cambio, tema eje de esta tesis. Se presenta una compilación de la disímil literatura consultada concerniente al uso de métricas VaR y ES, así como de los métodos GARCH relacionados con esta investigación. Estudios diversos se han llevado a cabo en relación con estos temas, lo que exhibe la importancia de esta propuesta.

2.2. Revisión de la Literatura Relacionada con las Métricas VaR y ES

Dentro de las primeras investigaciones realizadas que tratan este objeto de estudio se encuentran, la cobertura con contratos de futuros; en este sentido existe diversa literatura que se puede considerar como pionera en la medición del riesgo y su aplicación en general en futuros, dado que la administración de los riesgos intrínsecos en una inversión es una matiz fundamental presente en las inversiones. Entre las primeras investigaciones documentadas, resalta una primera cuantificación presentada de lo que se conoce hoy en día como Valor en Riesgo (VaR) en la obra de (Leavens, 1945) quien desarrolló un ejemplo cuantitativo de las ventajas de la diversificación. Años después, (Markowitz, 1952) y (Roy, 1964) proponen de forma independiente medidas del actual VaR asociándolas a una colección de carteras, con el objeto de optimizar las ganancias con un nivel porcentual establecido de riesgo, con valoraciones incorporando la evaluación de las covarianzas entre los factores de riesgo a fin de mostrar los efectos de la cobertura y la diversificación.

En el mismo orden de ideas (Markowitz, 1952) manejó una variante sencilla de la rentabilidad, en tanto que (Roy, 1964) empleó un indicador de riesgo para representar un límite superior a la probabilidad de retorno bruto de la cartera. A continuación, se desarrollaron diversos trabajos teóricos en relación con la medición del VaR sin definirlo expresamente, como son los estudios de (Tobin, 1958), (Treynor, 1961), (Sharpe, 1964), (Lintner, 1965), (Mossin, 1966)) y (Markowitz H. , 1999). Por su parte años más tarde (Dusak, 1973) refirió mediciones iniciales de lo que hoy se conoce como VaR para carteras de futuros, pero sin considerar el problema de la estacionalidad. (Lietaer, 1971) describe una medida práctica para tipos de cambio. (Garbade, 1986) y ajustó las mediciones de riesgo basándose en la sensibilidad de los bonos en función del rendimiento, bajo el supuesto de que los precios de la cartera se distribuían de forma normal. El mismo (GarbadeK, 1987) un año más tarde, amplió su trabajo anterior al implantar un esquema que permitía determinar una cartera de bonos considerable a una más reducida, de manera que ésta sólo incluyera a los bonos más representativos, con los que logró dispersar el riesgo de una cartera. (Jorion, 1996) formalizo el concepto de Valor en Riesgo⁵⁰, especificando sus parámetros y cuantificando a partir de un nivel de confianza del monto o porcentaje de pérdida que un portafolio puede generar en un lapso definido.

Aunado a lo anterior de acuerdo con (Acerbi & Tasche, 2002), el VaR no cumple con la propiedad de subaditividad de las medidas de riesgo coherentes para análisis de diversificación de diferentes activos que compongan una cartera de inversión, mientras que (Embrechts, McNeil, & Straumann, 2002) demuestran que el VaR si cumple esta propiedad si las ganancias de los activos tienen una Distribución Normal o T-Student. No obstante que la mayoría de las distribuciones de los ingresos de los activos no cumplen esta propiedad, sí pueden transformarse por medio de una expansión de Cornish-Fisher de acuerdo con (Favre & Galeano, 2002), quien afirma que a partir de la curtosis y la asimetría se crea una variable

⁵⁰ Según las fuentes bibliográficas, el creador formal del concepto fue Till Guldemann durante su cargo como jefe de investigación global en JP Morgan a fines de la década de 1980.

aleatoria Z que debe asemejarse considerablemente a $Z_{v.a.} \rightarrow N(\mu, \sigma)$. Por su parte, (Acerbi & Tasche, 2002) trabajan sobre la coherencia de la pérdida esperada ((ES) Expected Shortfall) o CVaR, valor en riesgo condicional, ya que en diversos documentos de análisis se ha propuesto como rectificación de las deficiencias de valor en riesgo (VaR) y que según (Tasche, 2002) no es una medida de riesgo coherente. De hecho, la mayoría de las definiciones de ES conducen a los mismos resultados cuando se aplican a distribuciones de pérdidas continuas. Por su parte, (Lien & Yang, 2007) en su trabajo utilizan un marco metodológico dinámico de correlación condicional bivariada para analizar la estructura del riesgo en los mercados de divisas; sugieren también que el riesgo de tipo de cambio se minimiza a través de coberturas con futuros y reconocen la naturaleza de la volatilidad en el riesgo de tipo de cambio y la conveniencia de adoptar el GARCH (modelos de heteroscedasticidad condicional autorregresivo generalizado) para generar estrategias de cobertura dinámicas, concluyendo que estas se desempeñan mejor que las estrategias convencionales. Asimismo, en su investigación (Lien, 2008) estima un ratio de cobertura esperado en lugar del real, utilizando futuros de tipo de cambio para evaluar la utilidad de la estrategia de cobertura y el de la cobertura en los datos ex post, cuyos resultados sugieren que este enfoque produce un resultado sesgado, más aún, tiende a subestimar el verdadero coste de la cobertura. Por su parte (Choudhry, 2003) propone un enfoque estándar en el diseño de una cobertura con futuros minimizando el riesgo tomando en cuenta el impacto sobre la rentabilidad esperada, considerando la variación en el tiempo, en la distribución de los cambios en los precios de efectivo y futuros.

(Gay, Nam, & Turac, 2007) intentan encontrar la combinación óptima de instrumentos de cobertura. Presentan un modelo en el que una empresa enfrenta tanto el riesgo de cantidad (producto) como el riesgo de valor (precio en divisas del producto y su equivalente en la moneda de referencia) y maximiza sus ganancias esperadas cuando se le supedita al costo de dificultades financieras. (Santillán-Salgado, Ullín Lastra, & López-Herrera, 2012) analizan diversas

estrategias de cobertura de riesgo de tipo de cambio utilizando contratos de futuros MexDer sobre dólar de Norteamérica.

En tanto que (Kristjanpoller & Barahona, 2014) proponen tres metodologías para el cálculo del valor en riesgo (VaR): modelos paramétricos, semiparamétricos y no paramétricos. Con el objetivo de evaluar su validez se eligió un método representativo para cada uno, se utilizó un backtest basado en el método general de momentos. Las variables por pronosticar fueron los tipos de cambio de los principales mercados latinoamericanos y sus principales índices accionarios. (García Arango & Gutiérrez Guzmán, 2015) hacen énfasis en la medición del riesgo de mercado y la cobertura con derivados, en particular con Futuros, en el marco de las disposiciones establecidas por el Comité de Basilea determinando los métodos para el cálculo del VaR. El análisis se realizó desde enfoques cualitativos y cuantitativos, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas del VaR histórico, VaR paramétrico y simulación Monte Carlo. Asimismo, (Ceballos, 2015) considera en su estudio al Valor en Riesgo (VaR) como una de las métricas más importantes utilizadas para la administración y gestión de riesgos financieros.

2.3. VaR y ES Aplicados a Coberturas con Futuros sobre Divisas

En términos de (Díaz Tinoco & Hernández T, 1996) los productos derivados son uno de los grandes éxitos de la economía financiera moderna, dando como ejemplo la mitigación de los riesgos de variaciones en las tasas de interés (volatilidad) con costos menores a los que se obtendrían por medio de cambio en la cartera de activos y con procesos tradicionales de inmunización de portafolios. También permite crear vías ágiles para el arbitraje entre mercados. Esto último permite alinear precios de instrumentos de deuda, acciones y derivados, incrementando con ello la eficiencia y la liquidez en sus respectivos mercados. Señalan los autores que, en los últimos años, el crecimiento de los mercados

financieros ha estado asociado con la creación y expansión de nuevos productos y servicios, entre los cuales, los productos derivados son de primer orden.

De acuerdo con (García Arango & Gutiérrez Guzmán, 2015) su trabajo se centra en los diferentes métodos de cálculo del Valor en Riesgo (VaR), introduciendo una técnica de cálculo del VaR para determinar la contribución de los distintos componentes de la cartera al riesgo global después de considerar el efecto de varianzas y covarianzas, haciendo énfasis en las ventajas y desventajas de métodos alternativos de cálculo del VaR como son: Simulación Histórica, el Método Analítico y Simulación por Montecarlo, así como de las pruebas retrospectivas Backtesting y Estrés Testing. Bajo este tenor, (Taylor, 2019) aplica diversos procedimientos para el cálculo de VaR y Expected Shortfall (ES), cuyos resultados sugieren que, no obstante que el VaR es una medida de riesgo muy utilizada, supone normalidad en los retornos. Su propuesta al respecto es el desarrollo del Extreme Value Theory (EVT), para el cálculo de VaR y ES (medida de riesgo para eventos extremos), aplicado específicamente para el índice Nasdaq, considerando dos escenarios de distribución de los retornos, uno de normalidad y otro de DGP⁵¹ (Distribución General de Pareto). Por su parte (Feria & Oliver, 2006) consideran que el Valor en Riesgo (VaR) constituye una herramienta esencial en la medición y control del riesgo de mercado. En su trabajo, se enfocan en el concepto de VaR, destacando su utilidad en la gestión del riesgo de mercado y resaltando sus ventajas y desventajas, cómo medirlo y su importancia.

(Cotter & Handly, 2006) retomaron el tema de la eficiencia de las coberturas con contratos de futuros a partir de la Varianza, VaR y ES, cuyos iniciadores fueron (Kroner & Sultan, 1993) tomando como muestra siete mercados internacionales, calculando el Ratio de Cobertura Óptimo (RCO) con modelos GARCH y DVECH GARCH comparándolas con el uso de métodos enfocados en

⁵¹ Distribución Generalizada de Pareto $DGP = f_x = 1 - (\frac{x_m}{x})^\alpha$ es una distribución de probabilidad continua con dos parámetros, que tiene aplicación en disciplinas como la actuaría, sociología, economía y geofísica Kleiber and Kotz, (2003)

las técnicas modernas de administración de riesgos, encontrando diferencias significativas entre las coberturas cortas y largas.

Los resultados de (Betancourt, Diaz, & Fernández, 2017) proponen en su trabajo el Ratio de Cobertura Optimo Robusto (RCOR) utilizando un estimador de varianza condicional robusto, basado en el estimador de máxima verosimilitud de la varianza de la distribución exponencial de potencia (DEP). usándolo para construir una estrategia de cobertura aplicado al Mercado Integrado Latinoamericano (MILA). (Santillán-Salgado, Ullín Lastra, & López-Herrera, 2012) en sus resultados sugieren que la estrategia basada en OLS supera a las estrategias alternativas, GARCH bivariado, incluyendo un modelo diagonal VECH y un modelo de correlación condicional constante en términos de reducción de la volatilidad medida por un índice de cobertura efectiva (HED), por el valor en riesgo (VaR) y los criterios condicionales ES, usando contratos de futuros a través de ocho posibles estrategias de cobertura para identificar la relación de cobertura óptima, desde la perspectiva de un coberturista cuya moneda de interés es el peso mexicano.

(Salazar-Garza, 2012) Desarrolla un modelo no lineal de predicción del comportamiento del tipo de cambio a futuro basado en la opinión de los agentes económicos participantes en el mercado dólar/peso, a partir de la teoría de la Lógica Borrosa y una variante de ésta, conocida como la Teoría de los Efectos Olvidados, con la finalidad de encontrar un mecanismo de toma de decisiones de cobertura para optimizar la administración del riesgo de tipo de cambio a un menor costo. Siguiendo con este tenor, (Benet, 1992) analiza la administración de coberturas utilizando futuros a más largo plazo para reducir el riesgo del precio en una posición de contado subyacente.

2.4. VaR y ES bajo Enfoque GARCH

Todo lo que se ha consultado ha aportado a la presente tesis nuevos cauces como el de considerar el uso de la varianza VaR y CVar con modelos GARCH y DVECH GARCH. Algunos autores como (Cotter & Handly, 2006) evalúan las estrategias con futuros basadas en GARCH, y reconocen la naturaleza de la volatilidad en el riesgo de tipo de cambio y la conveniencia de adoptar los modelos GARCH.

Este trabajo pretende encontrar un mecanismo de toma de decisiones que permita una administración de riesgo de tipo de cambio adecuada con la mínima pérdida potencial respecto de aquellos otros que conllevan realizar operaciones con métricas y modelos tradicionales.

Diversos estudios confirman la utilidad de las estrategias de cobertura con futuros mediante la aplicación de análisis de VaR ajustados con modelos GARCH. Entre los diversos trabajos consultados deben mencionarse (Burns, 2002), (Yamai & Yoshiba, 2005) y (Mazin & Janabi, 2006). (Burns, 2002) Comparan las estimaciones de VaR utilizando modelos GARCH univariados. Este estudio comprendió una muestra del índice S&P durante un período de casi 70 años de rendimientos diarios. Su evidencia muestra que las estimaciones del modelo GARCH son superiores a los otros métodos en cuanto a la precisión y coherencia.

(Yamai & Yoshiba, 2005) Mencionan que el riesgo de cola del VaR puede ocasionar serios problemas en ciertos casos, para lo cual, el Expected Shortfall puede ser una alternativa viable. Los autores analizan las carteras de crédito, así como los tipos de cambio bajo presión del mercado. Muestran que el Expected Shortfall requiere un tamaño de muestra mayor que el VaR para proporcionar el mismo nivel de precisión. Por su parte, (Mazin & Janabi, 2006) abordan el riesgo de comercio exterior para el caso del dirham marroquí (MAD), considerando ajustes adecuados por la iliquidez de las posiciones de negociación tanto largas

como cortas. Emplean el valor en riesgo (VaR) para evaluar el riesgo y ofrecer enfoques prácticos proactivos para administrar las exposiciones al riesgo de negociación de divisas.

(Wang, Chen, & Zhou, 2010) En un trabajo más reciente, utilizan la Teoría del Valor Extremo (EVT). Según sus hallazgos, el Expected Shortfall no puede mejorar el problema del riesgo de cola del valor en riesgo (VaR). De acuerdo con la evidencia de las pruebas retrospectivas han mostrado que los valores del VaR basados en EVT subestiman los riesgos de tipos de cambio como USD / CNY y HKD / CNY, muy probablemente debido a la apreciación continua del CNY frente al USD y HKD. Sin embargo, en comparación con los valores del VaR calculados por simulación histórica y el método de varianza-covarianza, los valores del VaR calculados por EVT pueden medir el riesgo con mayor precisión para los tipos de cambio de JPY / CNY y EUR / CNY.

A su vez, (RejebA, Ben Salha, & RejebJ, 2012) han examinado empíricamente cuatro métodos de simulación de valor en riesgo: varianza-covarianza, simulación histórica, bootstrapping y simulación de Monte Carlo. Su investigación incluye tres divisas y cuatro carteras de divisas en el mercado cambiario tunecino. Los datos cubren el período de 1999 a 2007. Independientemente de la técnica aplicada, el yen japonés parece ser la moneda de mayor riesgo. Asimismo, sugiere que la diversificación redujo el riesgo de tipo de cambio. Los resultados apoyados en estas pruebas indican que la varianza-covarianza tradicional es el método más apropiado.

Por otro lado, en su artículo, (Nadarajah, 2014) también encuentra algunas limitaciones en el valor en riesgo y decide aplicar el Expected Shortfall para superarlas. Ellos hacen una importante contribución revisando los métodos de estimación de más de 140 referencias sobre el déficit esperado.

Con frecuencia, un tema de investigación recurrente es la relación entre los tipos de cambio y los mercados de valores. Así, (Reboredo J.C., Rivera-Castro M.A., & Ugoline A., 2016) en su enfoque, extienden el análisis del riesgo cambiario examinando los efectos secundarios del riesgo a la baja y al alza de los tipos de cambio a los precios de las acciones y viceversa para un conjunto de economías emergentes. Utilizan teoría de cópulas para determinar la dependencia, estimando el valor en riesgo a la baja y al alza y el valor en riesgo condicional o Expected Shortfall. Los resultados indican que hay una relación positiva entre los precios de las acciones y los valores de las monedas en las economías emergentes con respecto al dólar estadounidense y el euro, con efectos de riesgo de derrame a la baja y al alza transmitidos en ambos sentidos. Al mismo tiempo, también encuentran asimetrías en el nivel de riesgo al alza y a la baja, así como diferencias asimétricas en el tamaño de los excesos de riesgo cuando la moneda doméstica se valora frente al dólar estadounidense y al euro.

En tanto que, (Burdorf & Van Vuuren, 2018) con un trabajo más reciente, advierten que las autoridades reguladoras han propuesto el Expected Shortfall para superar las limitaciones del VaR (no es subaditivo ni coherente). Sin embargo, aún se necesita VaR para estimar la cola de la expectativa condicional (ES). Señalan que estas dos medidas de riesgo se comportan de manera bastante diferente durante los períodos de crecimiento y recesión en las economías desarrolladas y emergentes. Utilizando carteras de renta variable compiladas a partir de valores del sector bancario y minorista en el Reino Unido y Sudáfrica, se utilizan enfoques históricos, de varianza-covarianza y de Monte Carlo para determinar el VaR (y, por tanto, el ES). Los resultados se contrastan y se comprueban los supuestos de normalidad. La evidencia empírica muestra que los resultados de la varianza-covarianza y del método Monte Carlo son más consistentes en todos los entornos en comparación con los resultados históricos independientemente de la cartera de acciones considerada. Las industrias y períodos analizados influyeron en la precisión de las medidas de riesgo; las diferentes economías no lo hicieron.

Con esta tendencia, la investigación de (SuJ.-B. & HungJ.-C., 2018) utiliza siete modelos bivariados (GARCH) para pronosticar el VaR fuera de la muestra de 21 carteras de acciones y siete carteras de acciones y divisas con tres combinaciones de ponderaciones. Los siete modelos se construyen mediante cuatro tipos de modelos de varianza-covarianza bivariadas y dos tipos de estimaciones de parámetros. Las cuatro clases de especificaciones de varianza-covarianza bivariada son la correlación condicional constante, la correlación condicional dinámica asimétrica y simétrica y el modelo BEKK; incluyen los enfoques estándar y no estándar. Los resultados empíricos muestran que, en cuanto a las pruebas de precisión, el desempeño del pronóstico de VaR de las carteras de acciones varía con las especificaciones de varianza-covarianza y en los enfoques de estimación de parámetros, mismos que no se observan con las combinaciones ponderadas de las carteras. Por el contrario, el desempeño del pronóstico de VaR de las carteras de acciones en moneda es casi el mismo para todos los modelos y no varía con las combinaciones de ponderaciones de las carteras.

Bajo el mismo tenor, (Tabasi, Yousefi, Ghasemi, & Tamošaitienė, 2019) estiman el riesgo de mercado en la Bolsa de Valores de Teherán, empleando el valor en riesgo condicional y el déficit esperado o expected shortfall (ES). Utilizan la teoría del valor extremo para calcular el riesgo con mayor precisión. Asimismo, se emplean los modelos de heterocedasticidad condicional autorregresiva generalizada (GARCH) para modelar el agrupamiento de volatilidad, y para estimar los parámetros del modelo. También se emplea el método de máxima verosimilitud. La evidencia revela que la estimación de los parámetros del modelo ofrece mejores resultados que la función de distribución normal asumiendo que se distribuye como t-Student. Finalmente, se emplea la simulación de Monte Carlo para las pruebas retrospectivas.

De igual forma, y en relación con las tendencias recientes en la investigación del VaR / ES, (PatonAJ, ZeigelJF, & ChenR, 2019) hacen uso de la teoría de decisión estadística contemporánea para superar el problema de la

"elicitabilidad⁵²" para ES mediante el modelado conjunto de ES y VaR, lo que lleva a los autores a proponer nuevos modelos dinámicos para estas métricas de riesgo. Se realizan estimaciones e inferencia para los modelos propuestos; utilizando la simulación, demuestran que sus métodos tienen buenas propiedades de muestra finita. Estos modelos se aplican a los rendimientos diarios de cuatro índices bursátiles internacionales; la evidencia confirma que los nuevos modelos ES-VaR propuestos superan los pronósticos utilizando GARCH o modelos de ventana móvil.

Recientemente, (Badaye & Narsoo, 2020) presentan una metodología novedosa para explorar el desempeño de varios modelos multivariados de VaR y ES con el fin de estimar el riesgo de una cartera igualmente ponderada de observaciones de frecuencia intradía de 1 minuto para cinco monedas extranjeras; emplean el modelo MC-GARCH de componente multiplicativo en cada serie de retornos y modelan la estructura de dependencia usando cópulas. Se pronostican VaR y ES para un conjunto fuera de la muestra mediante la simulación de Monte Carlo. Con respecto al desempeño de la predicción del VaR, los resultados de las pruebas retrospectivas indicaron que cuatro de los cinco modelos implementados no podían rechazarse con un nivel de significancia del 5%; Una evaluación adicional de los modelos de pronóstico de ES reveló que solo los modelos T - Student y Clayton no podían ser rechazados, lo que aumenta la importancia de seleccionar un modelo de cópula apropiado para la estructura de dependencia.

Otra investigación reciente es el trabajo de (MengX & TaylorJW, 2020) quienes utilizan datos intradía para obtener más información sobre el comportamiento de cola de los rendimientos de cinco índices bursátiles, así como sobre los rendimientos de cinco acciones corporativas individuales; los autores desarrollan funciones de puntuación conjunta para VaR y ES que les permite estimar dos

⁵² La elicitabilidad es una propiedad matemática, satisfecha por algunas medidas de riesgo, que permite clasificar el desempeño de los modelos de riesgo. Si se puede obtener una medida de riesgo, existe una función de puntuación para esa medida de riesgo que se puede utilizar para pruebas comparativas en modelos.

medidas de riesgo basadas en datos intradía. Los autores se centran en el rango intradía, es decir, la diferencia entre los precios mínimos intradía más altos y bajos. Para mitigar el desafío de modelar medidas de riesgo excesivo, los autores proponen utilizar la serie intradía baja. Con base en un resultado teórico aplicando el movimiento browniano, muestran que un cuantil de los rendimientos diarios puede estimarse como el producto de un término constante y del cuantil menos extremo, los rendimientos bajos; esto se define como la diferencia entre el precio más bajo registrado del día y el precio de cierre del registro del día anterior. Asimismo, los autores emplean las estimaciones de VaR y ES de los rendimientos mínimos intradía para estimar el VaR y ES de los rendimientos diarios. (MengX & TaylorJW, 2020) brindan apoyo empírico para las nuevas propuestas utilizando datos para cinco índices bursátiles y cinco acciones individuales.

En relación con las obras relacionadas en América Latina y México, la literatura reporta pocos estudios, ninguno está relacionado con la cobertura del tipo de cambio. (Alonso & Arcos, 2006) emplean varios métodos paramétricos y no paramétricos para calcular la métrica VaR para un portafolio de 7 mercados latinoamericanos; emplean modelos EWMA y TGARCH, los modelos más adecuados para niveles de confianza del 95%, sin embargo, muestran un rendimiento bajo tomando un nivel de confianza del 99%. Igualmente, (Vergara & Maya, 2007) en su trabajo sobre modelos GARCH paramétricos y no paramétricos para rendimientos de acciones pertenecientes al mercado colombiano, presentan aplicaciones de VaR y un modelo GARCH multivariado concluyendo que la modelación de la distribución condicional de retornos corrobora la superioridad de la estimación de estos modelos sobre la matriz de covarianza condicional en la determinación de las ganancias obtenidas.

Por último, (Ramírez & Ramírez, 2007) enfocan su estudio en el análisis de métricas del VaR aplicadas a las acciones mexicanas. (De Jesús & Ortiz., 2012) trabajan con el modelo CVaR en conjunto con la teoría de valores extremos aplicándolos a los índices bursátiles de Brasil y México, mientras que (Reyes Zárate & Ortiz Calisto, 2013) utilizan la metodología M-VaRCH (Modelos de Valor

en Riesgo y modelos GARCH multivariados) para analizar carteras trinacionales de los países del TLCAN, Canadá, Estados Unidos y México.

Resumiendo, se considera que la investigación sobre el riesgo asociado al tipo de cambio y las estrategias de cobertura es muy importante, haciendo la consideración de que más allá de la relevancia del VaR y ES, subyacen la relevancia de la volatilidad del tipo de cambio sobre las pérdidas potenciales. La aplicación del modelo GARCH a esas métricas mejora su precisión y aplicabilidad. Con respecto a la cobertura de divisas, la investigación académica se ha concentrado en otros temas de riesgo, como determinar el índice de cobertura óptimo. El uso de modelos de VaR se considera limitado, aunque se han avanzado en modelos altamente sofisticados en relación con los mercados maduros y las economías desarrolladas.

Todo lo anteriormente referido y consultado, aportó al presente trabajo nuevos cauces, como el de considerar el uso de las métricas, VaR y ES, con el enfoque de modelos GARCH, ya que algunos autores, como (Cotter & Handly, 2006), evalúan las estrategias con futuros basadas en GARCH, y reconocen así la naturaleza de la volatilidad en el riesgo de tipo de cambio y la conveniencia de adoptar los modelos GARCH.

De acuerdo con la literatura consultada, respecto a las aplicaciones del VaR en temas relacionados con mercados emergentes, se encontró que diversos investigadores se han ocupado principalmente del impacto de los tipos de cambio en el comercio y las inversiones reales y de cartera. En este sentido, se consultaron adicionalmente otros métodos avanzados de valuación, como los modelos copula, ingeniería artificial, esto es, ingeniería de datos de alta frecuencia y su efecto en dichos modelos bajo un tipo de probabilidad concreto. Se señala que la investigación que utiliza datos intradía de alta frecuencia es inexistente en estos mercados debido a la falta de información, así como a los altos costos. No se han encontrado trabajos concretos sobre cobertura de tipo de cambio en

México con las características de la presente tesis, por tanto, se considera una contribución importante en este tema.

Se proponen estos modelos econométricos VarG y ESG como una oferta pragmática, interesante y original, con un enfoque del modelo GARCH para superar los supuestos erróneos de homocedasticidad asumidos en diversos estudios.

Capítulo 3. Evaluación del Desempeño de la Cobertura con Futuros del Peso en el CME y del dólar en MexDer. Análisis de Contraste Empleando las Métricas VaR y ES Características

3.1. Introducción

En diversa literatura se sugiere que se han documentado resultados heterogéneos al evaluar el rendimiento de la cobertura con contratos de futuro, considerando que, en la práctica de la administración de riesgos, en particular el riesgo de mercado (riesgo derivado de los movimientos adversos del precio de los activos) es usual utilizar contratos de futuros para cubrirse, así como para administrar y reducir el riesgo. Sobre el particular se han desarrollado diversas técnicas y modelos, no solo para reducir el riesgo con futuros a partir del Valor en Riesgo, sino también para encontrar la inversión más viable.

De acuerdo con lo anterior, el presente capítulo tiene como objetivo analizar y determinar cuál es la métrica que permite explicar con mayor precisión estadística el desempeño de la cobertura. Para esto, se realizó la evaluación de las coberturas a partir de las métricas VaR y ES con criterios tradicionales. Una vez realizada la estimación, se contrastan los resultados del porcentaje de reducción del riesgo en todas y cada una de las particiones y entre los dos mercados; finalmente se observa qué métrica brinda el mejor rendimiento de la cobertura con más precisión estadística.

La hipótesis que se ha validado es que efectivamente, existe una mayor capacidad predictiva al aplicar el ES evaluadas con diferentes niveles de confianza ($\alpha = 90\%$, 95% , 97.5% ⁵³ y 99%) BIS (2017) y se ha identificado que el CME a partir de los resultados obtenidos, ofrece mejores posibilidades de minimizar las pérdidas potenciales, identificando la métrica que arroja el resultado más estricto estadísticamente.

Este capítulo consta de la presente introducción, la segunda sección expone el marco teórico metodológico, la tercera sección corresponde al análisis de la

⁵³ El $\alpha = 97.5\%$ es el nivel que con el que se deben calcular el VaR y ES por regulación de acuerdo con los Requerimientos mínimos de capital por riesgo de mercado. Normas (standards) del Comité de Supervisión Bancaria de (BIS, Bank for International Settlements, 2017)

volatilidad, la cuarta a las métricas, la quinta a la comprobación y contrastación del VaR, la sexta corresponde al análisis empírico, la séptima y última, resultados capitulares.

3.2. Marco Teórico Metodológico

Para realizar el análisis propuesto, este capítulo aborda el tema como sigue: se analizan las series de datos en función del desempeño de la cobertura con dos estrategias de cobertura (corta y larga), aplicando las métricas de desempeño: VaR y ES. Se definen los criterios de las líneas de corte en las series de datos correspondientes a los contratos de futuros sobre divisas, en función a tres etapas de presión del tipo de cambio (particiones), los datos incluyen los precios a mercado de ambos contratos que abarcan el periodo comprendido del 1 de enero de 2014 al 31 de diciembre de 2017. Las divisas elegidas son: futuros del peso en el Chicago Mercantile Exchange y futuros sobre el dólar en el Mercado Mexicano de Derivados, datos tomados de Bloomberg y Banco de México. Los datos de las particiones y respectivas estrategias de cobertura se evalúan y se comparan con el uso de las métricas de valuación. Valor en riesgo (VaR) y Expected Shortfall (ES), estas métricas de desempeño se calculan con niveles de confianza, $\alpha = 99\%$, 97.5% , 97% y 95% .

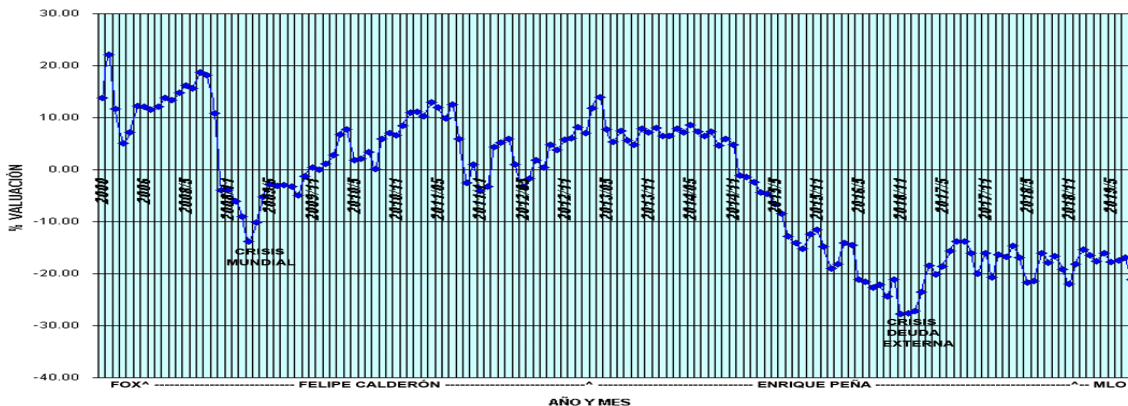
En cada una de las métricas se aplican las estrategias largas y cortas sobre los dos contratos de futuros mencionados. Este enfoque permite examinar si la prevalencia de una estrategia de cobertura es específica para un solo criterio de valuación, o si el rendimiento de las métricas favorece a la otra estrategia de cobertura. Se describen los datos y se proporcionan los hallazgos empíricos del rendimiento de la cobertura.

Diversos estudios han señalado que el rendimiento de la cobertura tiende a ser mejor en periodos cortos. Por tanto, se emplean datos diarios, cuyos rendimientos se calculan como el logaritmo de la razón de precios.

$$r_t = \log \frac{p_t}{p_{t-1}} = \log p_t - \log p_{t-1} \quad (1)$$

Para llevar a cabo el análisis empírico, es importante determinar los criterios de líneas de corte en las series de datos, mismos que se establecen de acuerdo con los datos de las etapas o periodos de presión del valor del tipo de cambio (alta o baja). Dado que existen diversas series de futuros tanto en México como en Chicago, este modelo pretende tomar los datos representativos de 3 periodos de presión del tipo de cambio (ver Figura 12) tomando en consideración que los contratos son trimestrales en ambos casos, Chicago y MexDer, datos tomados de Bloomberg y Banco de México.

Figura 12. Valuación mensual del peso mexicano con respecto al dólar US



Fuente: Grafica tomada de la página web: México mágico (MéxicoMágico, 2019)

La figura 12 muestra la valuación mensual del peso mexicano con respecto al dólar estadounidense, en el lapso comprendido de 2000 a 2018, así como su comportamiento intrasexenio, en cuya gráfica se aprecia la presión del cambio en el periodo de estudio de esta tesis.

En la figura 12, (MéxicoMágico, 2019).se muestra la valuación en términos porcentuales del tipo de cambio MXP/USD a partir de 2007, donde el eje es cero (punto de equilibrio)⁵⁴; valores positivos (arriba de la línea eje) expresan

⁵⁴ Este punto de equilibrio (línea eje) en el cual ambas monedas tendrían valores equivalentes de acuerdo con el diferencial de inflaciones que usualmente existe entre ambos países y en base al año de 1970 México-mágico

sobrevaluación y los valores negativos (arriba de la línea eje) es subvaluación de acuerdo con (MéxicoMágico, 2019). A finales de noviembre de 2014 el peso estaba sobrevaluado en un 4.76% y su tasa de cambio era de 13.77 MXP\$ por dólar, derivado principalmente por la excesiva deuda externa y bajo crecimiento, y se puede observar su caída sostenida hasta niveles de 20.76 MXP\$ (pesos/dólar) en enero de 2017 con una subvaluación del 27.11%, y cuya caída más importante fue de \$13.77 MXP\$ a \$20.76 MXP\$ lo que significa una devaluación del 50.76% en el periodo que se considera.

3.2.1. Datos: Particiones

La ventana de análisis de este trabajo incluye octubre 2016 a junio 2017. Las series de datos de precios de contratos de futuros y el precio mercado fueron obtenidos de la plataforma Bloomberg y de Banco de México, respectivamente. Los detalles en el manejo de este tipo de bases de datos, para evitar inconsistencias, han sido los siguientes:

1. Se consideraron las series de datos diarios de cierre de negociación.
2. Las series de futuros tienen vencimientos en diferentes días⁵⁵, para lo cual se realizó un rollover⁵⁶ para tener consistencia en los datos.
3. Los datos se muestran en periodos de 5 días hábiles; se eliminaron los datos en blanco (i.e, los datos de fines de semana), esto implica que se tienen meses de 20 datos y no de 30, lo que puede incidir en la precisión de los cálculos.
4. Se examinó la no existencia de duplicidad de datos.
5. Se manejaron los datos con cuatro decimales, ya que, en ambos casos, las series de Bloomberg y las de Banco de México se generan a cuatro cifras decimales.

⁵⁵ De acuerdo con el contrato de futuro sobre el dólar en una base de vencimientos diarios, mensuales o trimestrales hasta por quince años. Contrato Dólar (2020) http://www.mexder.com.mx/wb3/wb/MEX/contratos_futuro

⁵⁶ Rollover es, la prolongación de un contrato al término de su vencimiento.

Por todo lo anterior, las bases de datos utilizadas proporcionan fiabilidad en la información.

El análisis se realiza para tres periodos de tiempo o particiones. Los lapsos entre estas particiones son: El primer periodo (Exante) de octubre a diciembre de 2016, que analiza el comportamiento del modelo en el periodo anterior a la tensión de la paridad del tipo de cambio; el segundo (Dentro) de enero a marzo de 2017, que ilustra el modelo proyectado en la tensión ocasionada por la volatilidad en el precio del petróleo; el tercero (Expost) que abarca el periodo de abril a junio de 2017, cuyo objetivo es examinar los datos de formación posteriores al periodo de tensión e intenta calcular con las métricas en periodos de diversa volatilidad. En el Cuadro1 se muestran dichos periodos.

Cuadro 1.
Particiones. Periodos de presión del tipo de cambio

Periodos de presión del tipo de cambio			
Cortes	Lapso		
Futuros del Peso en EE.UU. (CME)			
EXANTE_FMXP	oct-16	dic-16	Periodo anterior a la tensión.
DENTRO_FMXP	ene-17	mar-17	Periodo de tensión.
EXPOST_FMXP	abr-17	jun-17	Periodo posterior a la tensión.
Futuros del Dólar en México (MexDer)			
EXANTE_FDEUA	oct-16	dic-16	Periodo anterior a la tensión.
DENTRO_FDEUA	ene-17	mar-17	Periodo de tensión.
EXPOST_DEUA	abr-17	jun-17	Periodo posterior a la tensión.

Fuente: Elaboración propia con datos de Bloomberg y Banco de México.

El Cuadro 1. Presenta los periodos considerados en función de la presión del tipo de cambio basados en ciertos datos históricos-económicos, que se muestran líneas abajo.

El Cuadro 1. Referente a las particiones, presenta los periodos considerados en función de la presión del tipo de cambio debido a los siguientes datos históricos:

- En 2014 comenzó la debilidad del peso frente al dólar, de \$13.10 subió a niveles de \$15.00 pesos a fines de año, (Banxico, Banxico, 2014).

- 2015 fue un año que trajo muchísimos sucesos, como la caída del precio del petróleo, aunque la caída empezó ya en 2014, pasando de 100 US\$ hasta alrededor de 30 US\$ por barril, lo cual ocasionó una terrible devaluación del peso frente al dólar, ya que en 2014 se debían pagar 14.74 MXP\$ por dólar, mientras que al 29 de diciembre de 2015 se pagaban 17.20 MXP\$ por dólar. El Banco Central de EUA (la FED) subió su tasa de interés después de casi 9 años de mantenerlas igual, siendo replicado por el Banco de México.
- En 2016 la variable más importante fue la desaceleración de China, cuya tasa anual de crecimiento del PIB cayó por debajo del 7% en el tercer trimestre de 2015 por primera vez desde la crisis financiera (Banxico, Banxico , 2017)
- En 2017 se produjo un alza en el precio de la gasolina; Donald Trump tomó posesión como presidente de USA, firmando decretos para renegociar el TLCAN y construir un muro en la frontera; por otra parte, en septiembre de ese año arrancó el proceso electoral en México. Todos estos acontecimientos detonaron una presión al tipo de cambio (Banxico, Banxico , 2017).

3.2.2. Estadísticas y Ajuste de la Volatilidad

La volatilidad o desviación estándar en términos estadísticos es la medida del rigor de las variaciones aleatorias, generalmente impredecibles en la rentabilidad o en el precio de un título; en este estudio se muestra en detalle en el Capítulo 4 el comportamiento de las series históricas de precios y de rendimientos tanto del MexDer como del CME asociando la volatilidad con la amplitud de las fluctuaciones de los precios y rendimientos.

$$\sigma = \sqrt{\sum_i^N \frac{(X_i - \bar{X})^2}{N}} \quad (2)$$

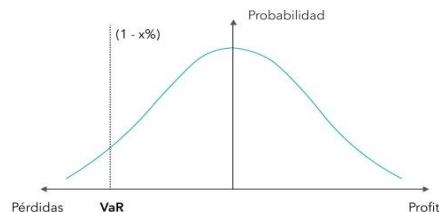
Esto es, la desviación estándar (σ) es la raíz cuadrada de la varianza de X, i.e., la raíz cuadrada del valor promedio de $(X_i - \bar{X})^2$.

3.2.3. Métricas. Valor en Riesgo (Value at Risk VaR)

3.2.3.1. Valor en Riesgo (VaR)

De acuerdo con el Marco revisado por (BIS, Bank for International Settlements, 2019a) el Valor en riesgo (VaR) es un estimado de la mayor pérdida esperada en una posición o una cartera de instrumentos como consecuencia de movimientos adversos del mercado durante un horizonte temporal dado y con un nivel de confianza predefinido. (Cotter & Handly, 2006) utilizaron esta métrica para calibrar el desempeño de la cobertura, entendida como el porcentaje de reducción del riesgo; las usaron para evaluar las estrategias de cobertura y para el análisis de impacto de la asimetría. La métrica es usualmente utilizada VaR porque brinda la estimación del máximo de las pérdidas asociadas con las estrategias de cobertura, y también porque incrementa el uso de una medida de riesgo, ambos para modelos internos de administración de riesgos y por cuestiones regulatorias (BIS, Bank for International Settlements, 2019a).

Figura 13. VaR y la distribución de probabilidad Normal



Fuente: Figura obtenida de SAS Blogs (Blogs, 2022)

Figura 13. Muestra la gráfica de la distribución de probabilidad Normal, así como los percentiles del Valor en Riesgo.

De acuerdo con (BIS, Bank for International Settlements, 2019a) el VaR estima la probabilidad de pérdida (Figura 13) que puede ocurrir como resultado del cambio en el valor de un portafolio de activos. La métrica VaR involucra dos parámetros, el horizonte de tiempo (N) y el nivel de confianza (α). Generalmente VaR se calcula con el percentil $(100-\alpha)$ % en la distribución del cambio en los activos o del portafolio sobre los próximos N días. El VaR de un portafolio se

obtiene al encontrar la función inversa de la distribución acumulada de los factores de riesgo.

Sea el espacio de probabilidad (Ω, F, P) donde Ω representa el espacio muestral⁵⁷, F es una σ – álgebra⁵⁸ que representa una familia no vacía de eventos de X , medibles, P es una medida de probabilidad y X es una variable aleatoria (v.a.) que representa las pérdidas y ganancias del portafolio de inversión durante un horizonte de tiempo.

Sea el conjunto $M \subset L^0(\Omega, F, P)$ que representa el conjunto de variables aleatorias de riesgos financieros, haciendo un mapeo de M (Espacio muestral) en R (reales), tal que,

$$\rho: M \rightarrow R \quad (3)$$

$$X \rightarrow \rho(X) \quad (4)$$

Dado que X es la v.a. que mide el riesgo, sea α definida como $\alpha \in (0,1)$, un intervalo de confianza. El Valor en Riesgo con un nivel de confianza α dado por el menor número tal que la probabilidad de quebranto X sea mayor que la unidad (1) no mayor que $(1-\alpha)$ tal que,

$$VaR = \min \{x \in R: P(X > x) \leq 1-\alpha\} \quad (5)$$

$$= \min \{X > x: F_{X \geq} \alpha\} \quad (6)$$

Proporciona el rendimiento que se excede con $(100 - \alpha)\%$ de probabilidad. Sin embargo, dos portafolios pueden tener el mismo valor del VaR pero con pérdidas potenciales diferentes. Esto se debe a que el VaR no calcula pérdidas más allá del percentil $(100- \alpha)\%$. La función de distribución para X v. a. se denota como:

⁵⁷ Conjunto de todos los posibles resultados de la variable aleatoria.

⁵⁸ Una σ – algebra F es un subconjunto de Ω si satisface las siguientes condiciones:

- 1) $\Omega \in F$
- 2) $A \in F \Rightarrow A^c \in F$
- 3) $(A_n)^\infty \Rightarrow \cup^\infty A_n \in F$

$$F_x(x) = \Pr(X \leq x) \quad (7)$$

Función absolutamente continua con densidad $f_x(x) > 0$ para toda $x \in \mathbb{R}$. Se sigue que la función de distribución $F_x(x)$ es estrictamente creciente para toda $x \in \mathbb{R}$, \Rightarrow su función inversa existe, y se denota por $F_x^{-1}(x)$, con $0 < x < 1$. Por tanto, la definición exacta de la medida de valor en riesgo, de la variable aleatoria X está determinada por el c - percentil de la distribución de pérdidas y ganancias $F_x(x)$ con signo negativo. Implica,

$$VaR_c = -F_x^{-1}(c) \quad (8)$$

Según (De JesúsG, 2008) no siempre el VaR se puede definir para todos los valores de c , esto sucede cuando la distribución de pérdidas y ganancias es multimodal. Ocasionando que la función inversa $F_x^{-1}(c)$ no exista e inclusive su rango no esté bien definido, ya que existe un rango de valores en donde la imagen de la función inversa está compuesta por tres puntos (Szegö, 2002). Para solucionar este problema, (Rockafellar & Uryasev, 2000) (De JesúsG, 2008) definen a la medida VaR como el número más pequeño que pertenece al conjunto $F_x^{-1}(c)$, o como el c -percentil de la función inversa generalizada de $F_x(x)$,

Sea.

$$c = -F_x^{-1}(c) = -\inf \{x | F_x(x) \geq c\} = -\inf \{x | \Pr(X \leq x) \geq c\} \quad (9)$$

De lo anterior se sigue que, la máxima pérdida en el valor del portafolio no excederá el nivel del VaR el $c\%$ de las ocasiones.

En términos de (De JesúsG, 2008) la deficiencia se mitiga al estimar una métrica de rendimiento adicional llamada Expected Shortfall (ES), misma que se describe líneas abajo. En esta tesis se utiliza la reducción porcentual en el VaR.

Sea la métrica.

$$VaR = 1 - \left\{ \frac{VaR_{i\%} \text{ portafolio cubierto}}{VaR_{i\%} \text{ portafolio no cubierto}} \right\} \quad (10) \text{ (Cotter \& Handly, 2006)}$$

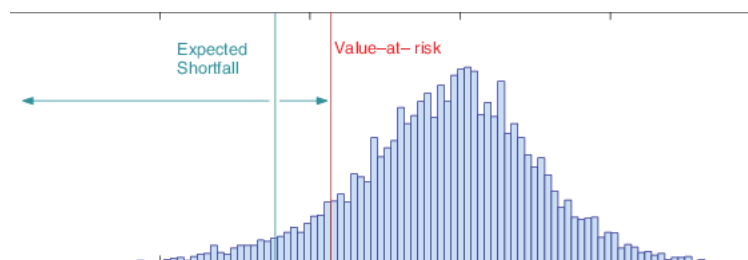
La ecuación (10) nos proporciona el porcentaje de reducción del Valor en Riesgo en el portafolio cubierto comparado con el portafolio descubierto, esto se aplica a ambos VaR y ES, (Cotter & Handly, 2006). Se sigue que, cuando los contratos de futuros eliminan completamente el riesgo entonces $VaR = 1$, lo cual indica un 100% de reducción del riesgo y buen desempeño de la cobertura, mientras que $VaR = 0$ se obtiene cuando los contratos de futuros no reducen el riesgo. Por lo tanto, un número mayor sugiere un mejor desempeño de la cobertura. (Lo mismo aplica para la métrica ES). VaR se calcula con diversos α_i , con $i = 1\%$, 2.5% , 5% , y 10% , bajo cuyas pérdidas en el proceso del VaR se esperaría que ocurrieran una vez cada N días.

(De JesúsG, 2008) sugiere que es una herramienta simple que ha sido la clave para el desarrollo de la cultura de la administración de riesgos, ya que está cimentada sobre un lenguaje común en la comunidad financiera y es la métrica que se utiliza en el mercado financiero por regulación (BIS, Bank for International Settlements, 2017).

3.2.3.2. Expected Shortfall (ES)

En términos de (BIS, Bank for International Settlement. , 2019b) Expected shortfall (ES) es una medida del promedio de todas las pérdidas potenciales por encima del VaR con un nivel de confianza dado, que palía las deficiencias del VaR en cuanto a la captura del riesgo de pérdidas extremas (riesgo de cola), ver figura 14.

Figura 14. Distribución del valor en riesgo y expected shortfall



Fuente: figura obtenida de (ReseachGate, 2022)

Figura 14. El Expected Shortfall o déficit esperado (ES) es una medida de riesgo complementaria al valor en riesgo, que se utiliza en esta investigación, con el fin de evaluar el riesgo de mercado de una cierta posición o cartera. Al nivel del alfa%, se interpreta como el rendimiento esperado de una posición de negociación en el peor escenario, y se considera una opción complementaria al valor en riesgo, ya que es más sensible a la forma de la cola pesada de la distribución de pérdidas.

(De Jesús Gutiérrez, 2016) sugiere que en la administración del riesgo también se han desarrollado importantes contribuciones en la forma de medir los riesgos catastróficos asociados con eventos extremos que se presentan con menor frecuencia, pero que representan pérdidas cuantiosas para las instituciones financieras e inversionistas individuales. Las medidas convencionales VaR han sido aceptadas ampliamente como una herramienta para la administración de riesgos y la regulación financiera en un contexto internacional como consecuencia de sus propiedades teóricas y fácil implementación. Sin embargo, señala el autor que existe extensa literatura que ha demostrado que las medidas VaR convencionales o de primera generación en la administración del riesgo financiero no satisfacen la condición de subaditividad. Esto significa que administrar el riesgo a través de una medida VaR puede ser ineficiente para capturar los efectos de la diversificación que reducen el riesgo del portafolio. En este sentido, una medida de riesgo alternativa atractiva para solucionar parcialmente las deficiencias que presentan las metodologías VaR, es el concepto de Expected Shortfall (ES por sus siglas en inglés) (De JesúsG, 2008).

En esta tesis se estima el valor del ES para efectos del contraste entre las métricas. Ésta mide la pérdida media, condicionada al hecho de que se ha excedido el VaR. Al respecto, (Bawa, 1975) propone para medir el riesgo a la baja (downside risk), o bien, lo que se conoce como Momentos Parciales Inferiores (LPM), ya que sólo la parte izquierda de un valor objetivo de la distribución de una variable aleatoria es utilizada para su cálculo. Consiste en ajustar la función de distribución por debajo de un umbral u objetivo determinado. Sea R_{pi} el rendimiento de la cartera cubierta. El n ésimo momento parcial de una variable

aleatoria R_{pi} está representado en la ecuación (11). Para el cálculo de la expresión anterior no se considerarán los valores que exceden a “c” y sólo se tendrán en cuenta los que se sitúan por debajo.

$$l(c, n, R_{pi}) = \int_{-\infty}^c (R_p - c)^n dF(R_{pi}) \quad (11)$$

Donde $F(R_p)$ representa la función de distribución de R_p y c en rendimiento objetivo. Las principales propiedades de esta medida son consideradas por (Aragó Manzana, 2009). Los valores dados de c y n los LPM están completamente determinados por la función de distribución, lo que significa que, si R_{p1} y R_{p2} tienen la misma distribución; ecuación (12), se cumple que:

$$l(c_1, n, R_p) = l(c_2, n, R_p) \quad (12)$$

LPM se incrementa al aumentar c . Dados $c_1 > c_2$,

Implica que,

$$l(c_1, n, R_p) > l(c_2, n, R_p) \quad (13)$$

En el caso en que R_{pi} es asimétrica ecuación (13), en c con $n = 2$, el LPM corresponderá al estadístico semivarianza, ecuación (14), cuyo valor fue propuesto por Markowitz (1999) como medida de riesgo alternativa a la varianza, Así,

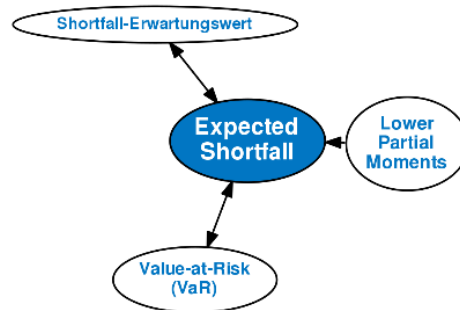
$$l(c_1, n, R_{pi}) = \frac{var(R_{pi})}{2} \quad (14)$$

Sea R_{pi} la variable aleatoria (v.a.) que mide el rendimiento de la cartera cubierta. Entonces, el enésimo momento parcial de la v.a. R_{pi} esta representada por la ecuación (15).

$$LPM = \int_{-\infty}^t (t - R)^n dF^{\otimes} \quad (15)$$

Por tanto, el ES se calcula como un caso especial de Momentos Parciales Inferiores Lower Partial Moments⁵⁹ (LPM) con n=1 y el rendimiento mínimo t establecido en el VaR. Esto nos da el ES, el cual está algunas veces referido como como el déficit esperado o Expected Shortfall. Por tanto, el ES se usa como una métrica de desempeño de la cobertura porque proporciona una cobertura con un estimador no solo de la probabilidad de pérdida, sino también de la magnitud de una posible pérdida, ver Figura 15.

Figura 15. Expected shortfall (ES) como un caso especial de la métrica de Momentos Parciales Inferiores (Lower Partial Moments, LPM)



Fuente: Imagen tomada de (Gabler-Banklexicon, 2022)

Se sigue que la distribución de probabilidad de los momentos inferiores parciales ecuación (16), es

$$LPM = \int_{-\infty}^t (t - R)^n dF^{\otimes} \quad (16)$$

A partir la distribución de ES con n=1, ecuación (17),

$$ES_{\varphi}(X) = E\{-X | -X \geq VaR_{\varphi}(X)\} = \frac{q_p^2}{\varphi\sqrt{2\pi}} \quad (17)$$

Se tiene que, para un quebranto X, sean $E(|X|) < \infty$ y su función de distribución F_X , el Valor en Riesgo Condicional o Expected Shortfall (ES), ecuación (18) con un nivel de confianza dado $\alpha \in (0,1)$ se define como,

⁵⁹ Según (Aragó Manzana, 2009) otra vía utilizada en trabajos en los cuales se considera que el objetivo de la cobertura es la disminución del riesgo, ha sido estimar ratios de cobertura que minimicen, únicamente, el riesgo de pérdidas a la baja, y no el riesgo o variabilidad tanto de las pérdidas como de las ganancias, como mide el estadístico de la varianza. Este tipo de cobertura se realiza utilizando momentos parciales inferiores (Lower Partial Moments (LPM)).

$$ES (CVAR)= \frac{1}{1-\alpha} \int_0^1 q_u(F_X)du \quad (18)$$

Donde $q_u(F_X) = F_X(u)$ es una función cuantil de F_X , así el ES, ecuación (19) está relacionado con el VaR,

$$ES \alpha = \frac{1}{1-\alpha} \int_0^1 VaR(X)du \quad (19)$$

La carencia de subaditividad, problema que presentan las medidas habituales como el VaR, estimuló a (Deelstra & Delbaen, 1998) a introducir una definición para una medida de riesgo coherente en un espacio de probabilidad finito que más tarde generalizo para espacios de probabilidad, tal que, la regla de correspondencia mapea v.a. a los Reales sobre un espacio de probabilidad. Sea $\rho: V \rightarrow R$ espacio como medida de riesgo.

Sea V un conjunto de v.a. F , medibles sobre un espacio de probabilidad (Ω, F, P) tal que, $E(X) < \infty$ para toda $X \in V \Rightarrow \rho: V \rightarrow R$ medida de riesgo coherente de acuerdo con (Artzner, Delbaen, Eber, & Heath, 1999), si y solo si, para todos y cada uno de los factores de riesgo X_1 y X_2 (correlacionados o no correlacionados), para cada $\lambda > 0$ cumple⁶⁰ ver ecuaciones (20) (21) (22) y (23) tal que:

$$1) \text{ Si } X_1, X_2 \in V \text{ con } X_1 \leq X_2, \Rightarrow \rho(X_1) \geq \rho(X_2), \quad (20)$$

$$2) \text{ Si } X_1, X_2, \text{ con } X_1 + X_2 \in V, \Rightarrow \rho(X_1 + X_2) \leq \rho(X_1) + \rho(X_2), \quad (21)$$

$$3) \text{ Si } X_1 \in V, \lambda > 0, \lambda X_1 \in V, \Rightarrow \rho(\lambda \cdot X_1) = \lambda \rho(X_1) \quad (22)$$

$$4) \text{ Si } X_1 \in V, \alpha \in R, \Rightarrow \rho(X_1 + \alpha) = \rho(X_1) - \alpha. \quad (23)$$

⁶⁰ 1) Axioma de monotonicidad no creciente. Establece que una medida de riesgo siempre debe preservar la relación de dominancia estocástica de segundo orden.

2) Condición de subaditividad de una medida de riesgo. El riesgo total de la combinación de varias posiciones que forman un portafolio tiene que ser menor a la suma de los riesgos individuales de las posiciones del portafolio.

3) Axioma de homogeneidad positiva. El riesgo de la posición de mercado se incrementa a medida que el tamaño de la posición aumenta.

4) Axioma de invarianza bajo translaciones o condición libre de riesgo. Si se agrega un activo financiero que paga una tasa de interés libre de riesgo o rendimiento seguro a la posición inicial, el riesgo de la posición tiene que disminuir por la misma proporción.

A partir de las diversas propiedades mencionadas previamente y para fines de esta investigación, nos enfocaremos en el ES, que coincide con la medida de exceso esperado para el caso de funciones de distribuciones continuas. Conjuntamente, el ES es una medida de riesgo más satisfactoria debido a que cumple con todas las propiedades deseables de una medida de riesgo coherente. Por tanto, como se mencionó líneas arriba, la otra métrica de desempeño utilizada para evaluar el desempeño de la cobertura ecuación (24) es la reducción porcentual del ES.

Sea,

$$ES = 1 - \left\{ \frac{ES_{i\%} \text{ portafolio cubierto}}{ES_{i\%} \text{ portafolio no cubierto}} \right\} \quad (24)$$

Esta ecuación (24) nos proporciona el porcentaje de reducción del Expected Shortfall o Valor en Riesgo Condicional en el portafolio cubierto comparado con el portafolio descubierto (Cotter & Handy, 2006). Cuando los contratos de futuros eliminan completamente el riesgo entonces $ES = 1$, lo cual indica un 100% de reducción del riesgo, mientras que $ES = 0$ se obtiene cuando los contratos de futuros no reducen el riesgo. Por lo tanto, un número más grande indica un mejor desempeño de la cobertura. ES se calcula como se ha mencionado previamente con $\alpha_i = 1\%$, 2.5% , 5% y 10% , bajo cuyas pérdidas en el proceso del ES se esperaría que ocurrieran una vez cada N días.

3.2.4. Comprobación y Contrastación del VaR

Para comprobar y contrastar los cálculos realizados a través de la metodología VaR existe un método ampliamente utilizado y difundido: *Backtesting*. Es un análisis retrospectivo, este método de verificación está avalado y recomendado por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (BisII, 2006).

3.2.5. Metodología Backtesting validación del VaR

La metodología Backtesting aplicada al VaR determina el número de excepciones encontradas, contra el número de excepciones que deberían presentarse según una distribución de probabilidad determinada. De acuerdo con (Olivares Aguayo, Bucio Pacheco, Franco, & Agudelo Torres, 2020) la prueba estadística de Kupiec considera a dicha distribución de probabilidad como una distribución de probabilidad ji cuadrada con un grado de libertad (χ^2) la cual se compara contra el estadístico de la razón de verosimilitud⁶¹ (Likelihood Ratio, LR por sus siglas en inglés) ecuación (25), sea:

$$LR = -2\ln((1 - a^*)^{(n-m)}(a^*)^m) + 2\ln((1 - \frac{m}{n})^{(n-m)}(\frac{m}{n})^m) \dots\dots\dots(25)$$

Cuyo criterio de decisión es según (Olivares Aguayo, Bucio Pacheco, Franco, & Agudelo Torres, 2020). Se sigue que,

Si $\chi^2 > LR \rightarrow$ Se acepta $H_0: a = a^*$ implica que el modelo VaR es viable. Por tanto, no subestima el riesgo de mercado.

Donde a^* es la probabilidad de fracaso, es decir, la probabilidad de que el VaR no alcance a capturar las pérdidas y ganancias del portafolio, m es el número de excepciones, donde n es el número de observaciones y $\frac{m}{n}$ es la tasa de excepciones, cuyos resultados se resumen en la tabla de (Kupiec, 1995) ver Cuadro 2.

Cuadro 2. Criterios Kupiec

Región de no rechazo para el número de observaciones (N) fuera del VaR				
Nivel designificancia		T ≤ 255 días	T ≥ 510 días	T ≥ 1,000 días
0.001	1%	N < 7	1 < N < 11	4 < N < 17
0.05	5%	6 < N < 21	16 < N < 36	37 < N < 65
0.1	10%	16 < N < 28	38 < N < 65	81 < N < 120

Fuente: Elaboración propia a partir del criterio Kupiec (Kupiec, 1995)

⁶¹ La razón de verosimilitud ó LR, es muy importante dentro de los parámetros de medición de validez más conocidos en las pruebas diagnósticas, como son la sensibilidad, la especificidad y los valores predictivos (positivo y negativo). son otra herramienta que resume la precisión de una prueba diagnóstica, ofreciendo más certeza.

El Cuadro 2 muestra que el cálculo del valor en riesgo es preciso respecto a las pérdidas y ganancias observadas. Este método cuenta las ocasiones en que las pérdidas observadas exceden el umbral del VaR; es decir, compara las pérdidas realizadas con las pérdidas estimadas día a día, determinando el número de veces que las pérdidas reales son superiores al VaR estimado; en ese caso, nos refiere que no se ha excedido en más de 3 veces lo estimado con la metodología VaR. Lo indicado correspondería al 5%. Si resultara que se supera en 1% de las ocasiones, en este caso, la metodología VaR podría estar subestimando el riesgo; por el contrario, si solo se supera el 0,05%, la metodología VaR estaría sobrestimando el riesgo real. La desventaja es que, aunque contabiliza todas las pérdidas, no es posible observar la magnitud de éstas.

3.2.6. Herramientas Cuantitativas en los Precios de Derivados

En este apartado se da una breve descripción heurística de las herramientas cuantitativas en el cálculo del precio de los derivados, así como los conceptos matemáticos que son utilizados en los mercados financieros, resaltando la importancia de la evaluación matemática en estos procesos. Para efectos pragmáticos, ya que no es el objetivo de este trabajo, básicamente se distinguen dos grandes vertientes en los derivados financieros: futuros y opciones. Sin embargo, este trabajo se centra en los futuros financieros sin menoscabo de la investigación.

3.2.6.1 Derivados, herramientas matemáticas

(Ingersoll, 1987) facilitó una definición académica de los instrumentos derivados como sigue: Un contrato financiero es un seguro derivado, o un reclamo contingente, si su valor de expiración en el tiempo T está determinado exactamente por el precio de mercado del instrumento subyacente de contado al tiempo T .

(Hirsa & Neftci, 2013) en congruencia con (Ingersoll, 1987), establece que, al tiempo de expiración del contrato derivado, denotado por T , el precio $F(T)$ de un activo derivado está determinado completamente por S_T , que es el valor del activo subyacente. Después de la fecha, cesa su valor en t . Esta característica de los activos derivados juega un papel muy importante en su valuación.

En lo sucesivo, se utilizarán los términos $F(t)$ y $F(S_t, t)$, de manera alternativa para denotar el precio de un derivado cuyo activo subyacente es S al tiempo t . El derivado financiero asume un rendimiento d_t , también se considerará en lo subsiguiente T como la fecha de expiración del contrato.

3.2.6.2 Función de Precios

Según (Duffie & Pan, 1997) el problema de no conocer el precio de un derivado está representado por la función $F(S_t, t)$, así un analista financiero tratará de obtener una “fórmula de forma cerrada” para la expresión $F(S_t, t)$. Por ejemplo, la fórmula de Black-Scholes proporciona el precio de una opción en términos del activo subyacente y algunos otros parámetros relevantes, lo que es quizá el mejor caso conocido de una fórmula de forma cerrada⁶².

3.2.6.3 Futuros

(Pape, 2018) Sostiene que el problema del precio de los derivados es encontrar una función $F(S_t, t)$ que relacione el precio del activo subyacente, el precio del derivado S_t , y alguna otra posibilidad de algún otro factor de riesgo de mercado. Sin embargo, cuando se tiene una expresión cerrada, es difícil determinar métodos numéricos o describir la dinámica de la función $F(S_t, t)$.

⁶² La no existencia de una fórmula de forma cerrada no necesariamente implica la no existencia de una función de precio. Puede significar simplemente que no es posible expresar la función de precio, en términos de una simple fórmula. Por ejemplo, todas las funciones continuas y suaves pueden expresarse en términos de la expansión de una serie de Taylor. Al mismo tiempo truncar una serie de Taylor para obtener una fórmula de forma cerrada, sería en general un error.

En el enfoque matemático de las funciones que determinan el precio de un futuro financiero sea $F(S_t, t)$, donde S_t es el precio del activo subyacente y t el tiempo, se tratará de encontrar una expresión cerrada para $F(S_t, t)$, así como introducir herramientas matemáticas y conceptos utilizados en determinar el precio de los derivados financieros, (Duffie & Pan, 1997)

Sea $F(S_t, t)$, donde S_t es el precio del activo subyacente, en los contratos de futuros, con las siguientes condiciones, fecha futura T , con $t < T$. Sea F futuro sobre divisas (dólares que serán pagados en una fecha futura), contrato suscrito al tiempo t , pero no cambia hasta el tiempo T .

Sea $F(S_t, t)$ una función tal que, proporciona el valor de mercado de un contrato al tiempo t en términos de los parámetros subyacentes. Así el precio del contrato durante el periodo $T-t$, ecuación (26) estará dada por,

$$e^{rt(T-t)}S_t + (T-t), \quad (26)$$

Matemáticamente, esto deriva en la siguiente igualdad.

$$F(S_t, t) = e^{rt(T-t)}S_t + (T-t) \quad (27)$$

Donde la función $F(S_t, t)$ representa el valor del contrato de futuro en cualquier tiempo t , ecuación (27). En virtud de que las dos expresiones resultan idénticas, significa que deben tener el mismo costo; en otras palabras, puede haber oportunidades de arbitraje.

Donde:

S_t = precio spot de un activo

F_t = precio forward de un activo

r = tasa libre de riesgo

y = rendimiento del activo

τ = plazo para el vencimiento

Sea un activo subyacente que se muestra como una función de precios $F(S_t, t)$, donde S_t es el activo subyacente, puede obtenerse a partir de contratos de futuros. Un contrato de futuros, tal que a una fecha futura T , se tiene que $t < T$,

Si F es el dinero que será pagado por una unidad subyacente, el contrato se firma al tiempo t , pero los pagos no efectuados cambian hasta el tiempo T , resulta la ecuación (28).

$$F_t e^{-r\tau} = S_t e^{-y\tau} \quad (28)$$

Por tanto, se tiene un contrato que impone una obligación a ambas contrapartes -uno que entrega el subyacente, y el otro que lo recibe- ¿Cómo se puede determinar una función $F(S_t, t)$ tal que brinde el valor justo de mercado de un contrato a tiempo t , en términos de los parámetros del subyacente⁶³?

Supóngase que uno compra una unidad de subyacente al tiempo t para S_t unidades monetarias, usando fondos prestados a un interés compuesto a la tasa libre de riesgo r_t . El r_t se asume fijo durante el periodo de contrato. En consecuencia, se tiene la ecuación (29),

$$F(S_t, t) = e^{r(T-t)} S_t + (T-t) \quad (29)$$

Donde la función $F(S_t, t)$ da el valor de un contrato de futuro en cualquier tiempo t . Así, los argumentos en $F(S_t, t)$, S_t y t son variables. Pueden cambiar durante la vida del contrato. Por otra parte, r_t y T son parámetros. Si se asume que permanecen constantes durante $T - t$. La función $F(S_t, t)$ es lineal en S_t . Por esto los contratos de futuro son llamados productos lineales.

Sin embargo, cuando se trata de futuros sobre divisas en términos continuos, ecuación (30) y en términos discretos ecuación (31), el modelo de valuación es:

$$F = S \left[\frac{r_d \times \frac{1}{Base}}{r_e \times \frac{1}{Base}} \right] \quad (30)$$

⁶³ Nótese que, para operar un contrato de futuro, no se necesita la posesión del subyacente. Los derivados suscritos sobre índices accionarios son de tal clase.

O,

$$F = S \times e^{(r_d - r_e) \times \frac{1}{Base}} \quad (31)$$

Donde:

r_d = Tasa de interés doméstica y r_e = Tasa de interés extranjera. El plazo del contrato es la base de 360 o 365 días.

3.2.6.4 Condiciones de frontera

Formalmente corresponde a la noción de la fecha de expiración más cercana. Así utilizando el concepto de límite, ecuación (32), se tiene que,

$$t \rightarrow T$$

Se sigue que,

$$\lim_{t \rightarrow T} e^{r_t(T-t)} = 1 \quad (32)$$

$$t \rightarrow T$$

Donde S_t es una variable aleatoria, aplicando el límite a la parte izquierda de la igualdad, se obtiene ecuación (33):

$$S_t = F(S_T, T) \quad (33)$$

De acuerdo con esto, el límite para la variable tiempo t es una condición de frontera conocida al tiempo t , aunque el valor que S_t pueda asumir en T sea desconocido ecuación (34). Por tanto, se sigue que,

$$e^{r_t(T-t)} = 1 \quad (34)$$

Donde r_t y S_t son variables aleatorias, aplicando el límite al lado izquierdo de la expresión (33), se obtiene

$$S_T = F(S_T, T) \quad (35)$$

De acuerdo con esto, a la expiración, el precio de contado del activo subyacente y el precio de futuro serán iguales.

En el mismo orden de ideas, (Nielsen, 1999) en la teoría matemática aplicada a los derivados, encuentra diversos métodos para calcular el precio del contrato de

futuro, como es el uso de ecuaciones diferenciales parciales. (PDEs). Recordando que el concepto de diferenciación es una herramienta útil para aproximar el valor de pequeños cambios en una función. En este caso particular ecuación (36), se tiene una función $F(\cdot)$ que depende de S_t y t . Tal que, utilizando calculo, se llega a la expresión,

$$dF(S_t, t) = F_s dS_t + F_t dt \quad (36)$$

Donde F_i son derivadas parciales, nótese la importancia de diferenciar las expresiones $F(S_t, t)$ que denota el precio del derivado al tiempo t , y F_t , expresión de una derivada parcial de $F(S_t, t)$, con respecto a t .

$$F_s = \frac{\partial F}{\partial S_t}, \quad (37) \quad F_t = \frac{\partial F}{\partial t} \quad (38)$$

Donde $dF(S_t, t)$ denota el cambio total

Así (37) representa la expresión de la diferencial total de $F(\cdot)$, que da un cambio en el precio del derivado, en términos de los cambios y de su determinante. Por tanto, de la expresión (38) pueden utilizarse las derivadas parciales F_s y F_t para evaluación numérica.

Bajo este tenor de acuerdo con las ecuaciones anteriores, se tiene que los datos del mercado financiero no son discretos, son continuos. De hecho, todas las variables que se han considerado, con excepción de la variable tiempo t , probablemente sean aleatorias. Dado que el tiempo es un continuo, se tiene que, $F(S_t, t)$, S_t y posiblemente r_t , la tasa libre de riesgo, son procesos estocásticos de tiempo continuo.

De lo anterior se sigue, que para calcular la expresión

$$dF(t) = F_s dS_t + F_r dr_t + F_t dt \dots \dots \dots (39)$$

Es necesario aplicar otras herramientas en el caso de que las variables sean procesos aleatorios, como el Lema de Ito aplicado a un contrato de futuro.

3.2.6.5 Lema de Ito en Contratos de Futuro

Sea un contrato de futuro sobre un subyacente, si se asume que la tasa de interés libre de riesgo es constante e igual a r para todos los vencimientos, se define F como el precio del contrato de futuro.

La relación entre el precio del futuro, F , ecuación (40) y el precio spot, S , para un subyacente deberá ser:

$$F = S \exp^{r(T-t)} \quad (40)$$

Tal que

$$\frac{\partial F}{\partial S} = \exp^{r(T-t)}, \quad \frac{\partial^2 F}{\partial S^2} = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial t} = -rS \exp^{r(T-t)} \quad (41)$$

Asumiendo que S sigue un movimiento geométrico Browniano con retorno esperado de μ y volatilidad σ . Por tanto y de acuerdo con la definición del Movimiento Browniano o proceso de Wiener⁶⁴, en estos términos $F(\cdot)$ es un proceso de Wiener o movimiento Browniano y ya que F es una función definida en algún intervalo $I = [0, T]$ (eventualmente puede ser $T = +\infty$)⁶⁵.

3.2.6.5.1 Aplicación del Lema de Ito al Logaritmo del Precio de un Stock

Podemos utilizar el lema de Ito ecuaciones (42) y (43) para obtener el proceso seguido por una función de S , por ejemplo, $\ln S$:

Definamos

$$f = \ln S \quad (42)$$

Entonces

$$\frac{df}{dS} = \frac{1}{S} \quad \frac{d^2 f}{dS^2} = -\frac{1}{S^2} \quad \frac{df}{dt} = 0 \quad (43)$$

⁶⁴ (Einstein, 2005) proporcionó en 1905, una descripción matemática completa del fenómeno molecular descubierto en 1827, por el botánico británico Robert Brown quien observó con un microscopio las partículas de polen que había suspendido en agua. Por su parte, Brown se dio cuenta de que las partículas mostraban un movimiento constante, aleatorio, que podía ser verificado experimentalmente, así nace el movimiento Browniano o proceso de Wiener.

⁶⁵ Propiedades del Movimiento Browniano o proceso de Wiener: i) $Z(0) = 0$ ii) $\forall t, \forall a \geq 0$ la variable aleatoria $Z[t+a] - Z[t]$ es independiente de $\{Z[s] : 0 \leq s < t\}$ iii) $\forall t, \forall a > 0$ $Z[t+a] - Z[t] \sim N(0, \sqrt{a})$

Se sigue de la ecuación (40) que el proceso seguido por S, es

$$df = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dz \quad (44)$$

Puesto que μ y σ son constantes, esta ecuación indica que S sigue un proceso de Wiener generalizado. Éste tiene una tasa de sesgo constante $\mu - \frac{\sigma^2}{2}$ y desviación estándar de σ . El cambio en f entre el tiempo actual, t, y algún tiempo

Futuro, T, está normalmente distribuido con media:

$$\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) (T - t) \quad (45)$$

y varianza $\sigma^2(T - t) \quad (46)$

El valor de S en el tiempo t es $\ln S$. Este valor en el tiempo T es $\ln S_T$, donde S_T es el precio del stock en el tiempo T. Este cambio durante el intervalo de tiempo T - t es, por lo tanto

$$\ln S_T - \ln S \quad (47)$$

Por lo tanto

$$\ln S_T - \ln S \approx \Phi \left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) (T - t), \sigma \sqrt{T - t} \right] \quad (48)$$

3.2.6.5.2 Proceso seguido por el precio de una acción o una divisa

(Harrison & Kreps, 1979) Señalan que tanto las acciones como las divisas siguen procesos estocásticos, pero antes de postular un proceso cualquiera de los múltiples procesos estocásticos posibles, cabe señalar algunos aspectos de los precios.

- El precio de una acción o de una divisa no puede ser negativo, por lo que el proceso que describe su evolución ha de ser tal que impida la aparición de valores negativos.

- El movimiento en el precio de una acción es aproximadamente proporcional a su valor. Indudablemente un proceso sencillo como el proceso de Wiener anterior, no es útil, puesto que:

$$\partial x = a\partial t + b\partial z \quad (49)$$

- Admite valores negativos de x ; si empezamos con x ligeramente positivo con unos cuantos ∂z negativos pronto tendremos que x negativo.
- La varianza b es independiente de x , por lo que sigue teniendo el mismo valor cuando x es casi igual a cero que cuando x es muy grande.

Por consiguiente, un proceso un tanto más complejo, es el proceso de Ito, en el que S es la variable en cuestión:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz \quad \text{o} \quad \frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dz \quad (50)$$

Este proceso de Ito satisface las condiciones de los precios; ya que, al disminuir S disminuye su desviación estándar σS por lo que la magnitud de las fluctuaciones estocásticas siempre es proporcional al valor de S , y al disminuir S disminuyen sus fluctuaciones tanto, que nunca puede llegar a alcanzar valores negativos, (Karatzas & Shreve, 1991).

El Movimiento Browniano Geométrico, según (Harrison & Kreps, 1979), es el proceso más habitual para describir la evolución del precio de una acción o de una divisa. El término σ es la volatilidad de S , es decir, la desviación estándar de sus rendimientos, mientras que el término μ corresponde al rendimiento esperado no diversificable de S , si S es una acción, o al diferencial de tasas de interés si S es una divisa.

Si $\sigma = 0$ obtenemos $\frac{dS}{S} = \mu dt$ e integrando se tiene:

$$\int \frac{dS}{S} = \int \mu dt \Rightarrow S = \exp^{\mu t} \quad (51)$$

Expresión que es igual a la del precio del futuro de una divisa con un diferencial de tasas de interés $\mu = r_2 - r_1$, se sigue de la definición de μ como la tasa de retorno esperada.

3.3. Análisis Empírico

El Cuadro 3 resume las estadísticas básicas de la muestra total. Análisis empírico estadístico que examina en primera instancia el cálculo de los principales parámetros de las muestras de datos consideradas y descritas previamente, evaluando la estacionariedad de este proceso estocástico comprobando que su media y su varianza son constantes en el tiempo aplicando la prueba Dickey Fuller Aumentada (ADF) y la normalidad con la prueba Jarque-Bera.

Cuadro 3. Estadísticas Básicas

Estadísticas de las series de precios y rendimientos logarítmicos de Futuros y Spot México y CME.							
Rendimientos logarítmicos		Media	Desviación Estandar	Sesgo	Kurtosis	Jarque-Bera	ADF
Mercado		Precios de futuros					
MexDer	Futuros Dólar	16.8449	2.4040	-0.2712	1.9070	66.8523	-13.1660
	Contado Dólar	16.8401	2.4094	-0.2654	1.8980	67.2744	-19.3530
CME:	Futuros Peso	5.9999	1.0064	-0.4909	2.1020	37.5570	-23.3944
	Contado Peso	4.8992	0.3004	-0.1029	2.1060	37.8496	-31.6234
Mercado		Rendimientos logarítmicos					
MexDer	Futuros Dólar	0.00009	0.0031	-0.1363	3.6572	22.7393	-2.8640
	Contado Dólar	0.00003	0.0001	-0.0448	4.8270	150.2430	-2.8546
CME:	Futuros Peso	0.00009	0.0433	-0.1291	8.0640	1154.8240	-2.8640
	Contado Peso	0.00025	0.0055	-0.1209	9.4486	1870.4364	-2.8545
95% C.V						5.99	-3.66

Fuente: Elaboración propia con datos de las series de precios de Banxico y CME a partir de cálculos con Eviews

El Cuadro 3. Muestra que las medias de las series de precios son positivas. La volatilidad muestra una desviación con una diferencia mínima del rango del 0.29% al 0.30% en los futuros del dólar más altos que los futuros de CME.

En este cuadro, se observa que las medias de las series de precios son positivas. La volatilidad muestra una desviación con una diferencia mínima del rango del 0.29% al 0.30% en los futuros del dólar más altos que los futuros de CME. En cuanto a la asimetría todas las series de precios son no-normales dado que los coeficientes de asimetría son negativos, lo cual indica que las distribuciones son asimétricas o de cola izquierda, como lo demuestran los resultados del estadístico de Jarque-Bera, mismos que son muy grandes y las cuatro series muestran curtosis significativas. La distribución del rendimiento actual es muy similar dentro de las dos muestras consideradas. El estadístico Jarque-Bera combina la curtosis con simetría para medir normalidad, este estadístico se distribuye X^2 (Chi cuadrada). La estacionariedad se examina con la prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF) de raíz unitaria.

Sin embargo, se aprecia que en el Mercado Mexicano tanto en el futuro como como en el precio a mercado, se muestra las mayores desviaciones de una distribución Gaussiana, el CME muestra un exceso de curtosis, mientras que el mercado mexicano tiene el valor del estadístico Jarque-Bera de 66.85 para el futuro del dólar y no así para el futuro del peso en Chicago cuyo valor es de 37.55, por lo que el estadístico Jarque-Bera es más alto en el futuro del dólar. Este resultado justifica la decisión de estacionalidad con el uso de la prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller. Esto es importante desde una perspectiva de cobertura, ya que las series no estacionarias pueden dar lugar a regresiones espurias y, por lo tanto, invalidar la estimación de la cobertura óptima⁶⁶. Se destaca el hecho de que los resultados aquí expuestos obtienen mayor relevancia para el análisis aplicado en el Capítulo 4.

⁶⁶ Se utilizan datos diarios, donde los rendimientos se calculan como los precios logarítmicos diferenciados. Para cada uno de los contratos, se usaron las observaciones de cuatro años para estimar los modelos básicos y su diagnóstico.

Cuadro 4. Desempeño de la Cobertura para cada Métrica

VaR y CVaR ($\alpha = 90\%$, 95% , 97.5% y 99%) de los contratos de futuros sobre divisas en México y Chicago (Dólar y Peso Mexicano, respectivamente)									
		VaR90	VaR95	VaR97.5	VaR99	CVaR90	CVaR95	CVaR97.5	CVaR99
Mercado Mexicano de Derivados									
DEUA	Ex Ante	63.59	84.62	91.08	87.68	85.92	93.75	89.13	90.67
Corta	Dentro	62.90	70.24	84.34	87.27	82.87	93.50	86.01	87.74
	Ex Post	64.10	82.31	87.83	92.37	82.40	81.56	81.24	84.30
DEUA	Ex Ante	84.61	85.71	92.69	96.41	94.54	92.61	93.99	95.81
Larga	Dentro	80.66	79.53	82.50	91.27	94.33	91.97	87.64	91.19
	Ex Post	76.76	75.95	84.67	94.42	92.98	89.82	90.00	91.81
Mercado Estados Unidos (Chicago)									
MXP	Ex Ante	83.48	85.89	86.78	95.01	82.25	91.88	90.26	91.88
corta	Dentro	81.58	87.67	84.41	92.06	82.14	90.40	89.22	90.74
	Ex Post	83.92	84.50	86.86	88.61	85.36	82.91	84.59	83.05
MXP	Ex Ante	90.13	87.29	75.32	97.68	86.60	90.37	89.48	92.66
larga	Dentro	84.41	83.09	74.49	79.89	84.45	86.43	86.41	88.07
	Ex Post	86.58	79.75	80.84	77.67	80.55	79.85	85.01	86.47

Fuente: Elaboración propia con datos de las muestras, obtenidas de Bloomberg y Banco de México.

El Cuadro 4, presenta los resultados del desempeño de cobertura para cada métrica utilizada, cada una de las particiones consideradas y para cobertura corta. Se compara el desempeño de la cobertura de las estrategias de cobertura para cada una de las métricas. Implica la generación de una gran cantidad de conjuntos de datos de muestra a partir de los datos de las estrategias cortas y largas para cada mercado, estrategia y partición. En total 240 parejas de datos. Esto nos permite probar las diferencias estadísticas entre los resultados actuales.

Este procedimiento se repite en cada mercado para cobertura de corto y largo plazo. Por ejemplo, Chicago, cobertura corta Exante VaR 90, se compara con la cobertura corta Exante VaR 99, observando que, el mejor resultado es el VaR 99 con 95.01 en relación con el 83.48, lo que arroja una diferencia de 11.53. Por lo tanto, se calculan 240 diferencias entre los resultados de las métricas de cobertura considerando los cuatro diferentes niveles de confianza, calculados con el modelo histórico, partiendo del hecho de que todos los datos tienen el mismo peso.

Por ejemplo, un coberturista corto que utiliza la métrica VaR90 para cubrir Exante, encuentra que el dólar reduce el VaR en más del 63% en contraste con la Dentro cuya cobertura reduce el VaR en más del 62%. Se encuentran resultados similares cuando se usa ES. Esto ocurre en el 96% de todos los casos y en un promedio de poco más del 8%.

Cuadro 5. Contraste del Desempeño de cobertura entre las estrategias Corta y Larga

Contraste entre las posiciones largas -cortas con VaR y ES ($\alpha = 90\%$, 95% , 97.5% y 99%) de los contratos de futuros sobre divisas en México y Chicago (Dólar y Peso Mexicano, respectivamente)										
		VaR90		VaR95		VaR 97.5		VaR99		Diferencias promedio VaR
		Diferencia	%	Diferencia	%	Diferencia	%	Diferencia	%	
Mercado Mexicano de Derivados										
DEUA	Ex Ante	21.02	25%	1.08	1%	1.62	2%	8.74	9%	8.11
	Dentro	17.76	22%	9.29	12%	-1.84	-2%	4.00	4%	7.30
	Ex Post	12.66	16%	-6.37	-8%	-3.16	-4%	2.05	2%	1.29
Mercado Estados Unidos (Chicago)										
MXP	Ex Ante	6.65	7%	1.40	2%	-11.46	-15%	2.67	3%	-0.18
	Dentro	2.83	3%	-4.58	-6%	-9.92	-13%	-12.17	-15%	-5.96
	Ex Post	2.67	3%	-4.75	-6%	-6.03	-7%	-10.94	-14%	-4.76
		ES90		ES95		ES 97.5		ES99		Diferencias promedio ES
		Diferencia	%	Diferencia	%	Diferencia	%	Diferencia	%	
Mercado Mexicano de Derivados										
DEUA	Ex Ante	8.62	9%	-1.14	-1%	4.87	5%	5.15	5%	4.37
	Dentro	11.47	12%	-1.53	-2%	1.62	2%	3.45	4%	3.75
	Ex Post	10.58	11%	8.26	9%	8.76	10%	7.51	8%	8.78
Mercado Estados Unidos (Chicago)										
MXP	Ex Ante	4.36	5%	-1.51	-2%	-0.78	-1%	0.78	1%	0.71
	Dentro	2.31	3%	-3.97	-5%	-2.81	-3%	-2.67	-3%	-1.79
	Ex Post	-4.81	-6%	-3.06	-4%	0.42	0%	3.42	4%	-1.01

Fuente: Elaboración propia con datos del Cuadro 4.

Cuadro 5. Contraste del desempeño entre las estrategias corta y larga de cada uno de los mercados.

En el Cuadro 5, se muestra el contraste del desempeño entre las estrategias corta y larga de cada uno de los mercados. Se llevó a cabo de la siguiente manera. Tomando como ejemplo, el Chicago, cobertura corta, Exante, VaR 90 igual a 83.48, se contrastó con la cobertura larga 90.13, y se observa un incremento en la disminución del VaR en un 6.65, lo que representa el 7% en la posición larga. Esto se realizó para cada mercado y para cada métrica de desempeño. Los resultados de estas comparaciones indican que las coberturas cortas superan a las coberturas largas en el 68% de los casos en la muestra. Las diferencias de las coberturas largas y corta es más alta para el nivel de confianza $\alpha = 90\%$.

Cuadro 6. Contrastes Porcentuales Promedio sobre el Desempeño de la Cobertura

Contraste porcentual entre los mercados Chicago -MexDer y las posiciones largas y cortas con las Métricas VaR y ES y sus niveles de confianza $\alpha = 90\%$, 95% , 97.5% y 99%											
		VaR90		VaR95		VaR97.5		VaR99		Diferencias promedio VaR	
		Diferencia	Porcentaje	Diferencia	Porcentaje	Diferencia	Porcentaje	Diferencia	Porcentaje		
Corta	Ex Ante	19.89	24%	1.26	1%	-7.60	-9%	0.90	1%	3.61	
	Dentro	7.02	8%	17.43	20%	1.48	2%	-0.51	-1%	6.35	
	Ex Post	22.98	27%	2.19	3%	-3.91	-5%	1.81	2%	5.77	
Larga	Ex Ante	10.37	12%	1.59	2%	-17.37	-23%	-4.51	-5%	-2.48	
	Dentro	3.75	4%	-5.14	-6%	5.17	6%	-3.24	-4%	0.14	
	Ex Post	9.83	11%	3.80	5%	0.91	1%	-14.08	-18%	0.11	
		CVaR90		CVaR95		CVaR97.5		CVaR99		Diferencias promedio CVaR	
		Diferencia	Porcentaje	Diferencia	Porcentaje	Diferencia	Porcentaje	Diferencia	Porcentaje		
Corta	Ex Ante	-3.68	24%	-1.87	1%	1.13	-9%	1.21	1%	-0.80	
	Dentro	-0.72	8%	-3.10	20%	3.20	2%	3.00	-1%	0.60	
	Ex Post	2.96	27%	1.35	3%	3.35	-5%	-1.25	2%	1.60	
Larga	Ex Ante	-7.93	12%	-2.24	2%	-4.51	-23%	-3.15	-5%	-4.46	
	Dentro	-9.88	4%	-5.54	-6%	-1.22	6%	-3.12	-4%	-4.94	
	Ex Post	-12.43	11%	-9.97	5%	-4.99	1%	-5.34	-18%	-8.18	

Fuente: Elaboración propia con datos de los Cuadros 4 y 5.

El Cuadro 6. muestra los contrastes porcentuales promedio en ambos mercados entre efectividad de cobertura de las métricas en la muestra para VaR; son para México 8%, 7% y 1% y para Chicago del -0.18, -5.96 y -4.76, en tanto que para el ES son 4%, 3% y 8% respectivamente, y para México y para Chicago del orden de 0.71, -1.79 y -1.01, notablemente menor.

Finalmente, se examina el contraste mercado por mercado; se han identificado discrepancias significativas. Se observa un mejor desempeño para el Chicago al 90%, corta Expost, mientras que el peor desempeño de cobertura se observa para el MexDer al 99% larga Expost. Por ejemplo, bajo la métrica de desempeño ES, el Mercado Mexicano generalmente rinde menos que el de Chicago, en promedio, el 2.7%.

Asimismo, se observan discrepancias entre las métricas. La métrica con mejor desempeño en la muestra es ES 94.9% mientras que el peor desempeño de cobertura es para el VaR 62.9%. Esto representa un diferencial de desempeño de más del 30% y es consistente con una menor correlación entre el precio a mercado y futuros en comparación con Chicago.

Cuadro 7. Criterios Kupiec

Backtesting			Número de fallos	Zona
Futuros del dólar				
DEUA	Ex Ante		2	
Corta	Dentro	✓	1	
	Ex Post		2	
DEUA	Ex Ante		3	
Larga	Dentro		3	
	Ex Post		2	
Futuros del peso				
MXP	Ex Ante		4	
corta	Dentro		3	
	Ex Post		2	
MXP	Ex Ante		3	
larga	Dentro		3	
	Ex Post		2	

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos realizados con datos de la muestra

En el Backtesting Cuadro 7, se observan valores muy por debajo del número esperado de fallos de acuerdo con el Cuadro 7 de Criterios Kupiec, suponiendo así ineficiencias en la gestión de la cartera ya que para las entidades implica designar un mayor número de provisiones sin ser necesario, generando un alto costo de oportunidad.

3.4. Resultados

A partir de las estimaciones mostradas en el Cuadro 4, se presenta la evaluación del desempeño de cobertura para cada métrica, para cada una de las particiones y para ambas posiciones corta y larga. Se comparó el desempeño de la cobertura de las estrategias de cobertura para cada una de las métricas a partir del porcentaje de reducción del riesgo. Esto involucró la generación de una gran cantidad de conjuntos de datos en la muestra a partir de los resultados de las posiciones cortas y largas para cada mercado, estrategia y partición, lo que ha permitido probar las diferencias estadísticas existentes.

1. En el Cuadro 5 se evidenció el contraste del desempeño entre las estrategias corta y larga en cada uno de los mercados, contrastando las posiciones cortas contra larga en ambos mercados, observando que, en particular para el CME

hay un incremento en la disminución del VaR en un 6.65%, lo que representa el 7% en la posición larga. Esto se realizó para cada mercado y para cada métrica de desempeño. Los resultados de estos contrastes indican que las coberturas cortas superan a las coberturas largas en el 68% de los casos en la muestra. Las diferencias en las coberturas largas y corta son más altas para el nivel de confianza $\alpha = 90\%$.

2. Otro resultado interesante son las discordancias entre las métricas, encontrando que en MexDer la métrica con mejor desempeño es ES 94.9% mientras que el peor desempeño de cobertura es VaR 62.9%. lo que resulta en un diferencial de desempeño de más del 30% y es consistente con una menor correlación entre el precio a mercado y futuros en comparación con el CME.
3. Esto se hace para cada mercado en cobertura de corto y largo plazo. Por ejemplo, Chicago, cobertura corta Exante VaR 90, se compara con la cobertura corta Exante VaR 99, observando que el mejor resultado es el VaR 99 con 95.01 en relación con el 83.48, lo que arroja una diferencia de 11.53. Por lo tanto, se calculan 240 diferencias entre los resultados de las métricas de cobertura considerando los cuatro diferentes niveles de confianza, calculados con el modelo histórico, partiendo del hecho de que todos los datos tienen el mismo peso.
4. Por ejemplo, un coberturista corto que utiliza la métrica VaR 90 para cubrir Exante para el dólar, reduce el VaR en más del 63% en contraste con la Dentro cuya cobertura reduce el VaR en más del 62%. Se encuentran resultados similares cuando se usa CVaR. Esto ocurre en el 96% de todos los casos y en un promedio de poco más del 8%.
- 5 Se muestran los resultados en términos absolutos, en dólares para evitar decisiones erradas por la imprecisión de los resultados. Se sabe que toda inversión conlleva un riesgo, pero al tomar decisiones más informadas y acertadas, permite sostener una cartera ganadora. Así,
- 6 Si un inversionista quiere cubrir una posición de \$100 mil dólares, podríamos plantear los siguientes resultados de la reducción porcentual en el riesgo, derivado de las valuaciones, en el Cuadro 4 se tiene que:

- a. Porcentaje de reducción porcentual del riesgo en una posición en MexDer como sigue: dólares, Corta, Dentro, 95% = 76.73% (VaR), representa que, en una posición corta de este tipo, el 95% de las ocasiones no perderá más de \$23,270, de igual manera, no se espera que la inversión caiga el 95% de las veces en un día.
 - b. Porcentaje de reducción porcentual del riesgo en una posición en MexDer como sigue: dólares, Corta, Dentro, 95% = 96.48 (ES), de igual manera, esto significa que en una posición larga el 95% de las ocasiones no perderá más de \$3,520, de igual manera, no se espera que la inversión caiga, el 95% de las veces en un día.
 - c. La diferencia en estas posiciones de cobertura es significativa, es decir, ya que $\$23,270 - \$3,520 = \$19,750$ dólares. Por tanto, la cobertura calculada con la métrica ES es mejor que la calculada con el VaR.
- 7 Sea la misma posición en dólares \$100 mil, en términos del análisis de contraste de las métricas tradicionales. Tomemos la posición de un coberturista corto que utiliza la métrica VaR (MexDer) para cubrir:
- a) Exante Corto Dólar al 90% cuyo porcentaje de reducción es = 63.59%, lo que significa que el 90% de las ocasiones no perderá más de \$6,359 dólares.
 - b) En contraste con la posición: Dentro Corto Dólar al 90% cuya cobertura reduce el VaR en 78.81%, lo que implica que el 90% de las ocasiones no perderá más de \$7,881 dólares.
 - c) La diferencia en estas posiciones de cobertura es $\$6,359 - \$7,881 = \$1,522$ dólares. Por tanto, la cobertura calculada con la métrica VaR al 90% de confianza en posición corta brinda la mejor cobertura, antes de la presión del tipo de cambio.
- 8 Se encuentran resultados similares cuando se usa ES. Esto ocurre en el 96% de los casos y en un promedio de poco más del 8%.
- 9 Cuadro 5. Contraste del desempeño entre las estrategias corta y larga de cada uno de los mercados. Se llevó a cabo de la siguiente manera. Tomando como ejemplo, el Chicago, cobertura corta, Exante, VaR 90 igual a 83.48, se

contrastó con la cobertura larga 90.13, se observa un incremento en la disminución del VaR en un 6.65, lo que representa el 7% en la posición larga. Esto se realizó para cada mercado y para cada métrica de desempeño. Los resultados de estas comparaciones indican que las coberturas cortas superan a las coberturas largas en el 68% de los casos en la muestra. Las diferencias, las coberturas larga y corta es más alta para el nivel de confianza $\alpha = 90\%$.

10 Derivado de la prueba Back testing, se observaron valores muy por debajo del número esperado de fallos de acuerdo con el criterio Kupiec fortaleciendo la eficiencia en la gestión de la cartera en ambos mercados ya que, en caso contrario, para las entidades implicaría designar un mayor número de provisiones sin ser necesario, lo que implicaría un alto costo de oportunidad.

3.5 Conclusiones capitulares

- I. El VaR como métrica de desempeño, ha brindado resultados inferiores que el ES, en términos de la mejor cobertura en comparación con el ES. Esto apunta a que la magnitud de la efectividad de la cobertura utilizada también debe corresponder al resultado que se pretende obtener, ya que los resultados considerados están en función de la elección de la métrica de desempeño. Es importante aprovechar los avances matemáticos en el campo de las finanzas para constituir una adecuada medida de riesgo.
- II. No obstante que el Valor en riesgo es una métrica de fácil interpretación, los resultados considerados en el ES, (Expected Shortfall) aluden una medida de riesgo coherente y permiten una apropiada asignación de capital. Al proponer la utilización de modelos no paramétricos, se permite el cálculo de los posibles escenarios y la construcción de la distribución de rendimientos en función de la información histórica disponible. Sin embargo, los métodos paramétricos, usualmente, son el camino más sencillo para el cálculo del VaR y el ES, ya que presumen en principio normalidad.

- III. El VaR como métrica para evaluar el riesgo tiende a subestimar su cuantía ante la presencia de eventos de presión o crisis o de colas pesadas, no obstante, se considera que es un indicador de riesgo básico por regulación. Basilea⁶⁷ (2006).
- IV. El ES es una medida predictiva estadísticamente significativa para evaluar el desempeño de la cobertura. Los resultados mostraron que el ES es la medida de riesgo más precisa que el VaR, dado que considera los quebrantos en extremo.
- V. A partir de los resultados obtenidos, se observa la prevalencia del ES en relación con el VaR, confirmando la finalidad de esta investigación, al considerar un mecanismo de toma de decisiones diferente tal que, minimice la pérdida potencial bajo una administración de riesgo de tipo de cambio adecuada al realizar operaciones con métricas y modelos tradicionales.
- VI. En relación con la volatilidad, ésta es mayor en el mercado mexicano que en el de Chicago, en función de los resultados del análisis estadístico expuesto en el Cuadro 3, en el que se observa una asimetría positiva tanto en los futuros del peso en CME como en los del dólar en MexDer.
- VII. La prueba Back testing, fortaleció la evaluación de la efectividad del modelo del valor en riesgo en ambos mercados ya que, en caso contrario, implicaría designar un mayor número de provisiones sin ser necesario, a un alto costo de oportunidad.
- VIII. La cobertura con derivados de divisas particularmente con futuros sobre el peso en CME y el dólar en MexDer contribuye a la disminución del riesgo de mercado al que se encuentra expuesta una determinada entidad, inversionista o coberturista. Sin embargo, es necesario analizar con profundidad la coyuntura actual de la economía, especialmente el comportamiento de las divisas y su efecto sobre la posición ya que en algunos casos es mejor estar descubierto para no aumentar el riesgo de cartera y por el contrario incrementar el beneficio vía retorno.

⁶⁷ Esta recomendación del Banco de Pagos Internacionales (BIS, por sus siglas en inglés) se mantiene vigente, no obstante que ha habido otras aplicaciones y modelos internos.

- IX. Se ha cumplido el objetivo planteado en esta tesis, en virtud de que el modelo que permite explicar con mayor precisión estadística el desempeño de la cobertura, es el ES considerando los resultados previos.

En el siguiente capítulo de esta tesis se desarrolla la evaluación del porcentaje de disminución del riesgo a partir de un enfoque basado en el modelo GARCH, con un enfoque heterocedástico para el cálculo de las métricas VaR y ES, llevando a cabo el contraste con los resultados obtenidos.

Capítulo 4. Análisis de Contraste con Métricas VaR y ES, bajo un Enfoque GARCH (VarG y ESG) propuestas

4.1. Introducción

Bajo la consideración de que la práctica de la administración de riesgos, y en particular en el riesgo de mercado (riesgo derivado de los movimientos adversos del precio de los activos) es usual utilizar contratos de futuros para cubrirse, así como para administrar y reducir el riesgo, en esta tesis se ha considerado iniciar con el análisis mostrado en el Capítulo 3, sobre la valuación del desempeño de la cobertura aplicando las métricas tradicionales Valor en Riesgo (VaR) y Expected Shortfall (ES). En este segundo análisis, se efectuó un análisis de contraste aplicando métricas VaR y ES, bajo un enfoque autorregresivo con heterocedasticidad condicional GARCH.

No obstante que derivado de la revisión de la literatura, se encontraron escasos estudios que contrasten el desempeño de la cobertura con contratos de futuros que consideren una moneda inversa en términos del tipo de cambio, negociados en dos mercados diferentes y asimétricos, en este capítulo se examina el desempeño de la cobertura considerando contratos de futuro peso/dólar, ofrecidos por el Mercado Mexicano de Derivados (MexDer) frente a los futuros dólar/peso, operados por la Bolsa Mercantil de Chicago (CME), los cuales, presentan importantes discordancias en tamaño, volumen de comercio y madurez, aplicando las métricas del VaR y ES fortaleciéndolas bajo un enfoque GARCH. De igual forma, esta metodología considera incluir la posición de negociación, discriminando entre riesgo a la baja y al alza. En este capítulo se analiza, contrasta y establece cuál de esas métricas aplicadas a ambos mercados brinda mejores estimaciones, estadísticamente consistentes sobre la cobertura de divisas con los futuros anotados con anterioridad, bajo la hipótesis: “Es posible lograr una estimación estadísticamente significativa aplicando ES bajo un enfoque GARCH, y obtener una mayor precisión mejorando el desempeño de la cobertura en mercados volátiles, calculando las pérdidas potenciales con diferentes niveles de confianza (90%, 95%, 97.5% y 99%)”

Es decir, que el ES se considera mucho más eficiente para mercados volátiles. También se considera la hipótesis de que la cobertura en el CME conduce a mejores resultados de cobertura que los obtenidos en el MexDer.

Este capítulo está constituido de la siguiente forma: inicia con esta introducción, la segunda parte detalla el marco teórico metodológico, la tercera parte sobre los Análisis empíricos, la cuarta y última presenta los hallazgos obtenidos.

4.2. Marco Teórico Metodológico

4.2.1. Datos y Periodicidad

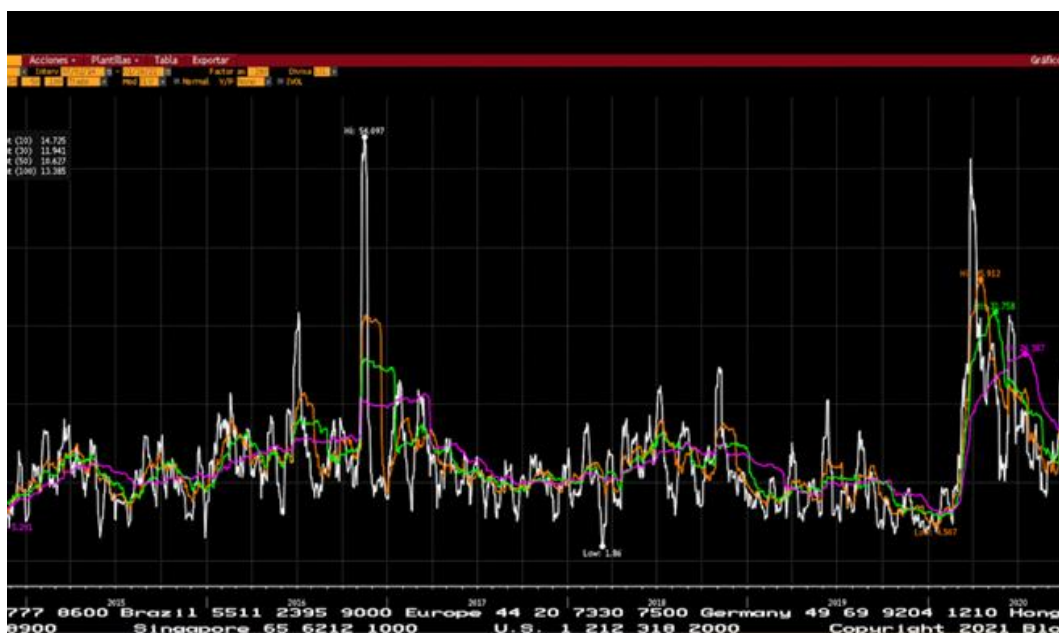
Se ha efectuado una minuciosa estrategia de investigación atendiendo a los grandes contrastes existentes entre el MexDer y el CME, en los cuales los contratos de futuros tienen características similares. No obstante, el CME es el mercado de futuros más grande a nivel mundial y cuyas operaciones iniciaron en el siglo XIX. El MexDer, por su parte, es un mercado pequeño de una economía emergente; luego de alguna emisión transitoria de algunos activos con garantía a plazo, el mercado finalmente inició operaciones el 15 de diciembre de 1998, precisamente negociando futuros peso/dólar. Aunque los contratos de derivados siguen normas similares a las de otros mercados, aparte de las diferencias del tamaño y maduración, la gran diferencia hasta ahora es el tamaño de cada contrato. En el MexDer, cada contrato de futuros cubre una cantidad de 10,000 US\$, mientras que, en el CME cada contrato de futuros cubre un monto de 500,000 MXP\$, aproximadamente 25,432 US\$⁶⁸ lo que representa 2.54 veces en relación con el contrato en MexDer. Los futuros en cada mercado están sujetos a la volatilidad en ambas monedas, pero el dólar es la moneda sobresaliente.

El periodo de análisis detallado en el capítulo que precede abarca el lapso comprendido de octubre de 2016 a junio de 2017. Las series de datos

⁶⁸ Al tipo de cambio del 29 de diciembre de 2017

correspondientes al CME y MexDer se obtuvieron de Bloomberg data; los datos del tipo de cambio fueron obtenidos de Banco de México (Banxico). Para esta tesis, se eligió analizar de entre el universo de datos (2014-2017) un ciclo de 9 meses de presión cambiaria, dividiéndolos en tres subperiodos. El criterio de elección para dichos ciclos fue el siguiente (detallado en el capítulo 3): El primer subperiodo (exante) de octubre a diciembre de 2016, analiza el comportamiento de las coberturas ante un periodo de presión; el segundo subperiodo (dentro) examina el problema en un entorno de volatilidad acelerada, de enero a marzo de 2017, impactada por las presiones causadas a la economía mexicana a causa de la caída e inestabilidad de los precios del petróleo (la segunda exportación más grande de México), así como un tipo de cambio inestable; el tercer subperiodo (expost) comprende de abril a junio de 2017, y tiene como objetivo observar el comportamiento de los futuros después de un periodo de estrés en los mercados de futuros de México y Chicago. Esto ha permitido analizar con más detalle el desempeño de la cobertura en ambos mercados. En la Figura 16, se muestra el periodo de análisis y la alta volatilidad en la que se encontraban las tasas de cambio, lo que justifica la elección de los periodos de presión para el análisis de los datos en esta tesis.

Figura 16. Volatilidad del tipo de cambio Peso/Dólar 2000-2020



Fuente: Gráfica obtenida del sistema Bloomberg (Bloomberg, Bloomberg, 2020)

La Figura 16, muestra la gráfica obtenida de Bloomberg, en la cual se evidencia la alta volatilidad del tipo de cambio peso /dólar en el lapso comprendido de junio 2016 a junio de 2017, en el cual se muestra que el periodo considerado en la tesis (2016-2017) es de los más volátiles para el tipo de cambio.

4.2.2. Análisis de Estacionariedad

Sea Y_t , una serie de tiempo, Tal que, $Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 Y_{t-1} + u_t$. Donde $u_t =$ error de ruido blanco y $t =$ tiempo. Sean las probabilidades $\beta_1 = 0$, $\beta_2 = 0$, $\beta_3 = 1$, una caminata aleatoria pura, que se expresa como $Y_t = Y_{t-1} + u$. En términos de incrementos (Δ) se tiene que si $\Delta Y_t = (Y_t - Y_{t-1}) = u_t$ se convierte en estacionaria. Para probar la estacionariedad⁶⁹ y dada la importancia de este último resultado, se utiliza la prueba de raíz unitaria, cuya expresión es,

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t, \text{ con } -1 \leq \rho \leq 1 \quad (52) \quad (\text{Dickey \& Fuller, 1979})$$

(Dickey & Fuller, 1979) Probaron que si H_0 , con $\delta = 0$, la estimación en t del coeficiente Y_{t-1} en la expresión $\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t$ sigue el estadístico τ (tau). También calcularon los valores críticos del estadístico τ considerando el método Monte Carlo de simulación. Este estadístico o prueba tau es la prueba Dickey-Fuller (DF)⁷⁰, como distinción a su descubrimiento.

Por añadidura, si rechazamos H_0 con $\delta = 0$ (i.e., la serie de tiempo es estacionaria), es posible recurrir a la prueba t (de Student). La prueba Dickey-Fuller es unidireccional ya que H_1 considera $\delta < 0$ (o $\rho < 1$), de acuerdo con:

$H_0: \delta = 0$ (i.e., existe una raíz unitaria, la serie de tiempo es no estacionaria o tiene tendencia estocástica)

$H_1: \delta < 0$ (i.e., la serie de tiempo es estacionaria, posiblemente con una tendencia determinista)

⁶⁹ Se dice que existe Estacionariedad, si la tendencia de una serie de tiempo es predecible y no variable completamente, entonces se le llama tendencia determinista; en caso contrario, se le llama tendencia estocástica.

⁷⁰ (Dickey & Fuller, 1979). "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root" Journal of the American Statistical Association, vol. 74, 1979, pp. 427-431.

A este tenor, y no obstante que se cuenta con diversas pruebas de estacionariedad, en esta tesis se considera la prueba del correlograma debido a la importancia que se le otorga en el pasado reciente, y enseguida se aborda la prueba de raíz unitaria. Una de las diversas pruebas de estacionariedad se basa en la denominada función de autocorrelación (FAC). La FAC en el rezago k , denotada por ρ_k , se define como:

$$\rho_k = \frac{Y_k}{Y_\varphi} = \frac{\text{Covarianza en el rezago } k}{\text{Varianza}} \quad (53)$$

Dado que la covarianza y la varianza se miden en las mismas unidades, igual que cualquier coeficiente de correlación $-1 < \rho_k < +1$. Al graficar ρ_k respecto de k , la gráfica obtenida se conoce como correlograma poblacional.

Proceso estocástico de raíz unitaria, Sea,

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad \text{con } -1 \leq \rho \leq 1 \quad \text{expresión de MCA, si } \rho = 1 \quad \dots(54)$$

Esta expresión (54) es muy semejante al modelo autorregresivo de primer orden de Markov, conocido como problema de raíz unitaria⁷¹; esto es, estamos ante una condición de no estacionariedad. Consecuentemente $v(Y_t)$ es no estacionaria. Por tanto, los términos no estacionariedad, caminata aleatoria, raíz unitaria y tendencia estocástica se consideran sinónimos, (Rendón, 2012).

A partir de la expresión (54) donde u_t es un ruido blanco.

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad \text{con } -1 \leq \rho \leq 1 \quad (55)$$

$$\text{substrayendo } Y_{t-1} \quad \dots(56)$$

En ambos miembros de la ecuación, se tiene;

⁷¹ Se denomina raíz unitaria dado que $\rho = 1$. En consecuencia, los términos no estacionariedad, caminata aleatoria, raíz unitaria y tendencia estocástica son considerados sinónimos.

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} + u_t - Y_{t-1} \quad (57)$$

$$= (\rho - 1)Y_{t-1} + u_t \quad (58)$$

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \quad (59)$$

Donde $\delta = (\rho - 1)$ y Δ , es el operador de primeras diferencias. Al estimar (59) se prueba la hipótesis con $\delta = 0$, y la hipótesis alternativa con $\delta < 0$. En consecuencia, si $\delta = 0$, entonces $\rho = 1$; i.e., tenemos una raíz unitaria, por tanto, la serie de tiempo es no estacionaria.

$$\text{Si } \delta = 0 \text{ la expresión (33) queda como, } \Delta Y_t = (Y_t - Y_{t-1}) = u_t \quad (60)$$

Prueba Dickey-Fuller tiene sentido cuando el término de error u_t no está correlacionado, pero cuando dicho término sí está correlacionado se conoce como Prueba Dickey-Fuller Aumentada (DFA). Esta implica aumentar a las tres ecuaciones anteriores los valores rezagados de la variable dependiente ΔY_t . Esta prueba consiste en estimar la siguiente regresión:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (61) \text{ (Dickey \& Fuller, 1979)}$$

Donde ε_t es un término de error puro de ruido blanco y donde $\Delta Y_{t-1} = (Y_{t-1} - Y_{t-2})$, $\Delta Y_{t-2} = (Y_{t-2} - Y_{t-3})$, etc. El número de términos de diferencia rezagados que debemos incluir con frecuencia se determina de manera empírica, con la idea de incluir los términos suficientes para que el término de error ε_t no esté serialmente relacionado y sea posible obtener una estimación insesgada de δ , del coeficiente de Y_{t-1} rezagado.

4.2.3. Prueba t (de Student)

Para robustecer esta tesis se lleva a cabo la prueba t (de Student) con el objeto de reforzar los resultados de la estacionariedad de las series, donde el criterio a seguir es, si el valor absoluto calculado del estadístico corresponde a los valores

críticos Tau de MacKinnon, rechazamos la hipótesis de que $\delta = 0$, en cuyo caso la serie de tiempo es estacionaria. Por otra parte, si el $|t|$ calculado no excede el valor crítico t , no rechazamos la hipótesis nula, en cuyo caso la serie de tiempo es no estacionaria. Sea el modelo matemático de la prueba t ,

$$f(t) = \frac{\gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\sqrt{v\pi\gamma\left(\frac{v}{2}\right)}} \left(1 + \frac{t^2}{v}\right)^{-(v+1)/2} \quad (62)$$

En el mismo orden de ideas, aplicar regresiones de mínimos cuadrados sobre variables no estacionarias es conveniente, ya que pueden resultar estimaciones de parámetros falsos acerca de las relaciones entre variables. De igual manera, revisar la estacionariedad también contribuye en el pronóstico, ya que puede indicar la clase de procesos que se tienen que construir en los modelos para realizar predicciones precisas.

4.2.4. Prueba de Normalidad

No obstante que hay diversas teorías relacionadas con pruebas de normalidad como son los histogramas de residuos, la gráfica de probabilidad normal (GPN) y la Prueba Jarque-Bera (J-B), en esta tesis se aplicó lo concerniente a la prueba de normalidad Jarque-Bera (J-B).

4.2.5. Prueba Jarque-Bera (J-B)

Aplicando *multiplicadores de Lagrange* o bien la prueba de puntaje de la *familia de distribuciones de Pearson*, obtenemos pruebas de normalidad de observaciones y perturbaciones de regresión. Estas tienen propiedades óptimas asintóticas y buen rendimiento de muestra finita. (Jarque & Bera, 1987).

Sea N un conjunto de observaciones independientes de una v.a. $x = x_1, \dots, x_N$ se asume interés en probar la normalidad de x . Sea $\mu = E(x_i)$ la media poblacional desconocida de x , y sea $x_i = \mu + u_i$. Supóngase que $f(u_i)$ es la función de

densidad de probabilidad de u_i , miembro de la familia de distribuciones de Pearson⁷², se sigue que,

$$\frac{df(u_i)}{du_i} = \frac{(c_1 - u_i)f(u_i)}{(c_0 - c_1 u_i + c_2 u_i^2)} \quad \text{con } -\infty < u_i < \infty \quad (63) \quad (\text{Kendal \& Stuart, 1969})$$

El log $f(x_i)$ de las N observaciones $x = x_1, \dots, x_N$, puede expresarse como,

$$l(\mu, c_0, c_1, c_2) = -N \log \left[\int_{-\infty}^{\infty} \exp \left[\int \frac{c_1 - u_i}{c_0 - c_1 u_i + c_2 u_i^2} du_i \right] du_i \right] + \sum_{i=1}^N \left[\int \frac{c_1 - u_i}{c_0 - c_1 u_i + c_2 u_i^2} du_i \right] \quad (64)$$

En el mismo orden de ideas probar la hipótesis de normalidad, significa que a partir de la expresión $f(u_i)$. $H_0: c_1 = c_2 = 0$. (65)

Sean $\theta_1 = (\mu, c_0)$, $\theta_2 = (c_1, c_2)$ y $\theta = (\theta_1', \theta_2'')$. A partir de esto, se puede mostrar que la prueba estadística LM está dada por,

$$LM = N \left[\frac{(\sqrt{b_1})^2}{6} + \frac{(b_2 - 3)^2}{24} \right] \quad (66)$$

Dónde,

$$\sqrt{b_1} = \frac{\hat{\mu}_3}{\hat{\mu}_2^2}, \quad b_2 = \frac{\hat{\mu}_4}{\hat{\mu}_2^2}, \quad \hat{\mu}_j = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^j}{N} \quad (67)$$

y

$$\bar{x} = \sum \frac{x_i}{N}, \quad (14) \quad \text{con } i = 1, \dots, N \quad (68)$$

Las expresiones $\sqrt{b_1}$ y b_2 son los coeficientes de asimetría (S) y curtosis (K) respectivamente y se sigue que con $H_0: c_1 = c_2 = \theta$, LM está asintóticamente

⁷² Esto es enunciativo, no limitativo, debido a que hay una diversa variedad de distribuciones de densidad de probabilidad incluidas en ella, por ejemplo, normal, beta, gamma, t de Student y F

distribuida como una $\chi^2_{(2)}$. En consecuencia, H_0 se rechaza, si el valor de (68) es mayor que un nivel de significancia dado de $\chi^2_{(2)}$

Derivado de lo anterior se llega a la expresión de *prueba de normalidad Jarque y Bera (J-B)*, ecuación (68) al sustituir en $LM \sqrt{b_1 = S}$ y $b_2 = K$

$$JB_n = S^2/6 + (K - 3)^2/24 \quad (69) \quad (\text{Jarque \& Bera, 1987})$$

La prueba de normalidad J-B, ecuación (69) es una prueba asintótica, o de muestras grandes, basada en los residuos de mínimos cuadrados ordinarios (MCO)⁷³. J-B calcula primero la asimetría y la curtosis de los residuos de MCO, para una variable normalmente distribuida, con $S = 0$ y $K = 3$.

Por tanto, la prueba JB constituye una prueba de hipótesis conjunta de S y K con valores (0-3), respectivamente. En este caso, se espera que el valor del estadístico J-B sea igual a cero. De acuerdo con la hipótesis nula, los residuos están normalmente distribuidos; (Jarque & Bera, 1987) mostraron que *el estadístico J-B tiende a una distribución ji cuadrada, con 2 gl*⁷⁴. Si el valor p ⁷⁵ del estadístico calculado es muy pequeño, se puede rechazar la hipótesis de que los residuos están normalmente distribuidos, pero si el valor p es razonablemente alto, no se rechaza el supuesto de normalidad. (Jarque & Bera, 1987).

⁷³ Mínimos cuadrados ordinarios (MCO)

⁷⁴ Por definición "Los grados de libertad (gl) de una prueba estadística son el número de datos que son libres de variar cuando se calcula tal prueba". Es la cantidad de observaciones independientes con libertad de variar (la cantidad de elementos en los datos) restando la cantidad de parámetros estimados

⁷⁵ Si el valor p del estadístico JB difiere en gran medida de cero se tiene un resultado muy bajo en una aplicación, y se puede rechazar la hipótesis de que los residuos están normalmente distribuidos. Por otro lado, el valor del estadístico está cerca de cero, entonces el valor p es razonablemente alto, y no se rechaza el supuesto de normalidad. (Jarque & Bera, 1987)

4.2.6. Prueba ALM de Heterocedasticidad

Se realizó la prueba ARCH LM⁷⁶ para los retardos uno, dos, tres y cuatro. Se observa con cuantos retardos se tienen coeficientes significativos, y el criterio es identificar cuáles son los menores valores de los criterios de información de (Akaike, 1974) y (Schwartz, 1978), y esto indica que el modelo podría ser GARCH (1,1). Enseguida se aplican los modelos ARCH y GARCH con intercepto y con una media móvil para el GARCH, se examinan los resultados siguiendo los criterios de información mencionados.

Por tanto, para llevar a cabo los análisis econométricos, se utilizaron los rendimientos logarítmicos formula (70) con precios de cierre diarios.

$$r_t = \log \frac{p_t}{p_{t-1}} = \log p_t - \log p_{t-1} \quad (70)$$

Para asegurar respuestas bien fundamentadas a las hipótesis planteadas, se procedió en primera instancia a probar la estacionariedad de las series, aplicando la prueba Dickey-Fuller aumentada (ADF) (Dickey & Fuller, 1979), (Cheung & Lai, 1995). Para reforzar los resultados de esta investigación también se realizó la prueba t-Student, que permitió robustecer los resultados de la estacionariedad de la serie. También se comprobó la normalidad empleando la prueba de Jarque-Bera, (Jarque & Bera, 1987).

Conjuntamente, a las pruebas descritas anteriormente, también se incluyó la prueba ARCH LM⁷⁷ (Engle, 1982) de heterocedasticidad, para uno, dos, tres y cuatro rezagos. A partir de los criterios (Akaike, 1974) y (Schwartz, 1978) y (Hannan & Quinn, 1979), se determina el número óptimo de rezagos según esos criterios; esto ayuda a determinar el modelo GARCH relevante, que se perfiló a partir de lo anteriormente aludido como un GARCH (1,1). Los modelos ARCH y

⁷⁶ Realizado en el software E-views 10

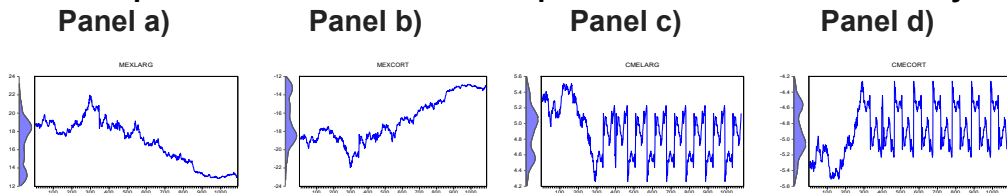
⁷⁷ La prueba ARCH-LM de (Engle, 1982) Lagrange Method, es el enfoque estándar para detectar el condicionamiento autoregresivo heterocedástico.

GARCH se aplican con intercepto y media móvil; los resultados se examinan siguiendo los criterios antes mencionados.

Con relación al análisis y ajuste de la volatilidad, la desviación estándar en términos estadísticos es una medida del rigor de cambios aleatorios, variaciones que usualmente son impredecibles en la rentabilidad o precio de los títulos. Las Figuras 17 y 18, paneles a), b), c) y d) muestran el comportamiento histórico de los precios de contado y de futuros, así como los rendimientos logarítmicos tanto para el MexDer como para el CME.

Figura 17.

Comportamiento de las series de precios de futuros en México y EE. UU.

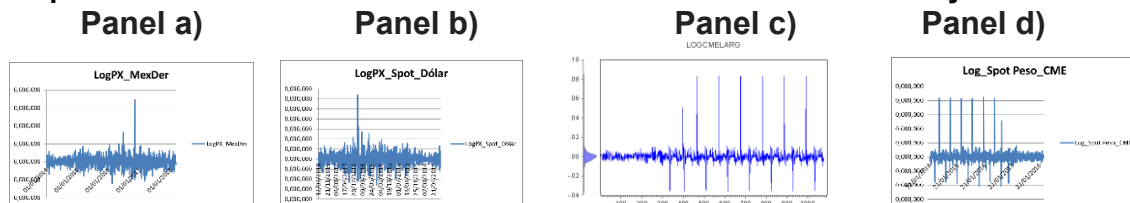


Fuente: Elaboración propia con datos de los precios de los futuros de (Bloomberg, Bloomberg, 2018) y (Banxico, Banxico, 2018)

En la Figura 17. Los paneles muestran el comportamiento histórico de los precios de futuros, el panel a) y b) reflejan el comportamiento de los precios de futuros en MexDer de posiciones larga y corta respectivamente, asimismo los paneles c) y d) muestran el comportamiento de los precios de futuros en el CME de igual forma en las posiciones larga y corta, en las que se observa una gran volatilidad en todas y cada una de las gráficas.

Figura 18

Comportamiento de las series de rendimientos de futuros en México y EE. UU.



Fuente: Elaboración propia con datos de los rendimientos logarítmicos de los precios de los futuros de (Bloomberg, Bloomberg, 2018) y (Banxico, Banxico, 2018) en E-Views-10

En la Figura 18. Los paneles a) y b) muestran el comportamiento histórico de los rendimientos logarítmicos y del precio spot o de mercado de los futuros en el mercado mexicano, asimismo los paneles c) y d) reflejan el comportamiento de los

rendimientos de los futuros y del spot en CME. Gráficas cuyo comportamiento de los rendimientos logarítmicos es leptocúrtico y volátil para el mercado mexicano, por otra parte, en el mercado de EE. UU. se observa una gran volatilidad en las gráficas de los paneles correspondientes.

Los conglomerados asimétricos de volatilidad y característicos de la serie de rendimientos logarítmicos derivan de diferentes impactos de tamaño dependiendo del tiempo en los precios y rendimientos. Especialmente, las inestabilidades del mercado y las malas noticias aumentan la volatilidad. De primera intención, se podría creer que las series no son estacionarias (la media es una función del tiempo y la varianza no constante), lo que se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15. Estadísticas Básicas

Estadísticas de las series de precios y rendimientos logarítmicos de Futuros y Spot México y CME.							
Rendimientos logarítmicos		Media	Desviación Estandar	Sesgo	Kurtosis	Jarque-Bera	ADF
Mercado		Precios de futuros					
MexDer	Futuros Dólar	16.8449	2.4040	-0.2712	1.9070	66.8523	-13.1660
	Contado Dólar	16.8401	2.4094	-0.2654	1.8980	67.2744	-19.3530
CME:	Futuros Peso	5.9999	1.0064	-0.4909	2.1020	37.5570	-23.3944
	Contado Peso	4.8992	0.3004	-0.1029	2.1060	37.8496	-31.6234
Mercado		Rendimientos logarítmicos					
MexDer	Futuros Dólar	0.00009	0.0031	-0.1363	3.6572	22.7393	-2.8640
	Contado Dólar	0.00003	0.0001	-0.0448	4.8270	150.2430	-2.8546
CME:	Futuros Peso	0.00009	0.0433	-0.1291	8.0640	1154.8240	-2.8640
	Contado Peso	0.00025	0.0055	-0.1209	9.4486	1870.4364	-2.8545
95% C.V						5.99	-3.66

Fuente: Elaboración propia con datos de las series de precios de (Bloomberg, Bloomberg, 2018) y (Banxico, Banxico, 2018), en E-Views.10

La Tabla 15. Presenta las estadísticas básicas de la serie muestral completa. Se puede observar que los valores medios para ambos mercados, tanto para los precios futuros como para rendimientos, son positivos. En cuanto a la serie de precios, la varianza en el MexDer es mayor que la varianza en el CME. Sin embargo, la serie de rendimiento logarítmico revela el comportamiento opuesto; La desviación estándar de CME es mayor⁷⁸. Con respecto a la curtosis, en la Tabla 15 destaca el hecho de que todas las series de rendimientos tienen picos altos. En

⁷⁸ Los resultados econométricos referidos en las tablas 3 y 4 se obtuvieron empleando E-Views 10.0

lo concerniente a la asimetría, todas las series son asimétricas, sesgadas hacia la izquierda. Finalmente, las estadísticas de Jarque-Bera⁷⁹ confirman que todas las series son no-normales.

El comportamiento estadístico muestra marcadas diferencias en estos mercados que se pueden atribuir a que los lotes futuros se negocian en monedas de diferente valor, reflejando así la inestabilidad del peso en el MexDer. Sin embargo, este comportamiento también sugiere la presencia de segmentación del mercado entre estos dos países vecinos; aparentemente, los participantes (coberturistas) en estos mercados pertenecen a grupos bien diferenciados; muy probablemente, pocos participantes operan en ambos mercados. Las diferencias identificadas también revelan oportunidades para el arbitraje de precios; el precio en dólares en el MexDer y su equivalente en pesos en el CME muy probablemente respecto al precio, presenten desequilibrios temporales que den lugar a oportunidades de arbitraje.⁸⁰

Las Figuras 17 y 18 así como la Tabla 15 confirman que las series de datos al contado y de futuros de los mercados de derivados de México y Chicago, respectivamente, son no-normales; estos resultados justifican la decisión de

⁷⁹ Prueba Jarque-Bera. Es una prueba de normalidad es una prueba *asintótica*, o de muestras grandes. Esta prueba calcula primero la asimetría y la curtosis, con el siguiente estadístico de prueba:

$$JB = \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(k-3)^2}{24} \right]$$

donde n = tamaño de la muestra, S = coeficiente de asimetría y K = coeficiente de curtosis.

Para una variable normalmente distribuida, $S = 0$ y $K = 3$. Por tanto, la prueba de normalidad JB constituye una prueba de la hipótesis conjunta de que S y K son 0 y 3, respectivamente. En este caso, se espera que el valor del estadístico JB sea igual a cero. De acuerdo con la hipótesis nula, la cual afirma que los residuos están normalmente distribuidos, Jarque y Bera mostraron que *asintóticamente (es decir, en muestras grandes) el estadístico JB sigue la distribución ji cuadrada, con 2 gl*. Si el valor p calculado del estadístico JB es lo bastante bajo en una aplicación, lo cual sucederá si el valor del estadístico difiere en gran medida de cero, se puede rechazar la hipótesis de que los residuos están normalmente distribuidos. Pero si el valor p es razonablemente alto, lo cual sucede cuando el valor del estadístico está cerca de cero, no rechazamos la suposición de normalidad. Gujarati y Porter (2010).

⁸⁰ Aprovechar el precio más bajo en un mercado para vender al precio más alto en el otro mercado.

probar la estacionariedad a partir de aplicar la prueba de raíz unitaria de Dickey-Fuller⁸¹ Aumentada, como se indica en la Tabla 15. Se aplica esta prueba para niveles de precios y primeras diferencias sin intersección y tendencia. Los resultados de la raíz unitaria son no estacionarios, ya que el valor de la prueba es menor que el valor crítico (3.96); sin embargo, las series de rendimientos logarítmicos son estacionarias según el mismo criterio. Esto es sustancial desde el punto de vista de la cobertura, ya que las series no estacionarias pueden dar lugar a resultados espurios en la regresión y, por tanto, invalidar la estimación de la cobertura. La prueba confirma que las series de rendimientos logarítmicos son no estacionarias.

Tabla 16. Pruebas de Heterocedasticidad

Pruebas de Heterocedasticidad				
Prueba ARCH				
Criterio	Futuros sobre dólar	Dólar contado	Futuros sobre Peso Mexicano MXP	Peso Mexicano Contado MXP
Criterio Akaike	-8.7058	-8.7455	-6.7534	-6.9092
Criterio Schwarz	-8.6921	-8.727	-6.7349	-6.8907
Criterio Hannan- Quinn	-8.7006	-8.7385	-6.7464	-6.9022
Prueba GARCH				
Criterio Akaike	-8.7791	-8.856	-6.7734	-6.7903
Criterio Schwarz	-8.7607	-8.8328	-6.7449	-6.9672
Criterio Hannan- Quinn	-8.7721	-8.8472	-6.7564	-6.9815
Prueba ARCHLM 1				
Criterio Akaike	3.9088	3.964	9.1179	6.7677
Criterio Schwarz	3.918	3.9732	9.1271	6.7770'
Criterio Hannan- Quinn	3.9123	3.9675	9.1214	6.7712

Fuente: Elaboración propia con datos de las series de precios de (Bloomberg, Bloomberg, 2018) y (Banxico, Banxico, 2018) en E-Views

En la Tabla 16 se muestran los resultados de los ensayos aplicados a las series. Asimismo, se llevaron a cabo las pruebas ARCH 1, GARCH (1.1) y ARCH LM 1, comprobando los resultados obtenidos mediante los criterios (Akaike, 1974), (Schwarz, 1978) y (Hannan & Quinn, 1979). La regla de decisión indica que se debe seleccionar el modelo que tenga los valores numéricos más bajos, en este caso recae sobre la prueba GARCH (1.1) (Tabla 16). Con este resultado se robustece el uso de este modelo econométrico.

4.3. Modelado Econométrico de VaR y ES

Este apartado exhibe la propuesta de la autora de esta tesis, después de una exhaustiva revisión de la literatura académica relevante para dar forma a este

⁸¹ (Dickey & Fuller, 1979). La prueba DFA consiste en este caso en estimar la siguiente regresión: $Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \alpha_i Y_{t-i} + \epsilon_t$ donde ϵ_t es un término de error puro de ruido blanco y $Y_{t-1} = (Y_{t-1} - Y_{t-2})$, con $Y_{t-2} = (Y_{t-2} - Y_{t-3})$,

marco teórico. Bajo la óptica de que no existe una solución única para la medición del riesgo, he aquí la propuesta.

4.3.1. Métricas Propuestas para el Análisis Econométrico, Bajo Enfoque GARCH

4.3.1.1. Valor en Riesgo Bajo Enfoque GARCH (Value at Risk, VaR (VaRG))

El “Valor en Riesgo” (*Value at Risk*, VaR⁸²) de una cartera de activos en general se define como la pérdida máxima esperada que enfrentará un inversionista en un horizonte temporal, dado un nivel de confianza α , generalmente al 95%, 97.5% y 99% al invertir, apalancar o liquidar posiciones de su cartera, ocasionado por movimientos imprevistos del mercado que afectan a factores tales como, tipos de cambio, tasas de interés y precios de activos financieros. Asimismo, esta métrica es utilizada por los reguladores para procurar el control de las operaciones que realizan las instituciones financieras, y establecer comparaciones entre instituciones financieras y como medida estándar de requerimiento de capital para las instituciones financieras.

Estadísticamente, el VaR se define como la probabilidad de que los cambios en el valor de un portafolio no excederán la máxima pérdida esperada en un horizonte de tiempo especificado con un cierto nivel de confianza α . Sea

$$\Pr (\Delta P \leq -\text{VaR}\alpha) = \alpha \quad (71)$$

La parte matemático-estadística del valor en riesgo se ha presentado previamente en el Capítulo 3. Por tanto, la métrica de desempeño empleada en

⁸² Es importante observar que, esta métrica tiene origen de larga data, JP Morgan diseñó un modelo formal y práctico en la década 1990. Esta métrica se ha vuelto muy popular en la enseñanza y la investigación en gran medida gracias al texto publicado por Jorion en 1996.

este estudio es la reducción porcentual en el VaR (a partir de este punto y a lo largo de esta tesis se denominará VaRG), la cual mide el porcentaje de reducción del VaR bajo el enfoque GARCH (aplicándole el modelo GARCH) de una posición o portafolio cubierto comparándolo con el VaRG de un portafolio sin cubrir, esto se aplica a ambos VaR y ES, con la versión modificada de la expresión original de (Cotter & Handly, 2006), bajo el enfoque GARCH⁸³. La modificación efectuada a la expresión del porcentaje de reducción del riesgo de (Cotter & Handly, 2006) para potenciarlo aplicándoles el modelo GARCH, sea:

$$VaRG^{84} = 1 - \left\{ \frac{VaR(GARCH)_{i\%} \text{ portafolio cubierto}}{VaR(GARCH)_{i\%} \text{ portafolio no cubierto}} \right\} \quad (72)$$

La versión modificada por la autora de esta tesis es, VaRG = porcentaje de reducción al riesgo en el VaRG del portafolio cubierto comparado con el portafolio no cubierto. Si la cobertura con contratos de futuros elimina completamente el riesgo, VaRG= 1, mientras que si el VaRG = 0, los contratos de futuro no reducen el riesgo. Por lo tanto, sea x el resultado de aplicar la métrica, entonces $[x \in R \mid 0 \leq x \leq 1]$, en consecuencia, una x más grande indica un mejor desempeño de la cobertura. (Lo mismo aplica para la métrica ES). VaRG se calcula con diversos α_i , con $i = 10\%, 5\%, 2.5\%$ y 1% .⁸⁵

El modelo VaR ha generado diversas críticas, ya que presenta inestabilidad para trabajar numéricamente si no existe una distribución normal de pérdidas, como lo muestra la evidencia empírica. Por tanto, la coherencia se basa únicamente en la desviación estándar de las distribuciones normales de los rendimientos de los activos; bajo el supuesto de distribución normal, el VaR es

⁸³ Modelo modificado por la autora, del modelo propuesto para el cálculo de la métrica de desempeño utilizada para evaluar el desempeño de la cobertura Cotter y Hanly (2006). Reducción porcentual en el VaR bajo el enfoque GARCH.

⁸⁴ Versión modificada por la autora de este trabajo a partir de la propuesta de Cotter y Hanly (2006).

⁸⁵ La fórmula se generaliza para carteras de n activos. El portafolio propuesto comprende solo un activo en cada mercado: el dólar en el MexDer y el peso en el CME. El portafolio cubierto se refiere al activo protegido con un contrato de futuros; el portafolio sin cobertura simplemente mantiene el activo original sin cobertura.

proporcional a la desviación estándar de los rendimientos del instrumento (Reyes Zárate & Ortiz Calisto, 2013). Esto nos lleva a elegir el ES dado que es una métrica coherente y que proporciona un estimador no solo de la probabilidad de pérdida, sino también de su magnitud.

4.3.1.2. Déficit Esperado Bajo Enfoque GARCH (Expected Shortfall, ES (ESG))

El “Déficit Esperado” (*Expected Shortfall*, ES) mide la pérdida media condicionada al hecho de que se ha superado el VaR. Tal métrica proporciona, como se mencionó anteriormente, la evaluación de la cobertura con un estimador no solo de la probabilidad de pérdida, sino también de la magnitud de una posible pérdida. Esto significa que gestionar el riesgo mediante el VaR puede resultar ineficaz para capturar la magnitud de una posible pérdida. Por ello (Rockafellar & Uryasev, 2000) resuelven este problema del VaR promoviendo el ES, que debe utilizarse cuando la distribución de pérdidas y ganancias sigue una distribución normal. La expresión matemática del ES⁸⁶ es:

$$(ES)_\varphi(X) = E[-X | -X \leq VaR_\varphi(X)] = \frac{e^{-\frac{q^2}{2}}}{\varphi\sqrt{2\pi}} \quad (73)$$

Es una medida de riesgo alternativa para enmendar parcialmente las deficiencias que presenta el VaR. También es denominado “Valor en Riesgo Condicional” (*Conditional Value at Risk*, CVaR), aunque para efectos de este estudio se considera como *el Déficit Esperado o Expected Shortfall*, ES.

La medida del déficit esperado es una medida de riesgo coherente basada en el valor esperado de las pérdidas potenciales que exceden el nivel del VaR. Esta medida de riesgo robusta ha sido estudiada en forma independiente y definida de diferentes formas por varios autores en los años recientes. Los principales

⁸⁶ Ya mencionados en el Capítulo 3 anterior.

nombres o variantes que ha adoptado esta medida de riesgo son los siguientes: esperanza condicional de la cola (Tail Conditional Expectation, TCE), esperanza condicional del peor escenario (Worst Conditional Expectation, WCE), media de la cola (Tail Mean, TM), esperanza condicional matemática de las pérdidas que han excedido el nivel del VaR, Expected Shortfall (ES), Valor en Riesgo Condicional (Conditional Value at Risk, CVaR) (De JesúsG, 2008).

En la expresión de la métrica de desempeño presentada en la ecuación (73) para evaluar el desempeño de la cobertura en el modelo propuesto VaRG, se modificó el índice para incluir el enfoque GARCH. Aquí, esa métrica corresponde a la reducción porcentual en ES⁸⁷, bajo las alfas consideradas en el VaRG; el índice de eficiencia modificado por la autora aplicando el modelo GARCH es:

$$ESG^{88} = 1 - \left\{ \frac{ES(GARCH)_{i\%} \text{ portafolio cubierto}}{ES(GARCH)_{i\%} \text{ portafolio no cubierto}} \right\} \quad (74)$$

De tal manera que, si se encuentra que una posición en CME tiene un VaRG mayor pero un ESG menor que los futuros del MexDer, esto nos señala que la volatilidad de los futuros en CME es mayor en situaciones normales de mercado, pero en situaciones extremas los futuros del MexDer tienen una mayor volatilidad.

4.3.1.3. Modelos GARCH

El uso de modelos GARCH⁸⁹ (p, q) se ha generalizado para explicar la evolución de la volatilidad en el tiempo. En general, los modelos GARCH asumen que la varianza condicional se ve afectada por su propia historia y la historia de los cambios. La ventaja de estos modelos sobre el modelo original ARCH (p) es que

⁸⁷ Modelo modificado por la autora, del modelo propuesto para el cálculo de la métrica de desempeño utilizada para evaluar el desempeño de la cobertura Cotter y Hanly (2006). Reducción porcentual en ES bajo el enfoque GARCH.

⁸⁸ Versión modificada por la autora de este trabajo a partir de la propuesta de Cotter y Hanly (2006).

⁸⁹ En el modelo GARCH (p,q) el parámetro p es la ponderación para cada distancia entre la observación q y su media al cuadrado (perturbación al cuadrado). (Economipedia, 2021).

los modelos GARCH tienen la capacidad de capturar el comportamiento de la volatilidad persistente (presencia de clusters⁹⁰ de volatilidad) en las series de tiempo financieras, tales como la correlación de las series en la volatilidad y las variaciones en las volatilidades. En efecto, en relación con los tipos de cambio, en diversa literatura sobre cobertura óptima se encuentra que se han utilizado modelos GARCH multivariados para generar la razón óptima de cobertura (RCO, por sus siglas en inglés) (KronerKF & Sultan, 1993) y (Park & Switzer, 1995). Sin embargo, el desempeño de modelos GARCH multivariados ha sido escaso al utilizarlos para generar pronósticos en horizontes de cobertura más largos (Brooks, Henry, & Persaud, 2002), el cual no es el caso de las particiones propuestas en este análisis.

4.3.1.4. El Modelo GARCH (1,1)

En esta tesis se aplica el modelo GARCH (1,1) propuesto por (Bollerslev, 1986). Este modelo se ha utilizado para generar la razón óptima de cobertura por (Baillie & Myers, 1991) y (BrooksC & ChongJ, 2001).

$$r_{st} = \mu_s + \varepsilon_{st} \quad (75)$$

$$r_{ft} = \mu_f + \varepsilon_{ft} \quad (76)$$

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_{st} \\ \varepsilon_{ft} \end{pmatrix} \omega_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2) \quad (77)$$

$$\sigma_{st}^2 = \gamma_s + \alpha_s \varepsilon_{s,t-1}^2 + \beta_s \sigma_{s,t-1}^2 \quad (78)$$

$$\sigma_{ft}^2 = \gamma_f + \alpha_f \varepsilon_{f,t-1}^2 + \beta_f \sigma_{f,t-1}^2 \quad (79)$$

$$\sigma_{sft}^2 = \gamma_{sf} + \alpha_{sf} \varepsilon_{s,t-1}^2 \varepsilon_{f,t-1}^2 + \beta_{sf} \sigma_{sf,t-1}^2 \quad (80)$$

Donde,

r_{st} y r_{ft} Rendimientos del spot y los futuros, respectivamente,

⁹⁰ Los periodos alternativos en los cuales hay lapsos de alta volatilidad y otros en los cuales la volatilidad es baja. Este hecho es conocido en la literatura econométrica como agrupamiento o "clusters" de volatilidad. Implica un comportamiento asimétrico de la volatilidad.

ε_{st} y ε_{ft} Residuales que representan las innovaciones en el spot y los precios de futuros.

Ω_{t-1} Conjunto de información en el tiempo t-1,

σ_{st}^2 y σ_{ft}^2 , Varianza del spot y futuros, y

σ_{sft} Covarianza entre ellos,

Sin embargo, este modelo restringe a las matrices diagonales α y β , por lo que solo se usa la porción triangular superior de la matriz de varianza-covarianza. Esto significa que la varianza condicional depende de los valores pasados de sí mismo y los valores pasados de las innovaciones cuadradas en los rendimientos. Esto reduce la cantidad de parámetros a nueve (cada uno de α y β tiene tres elementos). Esto está sujeto al requisito de que la matriz de varianza-covarianza sea positiva definida para generar elementos positivos de cobertura.

Sean,

$$r_{st} = \theta_{s0} + \sum_{j=1}^J r_{s,t-j} \theta_{sj} + \varepsilon_{st}, r_{ft} = \sum_{k=1}^K \theta_{fk} + \varepsilon_{ft} \quad (81)$$

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_{st} \\ \varepsilon_{ft} \end{pmatrix} \Big| \Omega_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2) \quad (82)$$

$$\sigma_{sft}^2 = \rho \sigma_{st} \sigma_{ft} \quad (83)$$

Donde, $j, k = 1$ para el modelo GARCH (1,1) γ, α y β son positivos, con $\alpha_i + \beta_i \leq 1$, para $i = s, f$. Las medias condicionales siguen un proceso autoregresivo. El coeficiente de correlación condicional ρ en la ecuación (83) es constante. Una ventaja de este modelo es que es una matriz semidefinida positiva, sujeto a que las varianzas condicionales sean positivas, lo que significa que la matriz de varianza-covarianza es positiva o no-negativa. Al utilizar este método, los resultados se emplean para construir un portafolios de cobertura.

4.3.1.5. Prueba de Proporción de Fallas de Kupiec

(Kupiec, 1995) propuso una prueba que tiene como propósito cuantificar si el nivel de significatividad propuesto por la métrica VaR es congruente con la proporción de fallos que el modelo presenta, es decir, según (Candelon, Colletaz, Hurlin, & Tokpavi, 2011) se trata de confirmar si el modelo es adecuado a partir de las veces que las pérdidas o ganancias exceden al VaR en el periodo considerado. La hipótesis pretende validar si la proporción de fallos es similar al nivel de significatividad del modelo. Esta prueba verifica la probabilidad de que el número de fracasos sea igual a “x” sobre una muestra “n” y se determine a partir de una distribución binomial, esto es:

$$P(x; n; p^*) = \binom{n}{x} (p^*)^x (1 - p^*)^{n-x} \quad (84)$$

La probabilidad de fracaso (p^*) de la métrica VaR se estima a partir de un proceso de máxima verosimilitud (*Likelihood Ratio*, LR por sus siglas en inglés). Finalmente, se toman logaritmos de la distribución binomial y se maximiza esta función con respecto a la probabilidad estimada (\tilde{p}). Una vez obtenido el estimador LR se establece un contraste estadístico entre las probabilidades teórica y estimada (p^* y \tilde{p} , respectivamente). La evaluación de la significatividad se lleva a cabo con la razón de máxima verosimilitud, a partir del logaritmo de la distribución de probabilidad aplicada para cada una de estas probabilidades; la razón de verosimilitud está definida como sigue:

$$LR_{UC} = 2 \left[\frac{(p^*)^x (1-p^*)^{n-x}}{(\tilde{p})^x (1-\tilde{p})^{n-x}} \right] \quad (85)$$

La prueba LR representa una distribución Chi- cuadrado con un grado de libertad.

4.4. Análisis Empíricos

4.4.1. Aplicaciones Empíricas

Hasta este punto se han establecido las características estadísticas de la serie de precios y rendimientos y determinado el modelo GARCH (1,1) apropiado para estimar la volatilidad de los rendimientos logarítmicos de las series spot y de futuros del MexDer y el CME. También presentamos los modelos econométricos para estimar los modelos VaRG y ESG. Con el objetivo de lograr la mayor precisión, en esta sección informamos y comparamos la evidencia obtenida utilizando niveles de confianza del 90%, 95%, 97.5% y 99%.

**Cuadro 8.
Resultados de las métricas bajo el enfoque GARCH: VaRG y ESG**

Métricas bajo el enfoque GARCH: VaRG (VaR-Garch) y ESG (Expected Shortfall-Garch)									
		VaRG90%	VaRG95%	VaRG 97.5%	VaRG 99%	ESG 90%	ESG 95%	ESG 97.5%	ESG 99%
MexDer Futuros del Dollar									
	EX ANTE	71.19	74.39	84.59	90.43	86.66	97.78	91.57	92.43
Posicion	AMIDTS	70.25	76.73	79.73	86.82	85.23	95.48	89.25	91.82
Corta	EX POST	68.49	77.27	90.03	80.87	78.34	97.28	90.27	82.87
	EX ANTE	74.12	77.33	71.19	78.43	88.72	88.43	93.72	94.43
Posicion	AMIDTS	69.84	71.19	74.91	81.82	85.28	92.82	91.23	97.28
Larga	EX POST	69.69	80.91	73.96	77.87	77.36	92.87	89.24	95.87
CME Futuros del Peso									
	EX ANTE	79.53	90.96	75.91	85.52	91.27	93.79	93.41	95.89
Posicion	AMIDTS	76.26	75.91	68.59	80.37	86.29	91.26	89.35	93.26
Corta	EX POST	71.87	86.01	75.76	90.54	87.19	88.67	96.73	89.87
	EX ANTE	69.91	78.56	72.09	83.88	80.19	86.88	96.47	89.88
Posicion	AMIDTS	71.64	75.76	74.59	80.29	76.28	95.95	94.31	95.29
Larga	EX POST	68.89	78.09	70.28	80.97	84.21	86.19	86.71	91.97

Fuente: Elaboración propia con datos de Bloomberg y Banco de México con E-views 10

El Cuadro 8. Muestra los resultados de las métricas bajo el enfoque GARCH: VaRG y ESG del desempeño de la cobertura para cada métrica utilizada, cada una de las particiones, estrategias de cobertura (corta y larga) y cada uno de los niveles de confianza considerados.

Considerando que el desempeño de las estrategias de cobertura para cada una de las métricas implica la generación de diversos resultados contrastantes, se enfatizan algunas diferencias clave:

Primero. Es importante considerar que las dos hipótesis planteadas han sido confirmadas. Se observa que, en todas las situaciones, el modelo ESG supera al

modelo VarG. Se nota que, las estimaciones correspondientes son más precisas en todos los niveles de confianza, tanto para el Mercado Mexicano como para el CME, tanto para las posiciones cortas como las largas. Asimismo, se encuentra que el mercado de Chicago muestra un mejor desempeño que el mercado mexicano en 28 de las 48 alternativas de cobertura total. La Tabla 15 también muestra que para todas las posiciones (cortas y largas) con niveles de confianza de 97.5% y 99.00%, el desempeño de CME supera el desempeño de México aplicando el modelo ESG. Sin embargo, a niveles de confianza más bajos, los modelos VaRG y ESG varían en algunos resultados.

Segundo. Se considera como resultado interesante, la eficiencia prácticamente nula de ambas metodologías en ambos mercados para niveles de confianza del 97.5% e inferiores aplicando el método VaRG; con mucha frecuencia la cobertura se sitúa en el 70.0% e incluso por debajo de la esta. Este problema es casi inexistente aplicando la alternativa ESG; de hecho, de acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 15, la efectividad de la cobertura mejora mucho al nivel de confianza del 97.75%, en tanto que al nivel de confianza del 99,0% se obtienen los mejores resultados.

Tercero. Se considera un resultado sugestivo que, para la posición corta en el MexDer, la estimación más rigurosa se encuentra en un nivel de confianza del 95%; pero para la posición larga, la mejor estrategia de cobertura se puede lograr con un nivel de confianza del 99%. En el caso de la CME, de acuerdo con los datos, para la posición corta las mejores métricas están en el 99%, pero para la posición larga las mejores métricas se comparten entre los niveles de confianza del 95%, 97.5% y 99%.

Cuarto. Se observa que la mayor protección para la posición corta durante el período de turbulencia se logra con ESG con un nivel de confianza del 95%, con valor de 97.48, lo que representa la reducción porcentual del déficit esperado en la posición cubierta en comparación con la posición descubierta; cuando el

coeficiente se acerca a uno, se puede atribuir a la volatilidad de los futuros en el CME en situaciones normales de mercado, mientras que, en condiciones de tensión, los futuros de MexDer aparentemente tienen menor volatilidad.

Finalmente, al observar las diferencias del desempeño entre métricas, se sugiere que la mejor métrica de desempeño de la muestra en el MexDer (y la muestra completa) es la correspondiente al nivel de confianza del 95% de ESG suponiendo posición corta en el subperiodo *ex ante*, lo que resulta en un valor de 97.78, mientras que el peor desempeño de cobertura corresponde al VaRG con un valor 68.49, representando un diferencial de desempeño del 31%, también para la posición corta en el subperiodo *ex post*, al 90%. En el caso del CME, la mejor cobertura se considera la obtenida durante el período *ex post* (96.73) para la posición corta (ES al 97.5%), mientras que la peor cobertura, se sugiere, se logra durante el mismo subperíodo 68.89% (VaRG al 90%).

Tabla 17. Asimetrías entre los futuros. MexDer y CME

Liquidez e interés abierto. CME y MexDer Asimetrías			
Chicago Mercantile Exchange Futuros Peso/Dólar			
Periodo	Volumen (núm de transacciones)	Interés abierto (Open Interest)	Tipo de Cambio (ultimo día periodo)
Ex ante Oct-Dic 2016	7,100,313	278,790 (667,896)	4.5741
Amidts Ene-Mar 2017	310,000	298,003 (779,388)	4.9827
Ex post Abr-Jun 2017	1,759,000	328,640 (831,460)	5.2891
Suma	9,169,313	905,433 (2,278,744)	
MexDer Futuros Dólar/Peso			
Periodo	Volumen (núm de transacciones)	Interés abierto (Open Interest)	Tipo de Cambio (ultimo día periodo)
Ex ante Oct-Dic 2016	2,600,554	2,896,296	20.6194
Amidts Ene-Mar 2017	2,498,514	2,560,339	18.7955
Ex post Abr-Jun 2017	2,787,224	2,874,961	18.0626
Suma	7,886,292	8,331,596	
CME/MexDer	1.63x	0.1087 (27.35)	

Fuente: Elaboración propia con datos de Banxico, Mexder y Bloomberg

Tabla 17. Muestra importantes asimetrías entre los futuros de MexDer y CME. En cuanto al volumen, en general.

Como complemento de la Tabla 16, la Tabla 17 muestra importantes asimetrías entre los futuros de MexDer y CME. En cuanto al volumen, en general,

el CME es mayor que el MexDer ($9,169,313/7,886,292 = 1.16$ veces). De manera similar, con respecto al interés abierto la CME es menor; para hacer una comparación más certera, entre paréntesis se ha indicado el número hipotético de contratos abiertos en Chicago que existiría suponiendo un tamaño igual de contratos (\$10,000 US⁹¹ en ambos países) y ajustando al final de cada tipo de cambio de subperiodo. Aun así, el mercado mexicano sigue siendo mayor que el CME en interés abierto: 3.66 veces mayor. Esto se considera que es una nota muy positiva para el mercado mexicano, pues indica que el interés abierto es mucho mayor en México.

Circunstancialmente, se considera que las diferencias podrían ser mayores. Si bien el volumen se mantiene bastante estable en el mercado mexicano, en el mercado de Chicago se observa una gran caída después del primer subperiodo, particularmente del primer al segundo subperiodo (el de mayor volatilidad). Esto probablemente se pueda atribuir a las actitudes de los inversionistas y a factores institucionales. Como se ha considerado, el CME es un mercado bien establecido de larga data, mientras que el MexDer es un mercado aún en proceso de consolidación y crecimiento. Sintiendo la proximidad de un periodo de turbulencias derivadas de las condiciones económicas desfavorables en México, los coberturistas experimentados en Chicago probablemente ajustaron sus tenencias de futuros dólar/peso, migrando a otras monedas o a otros tipos de contratos. Finalmente, esta migración muy probablemente condujo a la aparición del mercado de opciones dólar/peso, creado por la CME precisamente en 2017 (CME 2020). Las diferencias también muestran la presencia de segmentación entre estos mercados y la posible existencia de oportunidades de arbitraje.

Otra posible consideración, es que en el MexDer los futuros sobre dólar los emplean las empresas mexicanas fundamentalmente para cobertura, y por ello el volumen no varía, mientras que en la CME el mercado de futuros se emplea más para la negociación y especulación, y por ello se supone que, ante la proximidad

⁹¹ \$10,000 US\$ = Tamaño del contrato de Futuros sobre el dólar (DA) de Estados Unidos de América, listados en MexDer. www.mexder.com

de un periodo de turbulencias, los especuladores de la CME se desplazasen a otros mercados.

4.4.2. Validación y Comprobación del VaR

Este Backtesting se llevó a cabo para cada partición de la serie de muestras. Las áreas sombreadas en las Tablas 18 y 19 se refieren al número de observaciones que se encuentran en el área de no rechazo según el contraste estadístico realizado.

Tabla 18 Backtesting VaRG

Backtesting VaRG 95%		
Número de observaciones que se encuentran en el área de no rechazo según el contraste estadístico realizado (N) fuera VaRG		
	Number of fallos	Zona
Futuros del Dólar		
Dólar US Ex Ante	2	
Corta Amids	1	
Ex Post	2	
Dólar US Ex Ante		
Larga Amids	3	
Ex Post	2	
Futuros del Peso		
MXP Ex Ante	4	
Corta Amids	3	
Ex Post	2	
MXP Ex Ante	3	
Larga Amids	3	
Ex Post	2	

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la muestra.

Tabla 19 Backtesting VaRG

Backtesting ESG 95%		
Número de observaciones que se encuentran en el área de no rechazo según el contraste estadístico realizado (N) fuera VaRG		
	Number of failures	Zone
Futuros del Dólar		
Dólar US Ex Ante	4	
Corta Amids	6	
Ex Post	7	
Dólar US Ex Ante		
Larga Amids	5	
Ex Post	7	
Futuros del Peso		
MXP Ex Ante	4	
Corta Amids	3	
Ex Post	5	
MXP Ex Ante	5	
Larga Amids	7	
Ex Post	7	

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la muestra.

Tabla 20. Criterios Back testing de Kupiec

Región de rechazo para el número de observaciones (N) fuera del VaR				
Nivel de significancia (Zona Gris)		Días		
		T≤255	T≥2510	T≥1000
0.001	1%	N < 7	1 < N < 11	4 < N < 17
0.05	5%	6 < N < 21	16 < N < 36	37 < N < 65
0.1	10%	16 < N < 28	38 < N < 65	81 < N < 120

Fuente: Elaboración propia a partir del modelo de Kupiec.

Se observa en las Tablas 18 y 19 que el número de fallas está muy por debajo del número esperado de fallos de acuerdo con los parámetros establecidos por la prueba de (Kupiec, 1995). Tabla 20. Por lo tanto, se considera que la evidencia empírica es estadísticamente sólida y que los modelos aplicados son sólidos y las métricas más adecuadas para protegerse contra el riesgo cambiario pueden elegirse para los períodos de volatilidad ex ante, durante y ex post, considerando que la evidencia también es una guía para seleccionar el MexDer o el CME para posiciones cortas y largas. Se observa que los resultados favorecen la aplicación del modelo GARCH de caída corta esperada con niveles de confianza muy estrictos del 99%.

4.5. Resultados

Adicionalmente, a lo ya mencionado líneas arriba, se considera lo siguiente:

1. Se considera que las métricas empleadas en esta tesis han arrojado resultados concluyentes tanto para los coberturistas cortos como para los largos, lo que indica que éstos están interesados en las colas pesadas de la distribución, dado que tienen posibilidad de beneficiarse si consideran usar medidas de desempeño de cobertura que diferencien entre las probabilidades de cola izquierda y derecha, como el ESG.
2. La eficiencia es prácticamente nula para ambas métricas en uno y otro mercado para niveles de confianza del 97.5% e inferiores aplicando el método VaRG, ya que reiteradamente la cobertura se sitúa en el 70.0% inclusive en alfas inferiores. Este problema se resuelve aplicando la alternativa ESG, ya que los resultados en relación con la efectividad de la cobertura mejoran al nivel de confianza del 97.75%, y al nivel de confianza del 99.00% se obtienen mejores resultados.

3. Se observa que son notables las diferencias en las estrategias de cobertura entre los dos mercados. Haciendo la consideración de que estas diferencias puedan atribuirse en parte a la profundidad del mercado, el volumen negociado, el tamaño del contrato y el rendimiento del mercado⁹². Sin embargo, es importante apuntar que el CME ofreció 46 futuros de divisas en 2017 (ahora en 2021 son 48), mientras que en México los futuros de divisas se ofrecen solo para el peso/dólar y el peso/euro.
4. Se ha mostrado que la cobertura con contratos derivados sobre divisas puede contribuir a la disminución del riesgo de mercado al que se encuentran expuestos los agentes del mercado. Sin embargo, es necesario analizar riesgo-rendimiento, en todos los casos.
5. En la prueba Back testing, se observan valores muy por debajo del número esperado de fallos, lo que implica que el modelo está bien calibrado. En caso contrario, para los agentes del mercado implicaría incrementar el monto de provisiones, generando un alto costo de oportunidad

4.6. Conclusiones capitulares

- I. En conclusión y derivado de los resultados observados, la cobertura de tipo de cambio en la Bolsa Mercantil de Chicago es más eficiente aplicando ESG. La evidencia empírica mostrada depende de las alfas (α) consideradas y del mercado para determinar cuál de las dos coberturas se debe utilizar. Chicago es más conveniente que cubrir el tipo de cambio en el mercado mexicano. Sin embargo, se sugiere que, para asegurar predicciones sólidas, el ESG deberá estimarse en un nivel de confianza alto, del 97.5% al 99%.
- II. El ESG como métrica para evaluar el desempeño de la cobertura es más precisa estadísticamente, ya que se evidenció con los resultados del presente

⁹² Ver También la Tabla 3. Análisis de Estadísticas Básicas, página 12.

trabajo que el ESG es una medida de riesgo más adecuada que el VaRG, ya que el ESG considera los quebrantos en extremo.

- III. En consecuencia, se cumple la hipótesis planteada en este trabajo, en virtud de que el modelo que permite explicar con mayor precisión estadística el desempeño de cobertura es el ESG, considerando los datos del periodo de estudio.
- IV. Es importante reflexionar sobre la importancia de cuantificar la exposición al riesgo en función de la óptica de los agentes del mercado financiero, ya que se considera que es significativo para tomar una decisión sobre el riesgo-beneficio, la exposición de riesgo *per se* y las opciones de cobertura favorables; se considera también que, cuantificar el riesgo es fundamental para la toma de decisiones bajo incertidumbre, por ende, esta tesis pretende contribuir a incrementar la cultura financiera en este aspecto.

Capítulo 5. Resumen y conclusiones sobre el análisis y contraste de Métricas VaR y ES tradicionales, y bajo un Enfoque GARCH (VarG y ESG)

Introducción

Se considera que en este trabajo de tesis se ha llegado al resultado correspondiente en relación con el índice de reducción porcentual del riesgo⁹³, como resultado de examinar el contraste en el desempeño entre los resultados observados aplicando las métricas con el método tradicional y bajo un enfoque autorregresivo con heterocedasticidad condicional GARCH, citados en los capítulos 3 y 4; cuadros 4 y 8 de esta tesis respectivamente.

Resumen

Derivado del proceso globalizador, se ha presentado a nivel mundial una transformación de larga data, y a pesar de que ha favorecido el crecimiento del comercio, las finanzas, las inversiones reales y de los mercados, así como las operaciones de contado y de derivados sobre divisas, incluyendo en los últimos tiempos la operación de alta frecuencia, se ha generado una gran volatilidad en los tipos de cambio, dentro de los cuales sobresale el dólar entre las otras divisas. Este desarrollo transformador, ha ocasionado un incremento en los factores de riesgo, derivado de movimientos adversos del mercado, por lo tanto, los agentes del mercado suelen recurrir a coberturas con contratos de futuros para mitigar la exposición al riesgo. En este contexto, el problema ha sido calcular con precisión estadística significativa el desempeño de las coberturas para mitigar con más precisión la exposición derivada de la volatilidad, por lo cual, el propósito de la presente tesis ha sido el análisis del desempeño de la cobertura, a partir del porcentaje de reducción al riesgo, desde una base cuantitativa y pragmática. Bajo este tenor, existen diversas investigaciones relacionadas con este trabajo, sin embargo, como se analiza en esta tesis, los temas del VaR y ES han sido escasamente tratados, especialmente a partir del modelo GARCH en diversos contextos.

⁹³ Corresponde a la valuación del desempeño de la cobertura aplicando las métricas VaR y ES con ambos métodos el tradicional y propuestos por (BIS, 2016), así como bajo el enfoque GARCH.

De acuerdo al objetivo propuesto, se ha examinado, analizado y contrastado el desempeño de la cobertura a partir del porcentaje de reducción del riesgo en dos mercados significativamente asimétricos y subyacentes con comportamiento inverso, en términos de la paridad cambiaria, utilizando contratos de futuro peso/dólar negociados en MexDer, y contratos dólar/peso negociados en el Chicago Mercantile Exchange (CME). Se identificaron las diferencias haciendo uso de las métricas Valor en Riesgo (VaR) y Expected Shortfall (ES) para calcular la pérdida esperada. Asimismo, se aplicó el VaR y ES con un enfoque GARCH. Se ha examinado también la cola izquierda y derecha de las series de rendimientos de las series de futuros, tanto para posiciones cortas como largas. El análisis se llevó a cabo considerando el periodo comprendido de octubre de 2016 a junio de 2017, dividido en tres subperiodos; se han comparado a su vez, los resultados obtenidos para cada mercado, probando su validez estadística aplicando Kupiec backtesting, cuyos resultados en general, han arrojado que la cobertura en el CME es más eficaz, sin embargo, se ha concluido que todas las métricas con y sin modelado del enfoque GARCH muestran una fragilidad importante por debajo del nivel de confianza del 99 %.

Se subraya que, el alcance y límite de esta investigación, se circunscribe a los mercados de Chicago y México, considerando los futuros sobre el peso mexicano y sobre el dólar estadounidense.

Este capítulo está integrado como sigue:

En el primer apartado se muestran los resultados del análisis de contraste efectuado con las métricas tradicionales VaR y ES; en el segundo apartado se consideran los resultados y las conclusiones del análisis de contraste efectuado con las métricas mencionadas, bajo el enfoque GARCH; en el tercer apartado se muestra la comprobación de la hipótesis planteada; en el apartado cuarto y final se circunscriben los beneficios y robustez, la discusión de resultados y la agenda para posibles investigaciones futuras.

Se presentan a continuación los resultados observados en cada uno de los análisis efectuados.

5.1 Resultados del análisis de contraste efectuado con las métricas tradicionales VaR y ES.

A partir de los datos mostrados en el cuadro 4, correspondientes a los resultados del VaR y ES tradicionales para α 's = 90%, 95%, 97.5% y 99% de significancia, se han obtenido los siguientes resultados, bajo la lógica de que el desempeño de las estrategias de cobertura para cada una de las métricas, involucra la generación de diversos resultados contrastantes enfatizando algunas diferencias clave, que se muestran a continuación:

1. Los resultados a partir del Cuadro 4 son: para Chicago la cobertura Corta Exante VaR 90%, comparado con la cobertura Corta Exante VaR 99%, observó el mejor resultado para el VaR 99% con 95.01% en relación con el 83.48% del valuado con el 90% de confianza, cuya diferencia es de 11.53%. Se calcularon 240 diferencias entre los resultados de las métricas de cobertura considerando los cuatro diferentes niveles de confianza (alfa), calculados con el modelo tradicional, considerando que todos los datos tienen el mismo peso.
2. Si se considera un coberturista corto que utiliza la métrica VaR90% para cubrir Dólar Exante, el resultado es que reduce el VaR en más del 63% en contraste con la Dentro cuya cobertura reduce el VaR en más del 62%. Se encuentran resultados similares cuando se usa ES. Esto ocurre en el 96% de todos los casos y en un promedio de poco más del 8%.
3. Se considera como resultado interesante, la eficiencia prácticamente nula de aplicar esta metodología en ambos mercados para niveles de confianza del 97.5% e inferiores aplicando el método VaR; con mucha frecuencia la cobertura se sitúa en el 70% e incluso por debajo de ésta. Este problema es casi inexistente aplicando la alternativa ES; de acuerdo con los resultados mostrados en el Cuadro 4, la efectividad de la cobertura mejora mucho al nivel

de confianza del 97.75%, en tanto que al nivel de confianza del 99% se obtienen los mejores resultados.

4. En el Cuadro 5, se evidencio el contraste del desempeño entre las estrategias corta y larga en cada uno de los mercados, contrastando posiciones cortas contra largas, resultando que, para el CME hay un incremento en la disminución del VaR en un 6.65%, lo que representa el 7% en la posición larga. Realizándolo para cada mercado y para cada métrica de desempeño, los resultados de estos contrastes indican que las coberturas cortas superan a las coberturas largas en el 68% de los casos en la muestra. Las diferencias en las coberturas largas y corta son más altas para el nivel de confianza $\alpha = 90\%$.
5. Otro resultado interesante son las discordancias entre las métricas, encontrando que en MexDer la métrica con mejor desempeño es ES 94.9% mientras que el peor desempeño de cobertura es VaR 62.9%, lo que resulta en un diferencial de desempeño de más del 30% y es consistente con una menor correlación entre el precio a mercado y futuros en comparación con el CME.
6. Como se evidenció en términos absolutos, si un inversionista quiere cubrir una posición de \$100 mil dólares, a la luz de los resultados de las evaluaciones y los contrastes realizados se tiene que, si elige orientar su cartera a partir de la reducción porcentual al riesgo bajo el ES, como coberturista deberá estar interesado en las colas pesadas de la distribución, ya que se puede beneficiar si considera usar medidas de desempeño de cobertura que puedan diferenciarse entre las probabilidades de cola izquierda y derecha. Así al realizar su inversión puede tener una alta probabilidad de que su inversión sea sostenible y evitar decisiones erradas por la imprecisión de los resultados. Toda inversión conlleva un riesgo, pero al tomar decisiones más informadas y acertadas, permite sostener una cartera ganadora.
7. A partir del análisis estadístico del Cuadro 3, la volatilidad muestra una desviación con una diferencia mínima del rango del 0.29% al 0.3%; los futuros del dólar son más altos que los futuros de CME. En cuanto a la asimetría todas las series de precios son no-normales ya que los coeficientes de

asimetría son negativos, lo cual indica que las distribuciones son asimétricas o de cola izquierda, teniendo así que los resultados del estadístico Jarque-Bera, son muy grandes y las cuatro series muestran curtosis significativas. El estadístico Jarque-Bera combina curtosis con simetría para medir normalidad, distribuyéndose como una X^2 (Chi cuadrada).

8. En este mismo cuadro, se aprecia que el mercado mexicano tanto en el contrato de futuro como en el precio a mercado, muestra las mayores desviaciones de una distribución Gaussiana; el mercado de Chicago muestra un exceso de curtosis; mientras que el mexicano tiene un 66.8 para el futuro del dólar, el de Chicago es de 37.5 para el futuro del peso, cuyo valor del estadístico Jarque-Bera es más alto en el futuro del dólar.
9. Derivado de la prueba Back testing, se observaron valores muy por debajo del número esperado de fallos de acuerdo con el criterio Kupiec, fortaleciendo la eficiencia en la gestión de la cartera en ambos mercados ya que, en caso contrario, para las entidades implicaría designar un mayor número de provisiones sin ser necesario, lo que implicaría un alto costo de oportunidad.

5.2 Resultados del análisis de contraste efectuado con las métricas bajo un enfoque GARCH VaRG y ESG.

A partir de los datos mostrados en el cuadro 8, correspondientes a los resultados del VarG y ESG para α 's = 90%, 95%, 97.5% y 99% de significancia, se han obtenido los siguientes resultados bajo la lógica de que el desempeño de las estrategias de cobertura para cada una de las métricas involucra la generación de diversos resultados contrastantes enfatizando algunas diferencias clave, que se muestran a continuación:

1. Se observa que a partir de los cuadros 8 y 9, en todos los casos, el modelo ESG supera al modelo VarG, dado que las estimaciones correspondientes son más precisas en todos los niveles de confianza, tanto para el Mercado Mexicano como para el CME, tanto para las posiciones cortas como las largas.

Asimismo, se observa que el mercado de Chicago muestra un mejor desempeño que el mercado mexicano en 28 de las 48 alternativas de cobertura total. El cuadro 9, también muestra que para todas las posiciones (cortas y largas) con niveles de confianza de 97.5% y 99.00%, el desempeño de CME supera el desempeño de México aplicando el modelo ESG. Sin embargo, a niveles de confianza más bajos, los modelos VaRG y ESG varían sus resultados a la baja.

2. En relación con los resultados del VaRG y ESG, se parte del hecho de que todos los datos tienen el mismo peso, es por lo que en muchos casos se observa un menor valor del VaRG. El horizonte de tiempo considerado en el análisis incluyó una ventana de crisis financiera y tensión volátil, el efecto de estas se vio mitigado por el rango de datos incluidos; sin embargo, para el caso del portafolio de Dentro (Alto Riesgo) se observa un mayor valor del ESG para el 95% de confianza.
3. La mayor protección para la posición corta durante el período de turbulencia se logra con ESG al 95%, cuyo valor es de 97.48, lo que representa la reducción porcentual del déficit esperado (ES) en la posición cubierta en comparación con la posición descubierta; sin embargo, se considera que esto se puede atribuir a la volatilidad de los futuros en el CME en situaciones normales de mercado, mientras que, en condiciones de tensión, los futuros de MexDer aparentemente tienen menor volatilidad.
4. A partir de las diferencias del desempeño entre métricas, se confirma que la mejor métrica de la muestra en el MexDer (y la muestra completa) es la correspondiente al nivel de confianza del 95% de ESG suponiendo posición corta en el subperíodo ex ante, igual a 97.78%, mientras que el peor desempeño de cobertura corresponde al VaRG con un valor 68.49%, con un diferencial de desempeño del 31%, también para la posición corta en el subperíodo Ex post, al 90%. En el caso del CME, la mejor cobertura es la obtenida en el período Ex post con 96.73% y para la posición corta ES al 97.5%, mientras que la peor cobertura, se ubica durante el mismo subperíodo al 68,89% con VaRG al 90%.

5. Se confirma que, para la posición corta en el MexDer, la estimación más rigurosa se encuentra en un nivel de confianza de ESG 95%; pero para la posición larga, la mejor estrategia de cobertura se puede lograr con un nivel de confianza de ESG 99%. En el caso de la CME, de acuerdo con los datos contenidos en el cuadro 9, para la posición corta las mejores métricas están en el ESG 99%, pero para la posición larga las mejores estrategias de cobertura se encuentran entre los niveles de confianza del ESG 95%, ESG 97.5% y ESG 99%.
6. Como resultado interesante, se observa la eficiencia prácticamente nula de ambas metodologías en ambos mercados para niveles de confianza del 97.5% e inferiores aplicando el método VaRG; con mucha frecuencia la cobertura se sitúa en el 70.0% e incluso por debajo de ésta. Este problema es casi inexistente aplicando la alternativa ESG; de acuerdo con los resultados mostrados en el Cuadro 8, la efectividad de la cobertura mejora mucho al nivel de confianza del 97.75%, en tanto que al nivel de confianza del 99.0% se obtienen los mejores resultados.
7. En términos absolutos, si un inversionista quiere cubrir una posición determinada a la luz de los resultados de las evaluaciones y los contrastes realizados, se tiene que, si elige orientar su cartera a partir de la reducción porcentual al riesgo bajo el ESG, como coberturista deberá estar interesado en las colas pesadas de la distribución, ya que tiene la posibilidad de beneficiarse si considera usar medidas de desempeño de cobertura que puedan diferenciar entre las probabilidades de cola izquierda y derecha. Así al realizar su inversión puede tener una alta probabilidad de que su inversión sea sostenible.
8. Siguiendo el mismo orden de ideas, si un inversionista quiere cubrir una posición de \$100 mil dólares, podríamos plantear los siguientes resultados de la reducción porcentual en el riesgo.
 - a. Diferencial de reducción porcentual: dólares, Corta, Dentro, 95% = 6.49% (VaRG), representa que, en una posición corta de este tipo, el 95% de las

ocasiones no perderá más de \$6,490 US, de igual manera, no se espera que la inversión caiga el 95% de las veces en un día.

- b. Diferencial de reducción porcentual: dólares, Larga, Dentro, 95% = 8.34% (VaRG), de igual manera, esto significa que, en una posición larga el 95% de las ocasiones no perderá más de \$8,340 US, de igual manera, no se espera que la inversión caiga el 95% de las veces en un día.
9. Se muestran los resultados en términos absolutos en dólares o en pesos para evitar decisiones erradas por la imprecisión de los resultados. Se sabe que toda inversión conlleva un riesgo, pero al tomar decisiones más informadas y acertadas, permite sostener una cartera ganadora.
 10. Sea la misma posición en dólares \$100 mil, en términos del análisis de contraste de las métricas tradicionales:
 - a. Un coberturista corto utiliza la métrica VaRG para cubrir Exante Corto Dólar al 90% el porcentaje de reducción es = 63.59, lo que significa que el 90% de las ocasiones no perderá más de \$6,359 dólares.
 - b. En contraste con la posición Dentro Corto Dólar al 90% cuya cobertura reduce el VaRG en 78.81%, implica que el 90% de las ocasiones no perderá más de \$7,881 dólares, cuya diferencia es de \$1,522 dólares.
 11. Resultando de lo anterior que una posición de cobertura VaRG Exante Corto Dólar al 90% es más precisa que el Var Dentro Corto Dólar al 90%, y es el modelo que se aproxima más a la pérdida esperada.
 12. Se puede inferir que la cobertura más conveniente para esta posición sería VaRG, en cambio para la posición larga es más adecuado el VaR simple. Asimismo, también reduciría considerablemente las garantías si consideramos el mejor resultado del cuadro de diferencias, cuyo resultado es el porcentaje de reducción del riesgo: dólares, Larga, Dentro, 95% = -8.34%
 13. Se observa que la mayor protección para la posición corta durante el período de turbulencia se logra con ESG con un nivel de confianza del 95%; con valor de 97.48%, lo que representa la reducción porcentual del riesgo del ESG en la posición cubierta en comparación con la posición descubierta; sin embargo, este comportamiento se puede atribuir a la volatilidad de los futuros en el CME

en situaciones normales de mercado, mientras que, en condiciones de tensión, los futuros de MexDer aparentemente tienen menor volatilidad.

14. Las diferencias en las estrategias de cobertura son notables entre los dos mercados. Estas diferencias, pueden atribuirse en parte a la profundidad del mercado, el volumen negociado, el tamaño del contrato y el rendimiento del mercado.
15. Esta reducción porcentual del riesgo es un método auxiliar para cubrirse ante un incremento en la volatilidad, ya que una de las funciones más importantes que tienen los contratos de futuros financieros es cubrir una posición o las carteras ante movimientos adversos o presiones del precio del activo subyacente en que se esté invirtiendo, en este caso el dólar o el peso mexicano. Por tanto, elegir correctamente cómo cubrirse es un paso muy importante para que la estrategia tenga sentido.

5.3 Comprobación de las hipótesis planteadas.

El presente apartado se integra a partir los análisis efectuados, determinando cuál de las metodologías aplicadas brinda mejores estimaciones, estadísticamente consistentes sobre la cobertura con futuros sobre divisas.

Retomando la hipótesis propuesta: “Es posible obtener una mayor precisión al estimar pérdidas potenciales aplicando ES y VaR bajo un enfoque GARCH, con diferentes niveles de confianza (90%, 95%, 97,5% y 99%), i.e., y que el ESG se considera mucho más eficiente que el VaRG para mercados volátiles, en el período de análisis de octubre de 2016 a junio de 2017”

A partir de los resultados mostrados en los cuadros 4 y 8, correspondientes al desempeño de la cobertura para cada métrica utilizada y los resultados de las métricas bajo el enfoque GARCH, obteniendo VaRG y ESG, respectivamente, se llevaron a cabo 96 diferencias entre los datos del cuadro 8 respecto al cuadro 4, correspondientes a los resultados del Var y ES tradicionales y VaRG y ESG,

haciendo (VaRGarch menos VaR) y (ESGarch menos ES), respectivamente, para α 's = 90%, 95%, 97.5% y 99% de significancia, obteniendo:

Cuadro 9. Contrastes sobre el Desempeño de la Cobertura en las diferencias de los resultados obtenidos con las métricas VaR, ES, VaRG y ESG

Contraste de Reducción porcentual: (VaRGarch y ESGarch) menos (VaR y ES), respectivamente para $\alpha = 90\%$, 95%, 97.5% y 99%									
		VaR- VaR 90%	VaR-VaR 95%	VaR-VaR 97.5%	VaR-VaR 99%	ESG-ES 90%	ESG-ES 95%	ESG-ES 97.5%	ESG-ES 99%
MexDer (Futuros del Dollar)									
Posicion Corta	EX ANTE	7.60	-10.23	-6.49	2.75	0.74	4.03	2.44	1.76
	AMIDTS	7.35	6.49	-4.61	-0.45	2.36	1.98	3.24	4.08
	EX POST	4.39	-5.04	2.20	-11.50	-4.06	15.72	9.03	-1.43
Posicion Larga	EX ANTE	-10.49	-8.38	-21.50	-17.98	-5.82	-4.18	-0.27	-1.38
	AMIDTS	-10.82	-8.34	-7.59	-9.45	-9.05	0.85	3.59	6.09
	EX POST	-7.07	4.96	-10.71	-16.55	-15.62	3.05	-0.76	4.06
CME (Futuros del Peso)									
Posicion Corta	EX ANTE	-3.95	5.07	-10.87	-9.49	9.02	1.91	3.15	4.01
	AMIDTS	-5.32	-11.76	-15.82	-11.69	4.15	0.86	0.13	2.52
	EX POST	-12.05	1.51	-11.10	1.93	1.83	5.76	12.14	6.82
Posicion Larga	EX ANTE	-20.22	-8.73	-3.23	-13.80	-6.41	-3.49	6.99	-2.78
	AMIDTS	-12.77	-7.18	-5.90	0.48	1.84	4.83	2.94	5.19
	EX POST	-17.69	-1.66	-10.56	3.30	3.66	6.34	1.70	5.50

Fuente: Cuadro de elaboración propia a partir de los datos de los cuadros 4 y 8 de este trabajo.

El Cuadro 9, éste corresponde a los resultados del VaR y ES tradicionales y VaRG y ESG, efectuando (VaRGarch - VaR) y (ESGarch - ES), respectivamente, para las alfas, $\alpha = 90\%$, 95%, 97.5% y 99% de significancia.

Este método se repite para cada mercado en las coberturas corta y larga. En Chicago, cobertura larga Exante GVaR 90, se compara con la cobertura larga Exante VaR 90, cuyo resultado es -10.49, lo que significa que el VaR lo supera en 10.49 en relación con el GVaR. Así, se calculan en principio 96 diferencias entre los resultados de las métricas de cobertura calculados considerando los cuatro diferentes niveles de confianza, partiendo del hecho de que todos los datos tienen el mismo peso.

Un coberturista corto que utilice la métrica VaR, con alfa del 90% de significancia, para cubrir Exante dólar, podrá reducir el VaR en un 63% en contraste con la posición Dentro cuya cobertura reduce el VaR en el 62%. Se encuentran resultados similares cuando se usa ES. Esto ocurre en el 96% de todos los casos y en un promedio de poco más del 8%.

Asimismo, se llevó a cabo la diferencia del desempeño entre las estrategias corta y larga de cada uno de los mercados de la siguiente manera. Observando que, en el Chicago, cobertura corta, Exante, la diferencia entre el GVar90% y el VaR90% resulta igual a -3.95, donde se advierte un incremento en la disminución del VaR en un 3.95, lo que representa el 7% de la posición larga. Este análisis se realizó para cada mercado y para cada métrica de desempeño. Los efectos de estos contrastes indican que las coberturas cortas superan a las coberturas largas VaR en el 48% de los casos en la muestra. La diferencia de las coberturas largas y corta es más alta para el nivel de confianza $\alpha = 90\%$.

Cuadro 10. Contrastes Porcentuales sobre el Desempeño de la Cobertura

Contraste de Reducción porcentual: (VaRGarch y ESGarch) menos (VaR y ES), respectivamente para $\alpha = 90\%$, 95%, 97.5% y 99% (posiciones largas y cortas y sus niveles de confianza $\alpha = 90\%$, 95%, 97.5% y 99%)										
		90%		95%		97.50%		99%		Diferencias promedio en relación con CVaR
MexDer	MexDer	Diferencia	Porcentaje	Diferencia	Porcentaje	Diferencia	Porcentaje	Diferencia	Porcentaje	
Corta	Ex Ante	7.60	11%	1.26	2%	-7.60	-9%	0.90	1%	0.54
	Dentro	7.35	10%	17.43	23%	1.48	2%	-0.51	-1%	6.44
	Ex Post	4.39	6%	2.19	3%	-3.91	-4%	1.81	2%	1.12
Larga	Ex Ante	-10.49	-14%	1.59	2%	-17.37	-24%	-4.51	-6%	-7.70
	Dentro	-10.82	-15%	-5.14	-7%	5.17	7%	-3.24	-4%	-3.51
	Ex Post	-7.07	-10%	3.80	5%	0.91	1%	-14.08	-18%	-4.11
		90%		95%		97.50%		99%		Diferencias promedio en relación con CVaR
CME	CME	Diferencia	Porcentaje	Diferencia	Porcentaje	Diferencia	Porcentaje	Diferencia	Porcentaje	
Corta	Ex Ante	-3.95	-5%	-1.87	-2%	1.13	1%	1.21	1%	-0.87
	Dentro	-5.32	-7%	-3.10	-4%	3.20	5%	3.00	4%	-0.55
	Ex Post	-12.05	-17%	1.35	2%	3.35	4%	-1.25	-1%	-2.15
Larga	Ex Ante	-7.93	-11%	-2.24	-3%	-4.51	-6%	-3.15	-4%	-4.46
	Dentro	-9.88	-14%	-5.54	-7%	-1.22	-2%	-3.12	-4%	-4.94
	Ex Post	-12.43	-18%	-9.97	-13%	-4.99	-7%	-5.34	-7%	-8.18

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en los cuadros 4 y 8 respectivamente. Diferencias VaRG- VaR y ESG-ES, en ambos mercados, considerando todos y cada uno de los niveles de significancia alfa, $\alpha = 90\%$, 95%, 97.5% y 99%

El Cuadro 10. Muestra los contrastes porcentuales en ambos mercados entre efectividad de cobertura de las métricas en la muestra para México corresponde a .54%, 6.44% y 0.12% en la posición corta y en la larga -7.7%, -3.51 y -4.11%; para Chicago en la posición corta -0.87, -0.55 y -2.15, en tanto que para la larga son -4.48%, -4.94% y -8.18%, notablemente menor.

En el Cuadro 10, se puede observar el contraste del desempeño entre las estrategias corta y larga de cada uno de los mercados. Si se considera, por ejemplo, Chicago, Corta, Exante, VaR 90, resulta igual a -3.65, al contrastar con la cobertura larga, Exante, VaR 90, resulta -20.22, se observa un incremento en la disminución del VaR en un 16.57, lo que representa el 81.9% en la posición larga. Esto se realizó para cada mercado y para cada métrica de desempeño.

Los resultados de estas discrepancias indican que las coberturas largas superan a las coberturas cortas en el 34% de los casos en la muestra. Las diferencias las coberturas largas y corta es más alta para el nivel de confianza $\alpha = 90\%$.

1. Se comprobaron diferencias significativas examinando los contrastes mercado a mercado, observando un mejor desempeño para el mercado de Chicago con una significancia del 90%, mientras que el peor desempeño de cobertura se observa para el MexDer al 99%. Bajo la métrica de desempeño ES, el Mercado Mexicano generalmente rinde menos que el de Chicago cuya diferencia promedio es del 2.29%.
2. Aplicando el método VaRG, con frecuencia la cobertura se sitúa en el 70,0% o por debajo de ésta, mientras que aplicando métrica ESG, ver Cuadro 8, se comprueba que la efectividad de la cobertura mejora mucho al nivel de confianza del 97.75%, y al nivel de confianza del 99.0% se obtienen los mejores resultados.
3. Se comprueba que, en todos los casos, el modelo ESG supera al modelo VarG, ver cuadros 4 y 8. En virtud de que las estimaciones correspondientes son más precisas en todos los niveles de confianza, tanto para el Mercado Mexicano como para el CME, así como para las posiciones cortas como las largas, se comprueba que el mercado de Chicago muestra un mejor desempeño que el mercado mexicano en 28 de las 48 alternativas de cobertura total. También se demuestra que para todas las posiciones (cortas y largas) con alfas del 97.5% y 99.00%, el desempeño de CME supera el desempeño de México aplicando el modelo ESG.
4. Se comprueba con los resultados del VaRG y ESG, que todos los datos tienen el mismo peso, por lo que en muchos casos se observa un menor valor del VaRG. El horizonte de tiempo considerado en el análisis incluyó una ventana de crisis financiera y tensión volátil, y que el efecto de estas se vio mitigado por el rango de datos incluidos; sin embargo, para el caso del portafolio de Dentro se observó un mayor valor del ESG para alfa al 95% de confianza.

5. Se comprobó que la máxima protección se logra con ESG al 95% (reducción porcentual del déficit esperado (ESG)) para la posición corta en el período de turbulencia; sin embargo, se puede atribuir a la volatilidad de los futuros en el CME, situaciones normales de mercado, en tanto que, en condiciones de presión cambiaria, los futuros de MexDer tienen menor volatilidad.
6. Se confirma que la mejor métrica de la muestra es la correspondiente al nivel de confianza del 95% de ESG; mientras que el peor desempeño de cobertura corresponde al VaRG con un valor 68.49%, con un diferencial de desempeño del 31%.
7. En el caso del CME, se valida que la mejor cobertura es la obtenida en el ESG al 97.5%, mientras que la peor cobertura, se ubica durante el mismo subperíodo con VaRG al 90%.
8. Se confirma que, para la posición corta en el MexDer, la estimación más rigurosa se encuentra en un nivel de confianza de ESG 95%, pero para la posición larga, la mejor estrategia de cobertura se puede lograr con un nivel de confianza de ESG 99%. En el caso de la CME, de acuerdo con los datos contenidos en el cuadro 9, para la posición corta las mejores métricas están en el ESG 99%, pero para la posición larga las mejores estrategias de cobertura se encuentran entre los niveles de confianza del ESG 95%, ESG 97.5% y ESG 99%.
9. Se corrobora que aplicando la alternativa ESG; de acuerdo con los resultados mostrados en el Cuadro 8, la efectividad de la cobertura mejora mucho al nivel de confianza del 97.75%, en tanto que al nivel de confianza del 99.0% se obtienen los mejores resultados.

5.4. Beneficios y robustez, Discusión de resultados y agenda para posibles investigaciones futuras

5.4.1 Beneficios y Robustez

- ✚ Más allá de la relevancia del VaR y ES, subyacen la preeminencia de la σ (tipo de cambio) sobre las pérdidas potenciales.
- ✚ GARCH mejora la precisión y aplicabilidad de las métricas VaR y ES con respecto a la cobertura con futuros sobre divisas.
- ✚ Análisis de la normalidad. Jarque Bera (JB). Las pruebas de raíz unitaria, Dickey Fuller Aumentada (ADF). comprueban la estacionariedad del proceso estocástico.
- ✚ Prueba t (de Student) y tau de MacKinnon comprueban estacionariedad.
- ✚ Arch Lagrange Method (ALM). Heterocedasticidad en series y sustenta el uso del modelo GARCH.

5.5 Discusión de resultados

Los resultados están alineados con los diversos estudios entre los que destacan, Reboredo, Rivera-Castro y Ugoline (2016) quienes confirman los beneficios de las estrategias de cobertura con futuros aplicando el cálculo de las métricas VaR y ES en los análisis de riesgo con el modelado GARCH, encontrando también que este modelo representa en diversos casos la mejor opción para capturar la volatilidad. Así, los estudios de Yoshiva (2005) y Mazin y Janabi (2006). Burns (2002) comparan las estimaciones de VaR utilizando modelos GARCH univariados, cuya evidencia muestra que las estimaciones del modelo GARCH son superiores a los otros métodos en cuanto a la precisión y coherencia.

Por otro lado, con respecto a la cobertura de divisas, la investigación académica se ha concentrado en otros temas de riesgo, como determinar el índice de cobertura óptimo. El uso de modelos de VaR se considera limitado, aunque se han avanzado en modelos altamente sofisticados en relación con los mercados maduros y las economías desarrolladas. En la diversa literatura consultada, no

hay evidencia de trabajos concretos sobre cobertura de tipo de cambio en México que utilice métricas de VaR, ES y modelado GARCH.

También en esta tesis los resultados están alineados con los diversos estudios de Betancourt, Díaz y Fernández (2017) quienes proponen en su trabajo un Ratio de Cobertura Óptimo Robusto (RCOR) utilizando un estimador de varianza condicional robusto, basado en el estimador de máxima verosimilitud de la varianza de la distribución exponencial de potencia (DEP), aplicado para construir una estrategia de cobertura para el Mercado Integrado Latinoamericano (MILA), además de estar alineados con los resultados de Santillán-Salgado et. al. (2016) que sugieren que la estrategia basada en OLS supera a las estrategias alternativas del modelo GARCH bivariado, así como un modelo diagonal VECH y un patrón de correlación condicional constante en términos de la reducción de la volatilidad, a partir de un modelo de índice de cobertura efectiva (HED) del valor en riesgo (VaR) y de los criterios condicionales ES, usando contratos de futuros para identificar la relación de cobertura óptima desde la perspectiva de un coberturista cuya moneda de interés es el peso mexicano. Asimismo, se alinean los resultados al trabajo de Benet (1992) que analiza la administración de coberturas utilizando futuros a más largo plazo para reducir el riesgo de precio en una posición de contado subyacente.

Bajo el mismo tenor, Tabasi et. al. (2019) estima el riesgo de mercado en la Bolsa de Valores de Teherán, empleando el valor condicional en riesgo y el déficit esperado (ES). Utiliza la teoría del valor extremo para calcular el riesgo con mayor precisión. Asimismo, se emplean los modelos de heterocedasticidad condicional autorregresiva generalizada (GARCH) para modelar el agrupamiento de volatilidad, y para estimar los parámetros del modelo. También se emplea el método de máxima verosimilitud. La evidencia revela que la estimación de los parámetros del modelo ofrece mejores resultados que la función de distribución normal asumiendo que se distribuye como t-Student. Finalmente, se emplea la simulación de Monte Carlo para las pruebas retrospectivas.

De igual forma, y en relación con las tendencias recientes en la investigación del VaR / ES, Paton, Zeigel y Chen (2019) hacen uso de la teoría de decisión estadística contemporánea para superar el problema de la elicibilidad para ES modelando el ES y VaR, con la propuesta de nuevos modelos dinámicos para estas métricas de riesgo. Demuestran utilizando la simulación, que sus métodos tienen buenas propiedades de muestra finita, aplicando estos modelos a rendimientos diarios de cuatro índices bursátiles internacionales; confirmando que los nuevos modelos ES-VaR propuestos superan los pronósticos utilizando modelos GARCH.

Igualmente, está alineado al trabajo de Vergara y Maya (2007) sobre modelos GARCH paramétricos y no paramétricos para rendimientos de acciones pertenecientes al mercado colombiano, aplicando el VaR y un modelo GARCH multivariado concluyendo que la modelación de la distribución condicional de retornos corrobora la superioridad de la estimación de estos modelos sobre la matriz de covarianza condicional en la determinación de las ganancias obtenidas.

Por último y no menos importante, se ha alineado al trabajo de Ramírez y Ramírez (2007) el análisis de métricas del VaR aplicadas a las acciones mexicanas, asimismo, el de De Jesús y Ortiz (2012) cuyo trabajo se relaciona con el modelo CVaR o ES en conjunto con la teoría de valores extremos aplicándolos a los índices bursátiles de Brasil y México, mientras que Reyes y Ortiz (2013) utilizan la metodología M-VaRCH (Modelos de Valor en Riesgo y modelos GARCH multivariados) para analizar carteras trinacionales de los países del TLCAN, Canadá, Estados Unidos y México.

Finalmente, la investigación sobre el riesgo asociado al tipo de cambio y las estrategias de cobertura es muy importante, haciendo la consideración de que más allá de la relevancia del VaR y ES, subyacen la relevancia de la volatilidad del tipo de cambio sobre las pérdidas potenciales. La aplicación del modelo GARCH a las métricas VaR y ES ha mejorado su precisión y aplicabilidad. Con respecto a la

cobertura de divisas, la investigación académica se ha concentrado en otros temas de riesgo, como determinar el índice de cobertura óptimo. El uso de modelos de VaR se considera limitado, aunque se han avanzado en modelos altamente sofisticados en relación con los mercados maduros y las economías desarrolladas.

Todo lo anteriormente referido y consultado aportó a esta tesis nuevos cauces, al considerar el uso de las métricas VaR y ES, con un enfoque GARCH, ya que algunos autores, como (Cotter & Handly, 2006) evaluaron las estrategias con futuros basadas en GARCH, reconociendo la naturaleza de la volatilidad en el riesgo de tipo de cambio y la conveniencia de adoptar los modelos GARCH.

De acuerdo con la literatura consultada, las aplicaciones del VaR en temas relacionados con mercados emergentes, se encontró que diversos investigadores se han ocupado principalmente del impacto de los tipos de cambio en el comercio y las inversiones reales y de cartera. En este sentido, se consultaron adicionalmente otros métodos avanzados de valuación, como los modelos copula e ingeniería artificial, esto es, ingeniería de datos de alta frecuencia, y el efecto de dichos modelos bajo un tipo de probabilidad concreta, señalando que, la investigación que utiliza datos intradía de alta frecuencia es inexistente en estos mercados debido a la falta de información, así como a los altos costos. No se han encontrado trabajos concretos sobre cobertura de tipo de cambio en México con las características de la presente tesis, por tanto, se considera una contribución importante en este tema.

Se proponen estos modelos econométricos VarG y ESG como una oferta pragmática, interesante y original, con un enfoque del modelo GARCH para superar los supuestos erróneos de homocedasticidad asumidos en diversos estudios.

5.6 Agenda para posibles investigaciones futuras

En concordancia con la presente línea de investigación, se propone investigar sobre:

1. Desempeño de la cobertura con contratos de futuros a partir del porcentaje de reducción del riesgo en CME y MexDer. Análisis de la crisis COVIT contrastando las métricas VaR y ES bajo un enfoque GARCH, en el periodo comprendido de 2020 a 2021.
2. Desempeño de la cobertura con contratos de futuros a partir del porcentaje de reducción del riesgo en CME y MexDer. Análisis de la crisis ACTUAL contrastando las métricas VaR y ES bajo un enfoque GARCH, en el periodo comprendido de 2020 a 2022.

En ambos casos utilizando la metodología propuesta en esta investigación, variando las ventanas de los subperiodos, previo análisis de la volatilidad.

Conclusiones

En el presente apartado se refieren las conclusiones a partir del análisis de las metodologías aplicadas. Es importante destacar que las dos hipótesis planteadas han sido confirmadas.

- I. Esta tesis resalta la trascendencia de cuantificar la exposición al riesgo, lo que es muy importante para la toma de decisiones de riesgo-rendimiento, relacionadas con la actividad empresarial de inversiones, tanto para los agentes del mercado y la formulación de políticas, así como para la elección de alternativas de cobertura.
- II. El cálculo de la reducción porcentual del riesgo juega un papel muy importante en periodos de presión cambiaria, ya que una de las funciones que tienen los contratos de futuros financieros, es la posibilidad de cubrir nuestras carteras ante movimientos adversos o presiones del precio del activo subyacente en que se esté invirtiendo, además de ser un auxiliar en la protección contra problemas de volatilidad. Así, elegir correctamente la cobertura adecuada, es un paso muy importante para que la estrategia tenga sentido.
- III. La diferencia observada en el pronóstico de riesgo entre los dos mercados puede atribuirse a diferencias en la profundidad del mercado, comercio, volumen negociado, tamaño del contrato y desempeño del mercado, así como a factores institucionales como la moneda utilizada para la compra de futuros en cada mercado.
- IV. Las métricas empleadas en esta tesis han arrojado resultados concluyentes tanto para los coberturistas cortos como para los largos. Esto sugiere que los coberturistas que estén interesados en las colas pesadas de la distribución, tienen posibilidad de beneficiarse si consideran usar medidas de desempeño de cobertura que diferencien entre las probabilidades de cola izquierda y derecha, como el ESG.

- V. La prueba Back testing en ambos casos (Contraste de VaR y ES, así como VarG y ESG) dio certeza a las estimaciones al superar las posibles ineficiencias en la gestión de la cartera, evitando designar un mayor número de provisiones sin ser necesario, lo que pudiera generar altos costos de oportunidad.
- VI. Con las estadísticas de las muestras completas que se resumen en el cuadro del Capítulo 3, se aprecia que en el mercado mexicano en ambas posiciones, se muestra un exceso de curtosis observado con Jarque Bera en las series del futuro del dólar y no así para el futuro del peso en Chicago. También se justificó la estacionalidad con Dickey Fuller. Esto es importante desde la óptica de cobertura de riesgo, ya que las series no estacionarias pueden dar lugar a regresiones espurias y, por lo tanto, invalidar la estimación de la cobertura óptima.
- VII. ESG en términos de los mejores resultados, brinda valores menores del porcentaje de cobertura del riesgo, en relación con los obtenidos con VaRG, lo que implica que la dimensión de la efectividad del desempeño de la cobertura está relacionada con el resultado que se pretende lograr, ya que los resultados se basan en la elección de una métrica determinada.
- VIII. ESG, como métrica para evaluar el desempeño de la cobertura, es estadísticamente adecuada, debido a que sus resultados son muy rigurosos al 99.0%, con la salvedad de que los resultados se basan en un período específico; por tanto, ESG debe emplearse como cualquier otro modelo, con precaución y con el apoyo de la investigación continua.
- IX. El cálculo de la reducción porcentual del riesgo es un método auxiliar para elegir la estrategia de cobertura ante presiones del tipo de cambio y de la volatilidad, ya que una de las funciones más importantes que tienen los contratos de futuros financieros, es la cobertura del riesgo ante movimientos adversos o presiones del precio del activo subyacente en el que se esté invirtiendo.
- X. La presente tesis es una contribución importante en este tema, ya que además de utilizar métricas VaR y ES para comparar el desempeño de la

cobertura entre dos mercados, uno completamente desarrollado y el otro un mercado emergente, estima la cobertura (porcentaje de reducción del riesgo) con futuros sobre dólar/peso negociados en el CME de Chicago frente a los futuros peso/ dólar negociados en el MexDer, además de que en la consulta de la literatura relacionada, no se encontraron trabajos concretos sobre cobertura de tipo de cambio con comportamiento inverso, en términos de la paridad cambiaria semejantes al presente.

- XI. Cuantificar el riesgo es fundamental para la toma de decisiones bajo incertidumbre, por ende, esta tesis pretende contribuir a incrementar la cultura financiera en este aspecto.
- XII. Esta tesis recalca la importancia de cuantificar la exposición al riesgo-rendimiento relacionado intrínsecamente con el comercio, la actividad empresarial de inversiones y la formulación de las políticas respectivas, así como para la elección de alternativas de cobertura.
- XIII. Se necesita más investigación, particularmente para el caso de los mercados emergentes y las monedas sujetas a patrones de volatilidad marcados. En el caso de los mercados de derivados de Estados Unidos y México, es preciso llevar a cabo mayor investigación, no solo para identificar sus diferencias, sino sobre todo, como un medio para fomentar su integración con los mercados globales, así como para el desarrollo y contribución al avance del sector financiero en México y demás países, y potencialmente, favorecer el desarrollo económico.
- XIV. Esta tesis se considera de frontera, ya que su contribución estriba no solo en aumentar la cultura financiera como un apoyo novedoso al llevar a cabo la cuantificación del riesgo bajo un modelo propuesto (modificado), sino también por su aporte de elementos necesarios para la toma de decisiones bajo incertidumbre.
- XV. Se considera que la metodología ha brindado los resultados esperados, en el sentido de que, si bien el VaR sigue vigente, ya no es suficiente, i.e., pues el VaR tradicional tiene deficiencias que no eran notorias cuando J.P. Morgan lo

propuso, sin embargo, ahora el mercado es diferente, por lo cual se han propuesto las metodologías VaRG y ESG, potenciados por el modelo GARCH.

XVI. Se proponen estos modelos VaRG y ESG para el cálculo de la pérdida esperada en función del porcentaje de reducción del riesgo, como una oferta pragmática, interesante y original, con un enfoque del modelo GARCH para superar los supuestos erróneos de homocedasticidad asumidos en diversos estudios.

XVII. Se necesita más investigación para el caso de la cobertura cambiaria en países emergentes cuyas monedas están sujetas a patrones de volatilidad marcados, lo que puede contribuir al avance de sus sistemas financieros. En México, en particular, es necesario este tipo de investigación.

Finalmente, es sustancial reflexionar en la exposición al riesgo vista desde la óptica de los agentes del mercado financiero, ya que es muy característico el decidir en función del riesgo-retorno, exposición al riesgo y opciones de cobertura disponibles.

Glosario de Siglas Abreviaturas y Acrónimos

A

ACEAP	Acuerdos de Complementación Económica y Acuerdos de Alcance Parcial.
ALADI	Asociación Latinoamericana de Integración.
Algoritmo	Serie de instrucciones secuenciales, gracias al cual pueden llevarse a cabo ciertos procesos y darse respuesta a determinadas necesidades o decisiones.
APPRI s	Acuerdos para la Promoción y Protección Recíproca de las Inversiones.
Analista Cuantitativo (Quant)	Profesional financiero que hace uso de un enfoque matemático para evaluar las condiciones actuales en un mercado de comercio. Como parte de esta evaluación, el Quant también empleará los mismos métodos generales a las oportunidades de inversión individuales dentro del mercado.
Arbitraje	Estrategia que consiste en aprovechar los diferenciales de precios de un mismo activo financiero en diferentes mercados para obtener ganancias. Aprovecha ciertas deficiencias del mercado, de manera que mientras más eficiente es el mercado más difícil es realizar este tipo de operaciones.
ARCH	Modelo autorregresivo que captura las agrupaciones de volatilidad de las rentabilidades a través de la varianza condicional, del inglés AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity.
ARCH LM	Prueba del multiplicador de Lagrange de heterocedasticidad condicional autorregresiva). Es una prueba para demostrar la heterocedasticidad en series de retorno al cuadrado (es decir, exhiben efectos ARCH)

B

Balanza pagos	de La Balanza de Pagos, es el método utilizado por los países para monitorear todas las transacciones monetarias internacionales durante un período de tiempo (Trimestral).
Backtesting	Proceso de probar una estrategia de trading previo a utilizarla. Permite al agente financiero saber si la aproximación que está usando es correcta y si el modelo tiene la cobertura deseada.

BEKK	Modelo heterocedástico que supone que los rendimientos degradados son condicionalmente normales. cuya estimación se realiza utilizando el método de cuasi máxima verosimilitud.
BIS	Banco de Pagos Internacionales BIS, del inglés, Bank for International Settlements. Organización internacional dedicada a estimular la cooperación monetaria. Propiedad de diversos Bancos Centrales con sede en Basilea, Suiza.
Banxico	Banco de México, tiene como objetivo primordial proveer a la economía del país una inflación baja y estable.
BMV	Bolsa Mexicana de Valores. Actualmente Grupo BMV. Institución que opera bajo las normas de la SHCP, observando la Ley del Mercado de Valores de México. Como resultado de las últimas tendencias mundiales y cambios regulatorios.
Bootstrapping	Método para inferir resultados para una población a partir de resultados encontrados en una colección de muestras aleatorias más pequeñas de esa población, utilizando el reemplazo durante el proceso de muestreo.
Burbuja financiera	Aumento de los precios de un activo o de todo un mercado, debido a un movimiento especulativo, que no responde a ningún fundamento real. Es el resultado de una expectativa sobrevalorada sobre un activo o activos.
Broker	Intermediario financiero que no asume riesgos. Cobra una comisión por su trabajo sin perder dinero por efectuar una operación.

C

CBOT	Bolsa de Comercio de Chicago, del inglés, Chicago Board of Trade.
CETES	Los Certificados de la Tesorería de la Federación (Cetes) conforman el instrumento de deuda bursátil con mayor antigüedad. Los Cetes figuran entre los instrumentos de deuda gubernamentales, son títulos de crédito que amparan un préstamo o una inversión de acuerdo con una fecha determinada.
CME	Bolsa Mercantil de Chicago, del inglés, Chicago Mercantile Exchange.
Cluster	Es por definición un grupo de cosas o personas similares ubicadas o que ocurren muy juntas, aplicado al análisis de conglomerados.

CMCM	Comité del Mercado Cambiario Mexicano, es un foro representativo de discusión de participantes del mercado cambiario local, que opera bajo la coordinación de Banco de México.
CNY	Yen japonés.
Cobertura	Estrategia financiera para cubrir el riesgo de una inversión tomando la posición opuesta mediante un activo financiero correlacionado con la inversión o mediante un derivado financiero. En inglés es Hedge.
COMEX	Bolsa de mercancías, del inglés, Commodity Exchange Inc. Bolsa de futuros de metales, tales como oro, plata, cobre y aluminio del mundo.
Commodity	Producto físico. Materia prima o producto agrícola primario que se puede comprar y vender.
Contrato de futuro	Es un contrato estandarizado por el que dos partes se comprometen a intercambiar un activo (físico o financiero), a un precio determinado en una fecha futura.
Correlograma	Es una imagen o grafico de la correlación de estadísticas en el análisis de series de tiempo.

D

DGP	Distribución General de Pareto.
Desregulación Financiera	Se refiere a una variedad de cambios en la ley que permiten a las instituciones financieras más libertad en la forma en que compiten.
Derivado sobre Divisas	Tipo de contrato que comprende como activo subyacente las divisas.
Dickey-Fuller aumentada (ADF)	Es una prueba de raíz unitaria para comprobar la estacionariedad. Es un número negativo. Cuanto más negativo sea, más fuerte será el rechazo de la hipótesis de que existe una raíz unitaria en algún nivel de confianza.
DOF	Diario Oficial de la Federación. Es el órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, que tiene la función de publicar en el territorio nacional, leyes, decretos, reglamentos, acuerdos, circulares, órdenes y demás actos, expedidos por los Poderes de la Federación, a fin de que éstos sean

aplicados y observados debidamente en sus respectivos ámbitos de competencia.

E

Economía Informativa	Es una rama de la economía que se dedica a investigar cómo la información impacta en las decisiones de los agentes. Esto, en distintos tipos de transacciones.
Economía Globalizada	Es una economía sin fronteras o límites, en la que tienden a operar diversas empresas multinacionales con un gran poder sobre el mercado y sin las restricciones en los movimientos de capital.
Economía de Redes	Estructuralmente son un sistema de líneas de comunicación que enlazan puntos o nodos emisores, receptores y de almacenamiento.
EE. UU	Estados Unidos de Norteamérica.
Efecto	Efecto o crisis financiera. Cuando un país que mantiene un tipo de cambio fijo de repente se ve obligado a devaluar su moneda debido a acumular un déficit de cuenta corriente insostenible, se llama una crisis monetaria o crisis de balanza de pagos. Cuando un país no paga su deuda soberana, se llama un incumplimiento soberano.
Efecto Contagio	Es la tendencia de los inversores a dudar de la solvencia de algunas instituciones financieras o de algunos países cuando otros se enfrentan a problemas.
Efecto disruptivo	Disruptivo es un término que procede del inglés disruptive y que se utiliza para nombrar a aquello que produce una ruptura brusca. Así un Efecto Disruptivo es una crisis que produce una ruptura brusca.
EME	Economía de Mercado Emergente. Economía de ingresos per cápita de bajos a medios. Es una nación cuya economía imita a la de una nación desarrollada, pero no cumple en su totalidad con los requisitos para ser clasificada como tal.
ES	Expected Shortfall. Es una medida de riesgo, concepto utilizado en el campo de la medición del riesgo financiero para evaluar el riesgo de mercado o el riesgo crediticio de una cartera. También se define como el déficit esperado al nivel del alfa%. Rendimiento esperado de una cartera en el peor escenario alfa% de los casos.
ESG	Es una medida de riesgo, del inglés Expected Shortfall Garch, concepto utilizado en este trabajo de tesis para medir el riesgo financiero optimizado bajo el enfoque heterocedástico GARCH detallado en el capítulo Cuatro.

EUR	Moneda de curso en la Unión Europea.
EUR / CNY	Tipo de cambio Euro - Yen renminbi chino.
EVT	Teoría del Valor Extremo, del inglés Extreme Value Theory. es una rama de la estadística que trata de las desviaciones respecto a al valor esperado de una distribución de probabilidad.
Especulación	Es un conjunto de operaciones de tipo comercial o financiera que tiene como fin el obtener un beneficio económico aprovechando las fluctuaciones que pueda presentar los productos en sus precios ocurre la especulación financiera.
Estrés Testing	Herramienta que supone identificar y cuantificar el impacto de diferentes escenarios en las expectativas financieras futuras de las inversiones.
EWMA	Es un modelo el cual es una extensión simple del esquema de ponderación estándar que asigna el mismo peso a cada punto en el tiempo para el cálculo de la volatilidad, asignando (generalmente) más peso a las observaciones más recientes mediante un esquema exponencial.

F

FIA	Asociación de la Industria de Futuros. Es una asociación comercial en los Estados Unidos compuesta por comerciantes de comisión de futuros. Un comerciante de comisión de futuros es análogo a un corredor; son entidades que aceptan órdenes y pagos de futuros de materias primas para su ejecución en una bolsa de futuros, las siglas del inglés, Futures Industry Association.
Financiarización	Es un proceso mediante el cual los mercados financieros, y las instituciones obtienen una mayor influencia sobre la política y los resultados económicos.
FMI	Fondo Monetario Internacional. Organismo internacional creado para fomentar un sistema monetario internacional. Se originó en 1944 como parte de la Conferencia de Breton Woods con 44 países aliados para sentar las bases de la organización financiera.
FX Trading	Operación en Forex, mercado de divisas.
FOREX	Cambio de divisas Extranjero, del inglés Foreign Exchange.

G

GARCH	Modelo de heterocedasticidad condicional autorregresiva generalizada, del inglés. Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity.
GATT/OMC	Rondas de los representantes del Acuerdo General de Tarifas y Comercio del inglés, General Agreement on Tariffs and Trade, y de la Organización Mundial de Comercio.
GATT	Acuerdo General de Aranceles y Comercio.
Globalización	Proceso histórico de integración mundial en las esferas económico, político, tecnológico, social y cultural, que ha convertido al mundo en un lugar cada vez más interconectado.
Gobernanza	Según la Comisión sobre la Gobernanza Global, es: la suma de las múltiples maneras como los individuos y las instituciones, públicas y privadas, manejan sus asuntos comunes.

H

HED	Índice de cobertura efectiva.
Heterocedástico	Es un término econométrico desarrollado en 1982 por Robert F. Engle, economista y ganador del Premio Nobel de Economía en 2003. Modelo que describe un enfoque para estimar la volatilidad en los mercados financieros.
HFT	Sistema de negociación de alta frecuencia, HFT, High Frequency Trading, por sus siglas en inglés.
HKD	Dólar de Hong Kong.
HKD / CNY	Tipo de cambio entre el dólar de Hong Kong y el Yuan renminbi chino.

I

ICW	Comercio Internacional Wordpress, del inglés, International Commerce Wordpress.
IEA	Agencia Internacional de la Energía (por sus siglas en inglés).
IFC	Organización dedicada al desbloqueo de la inversión privada, la creación de mercados y oportunidades donde más se necesitan. Se deriva del inglés, International Finance Corporation.
IMF	Fondo Monetario Internacional, del inglés, International Monetary Fund.
Índice de globalización	de Es un proceso continuo de interdependencia entre países y ciudadanos; el cual incluye aspectos económicos y otros de índole no económica.
Inteligencia artificial	Es la capacidad de un sistema informático de realizar una tarea definida con precisión
Internacionalización	Término que se emplea para designar la capacidad que alcanza una empresa de poder comercializar sus productos o localizarse en otro país del mundo.
Intracontinentales	Término que se emplea para designar la actividad económico-financiera entre los continentes.
IPC	El IPC mexicano es el índice bursátil principal de México proviene de las siglas o abreviación de índice de precios y cotizaciones de México, aunque a veces se confunde con el índice de precios al consumidor. El IPC mexicano sólo se construye con una muestra de las empresas emisoras listadas en la bolsa de valores de México (BMV)

J

JPY / CNY Tipo de Cambio del Yen japonés al Yuan renminbi chino.

K

KOF índice de Globalización instituido por el Instituto Económico Suizo.

Kupiec Es la Cobertura incondicional, del inglés, Unconditional Coverage Test. Sugerido por Kupiec (1995), es la prueba más ampliamente conocida basada en tasa de excepción. Denominamos excepción cuando la pérdida real excede a la que fue establecida por el VaR de acuerdo con el nivel de confianza seleccionado.

Instituto de Investigación del Ciclo Económico, del alemán

Konjunkturforschungsstelle Konjunkturforschungsstelle. Concebido por Axel Dreher en la Konjunkturforschungsstelle de ETH Zúrich, Suiza.

L

Liquidez Describe la facilidad con la que un activo puede comprarse o venderse en el mercado sin que afecte a su precio. O bien, cuando hay una alta demanda de un activo, hay una alta liquidez, ya que será más fácil encontrar un comprador (o vendedor) para ese activo.

LR Índice de verosimilitud del inglés Likelihood Ratio.

M

Machine Learning Algorithmic. Es una herramienta del trading algorítmico basada en los algoritmos de aprendizaje automático construyen un modelo basado en datos de una muestra, conocidos como "datos de entrenamiento", con el fin de hacer predicciones o decisiones sin estar programados explícitamente para hacerlo.

MAD Dirhamt marroquí.

Matriz de Congruencia Es una herramienta que brinda la oportunidad de abreviar el tiempo dedicado a la investigación, permite organizar las etapas del proceso de la investigación de manera que desde el principio exista una congruencia entre cada una de las partes involucradas en dicho procedimiento.

MCO Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios. El análisis de los residuos de mínimos cuadrados ordinarios juega un papel importante, ya que puede ayudar a determinar la existencia de valores atípicos, la presencia de problemas de autocorrelación o heterocedasticidad.

MDB Informe sobre Migración y Desarrollo, del inglés, Migration and Development Brief.

MILA Mercado Integrado Latinoamericano, es un programa que integra las bolsas de valores de Chile, Colombia, México y Perú.

MIP Es la tasa de prima de seguro hipotecario anual (MIP) se utiliza para calcular la MIP mensual.

Mercados Asimétricos Mercados con diferentes características

Mercado Mexicano de Derivados. Es la Bolsa de derivados listados en

MexDer	México. Forma parte del Grupo Bolsa Mexicana de Valores.
Modelo de Ventanas Rodantes	Es un procedimiento recursivo y de ventana móvil para evaluar el rendimiento del pronóstico ARIMA.
Modelos	Expresión matemática que permite una simulación, la cual se realiza para poder predecir el comportamiento, funcionamiento, ejecución o evolución de algún fenómeno o escenario.
MS-VAR	Vector Autorregresivo con Cambio de Régimen. Es la serie de tiempo que representa la variable y_t puede ser modelada por un modelo autorregresivo de orden p , con cambio de régimen en media y varianza.
M-VaRCH	Modelos GARCH multivariados de Valor en Riesgo
MXN	Moneda mexicana, pesos mexicanos
Monedas con comportamiento inverso	Son subyacentes con comportamiento inverso, en términos de la paridad cambiaria
Momentum Multicontinental	Es el momento lineal o cantidad de movimiento. Que abarca varios o todos los continentes.
Mundialización	Es la tendencia en la cual los países buscan integrarse y complementarse impulsados por el progreso tecnológico, las políticas de inversión y las reformas del comercio.

N

NASDAQ	El NASDAQ-100 es un índice que está constituido por 100 de las empresas más grandes que cotizan en la bolsa de valores NASDAQ, que es la segunda más grande del mundo solo después de la Bolsa de Valores de Nueva York por capitalización de mercado.
NDZ	Dólar de Nueva Zelanda
NOK	Coronas Noruegas
No Free Lunch Theorem.	El "Teorema de no Almuerzo Gratis" del inglés, No Free Lunch Theorem. Se usa a menudo en optimización y aprendizaje automático, con poca comprensión de lo

que significa o implica.

NYMEX Bolsa Mercantil de Nueva York, del inglés, New York Mercantile Exchange y el COMEX se fusionaron oficialmente en una sola entidad, el 3 de agosto de 1994.

O

ONU Organización de las Naciones Unidas. Organismo internacional que permite el debate entre los 193 países miembros. Lo dirige un presidente de asamblea elegido para cada período de sesiones, en las que se abordan asuntos de importancia mundial, como el reconocimiento de nuevos miembros o problemas fundamentales.

Order books **the** Es un libro de pedidos, del inglés, Order the book, que enumera la cantidad de acciones que se ofertan en cada punto de precio o profundidad de mercado. También identifica a los participantes del mercado detrás de las órdenes de compra y venta, aunque algunos optan por permanecer en el anonimato.

OTC Operaciones sobre el mostrador, del inglés Over The Counter

P

PDEs Ecuaciones diferenciales parciales.

PIB Producto Interno Bruto Nacional

PIB-pércap Producto interno bruto por cada habitante (pér cápita)

Piso Es el lugar donde se realizaba el intercambio de valores entre los distintos agentes de comercio se organizaba en lugares físicos.

Posición corta Una posición de venta de un activo. Corto, o estar corto (en inglés: short position o short) es una expresión adoptada en los mercados de valores para referirse al hecho de haber vendido un instrumento financiero con la expectativa de que el precio aumente.

Posición larga Una posición larga, estar largo (en inglés: long position o long) es una expresión adoptada en los mercados de valores para referirse al hecho de haber comprado un instrumento financiero con la expectativa de que el precio aumente.

Prueba Dickey-Fuller Es una Prueba que busca determinar la existencia o el número de raíces unitarias en una serie de tiempo. H_0 : Existe una raíz unitaria en la serie.

(DF)

Prueba Dickey-Fuller Aumentada (DFA) La lógica de la prueba es que si la serie se caracteriza por un proceso de raíz unitaria, entonces el nivel rezagado de la serie, no proporcionará información relevante para predecir el cambio además de la obtenida en los cambios rezagados (). En este caso, la hipótesis nula y no se rechaza.

Prueba Jarque-Bera (J-B) Es una prueba de bondad de ajuste que determina si los datos de la muestra tienen asimetría y curtosis que coinciden con una distribución normal.

Q

R

RAE Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española.

RCO Ratio de Cobertura Óptimo. Es el mejor valor que indica que el ratio se puede considerar el mejor. Aunque no hay un ratio de cobertura óptimo, si se pueden calcular valores que indiquen que este puede ser bueno.

RCOR Ratio de Cobertura Óptimo Robusto. Es el nivel de protección que poseen las entidades financieras ante los préstamos no pagados. Es una fórmula de protección ante problemas para el futuro, es uno de los indicadores más utilizados para evaluar la calidad crediticia de las empresas y, por consiguiente, para el análisis de los estados financieros de la entidad.

Riesgo Es el posible impacto, pero no deseable de los efectos o consecuencias de ciertos acontecimientos sobre un activo financiero.

RMB Renminbi chino

RendsLogs Rendimientos logarítmicos. La principal utilidad de los rendimientos logarítmicos para el análisis econométrico es su capacidad de eliminar el efecto de las unidades de las variables sobre los coeficientes. Se hace continuo un proceso determinístico.

Robótica	Es una división de la ingeniería mecánica, electrónica y de las ciencias de la computación. Combina diversas disciplinas, como son la informática, inteligencia artificial, y la física. Otras áreas son el álgebra, los autómatas programables, animatrónica y las máquinas de estado. Se ocupa del diseño, construcción, operación, estructura, y aplicación de robots en diversos campos de las finanzas y diversas áreas del conocimiento.
Robotización	La introducción de la Robótica en las finanzas favorece la reducción de tasas de error, disminución en la dependencia de varios sistemas para un solo proceso y mejoramiento en la estandarización del flujo de trabajo, entre otros.

S

S.D. INDEVAL	Instituto para el Depósito de Valores. En conjunto con el Banco de México, Indeval robustece su servicio y evoluciona a procesos digitales para la custodia y emisión de valores.
SE	Secretaría de Economía de México.
Series no-normales	Series de tiempo en las que la inferencia estadística maneja datos de una muestra para obtener conclusiones sobre toda una población que no se distribuye Normal
Spot	Precio de contado
Subaditividad	Problema que presentan las medidas habituales como el VaR. Es una propiedad de las funciones, en la que al evaluar la función para la suma de los elementos del dominio siempre restituye un valor menor o igual a la suma de los valores de la función en cada elemento.

T

Tau de MacKinnon	Es una prueba de raíces unitarias donde el valor absoluto de tau no excede el t – crítico al 1%, 5% o 10% de la tabla de MacKinnon.
TIIE	Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio, tasa base, para cualquier préstamo en pesos mexicanos para cualquier periodo de interés.
TLC	Tratados de Libre Comercio.
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

T-MEC Tratado de Comercio entre México-Estados Unidos-Canadá, del inglés, United States-Mexico-Canada Agreement o USMCA, según el gobierno de Estados Unidos.

Trading Operación, del inglés Trade, operar en el mercado de valores.

TGARCH GARCH límite, del inglés, Threshold GARCH Modelo para analizar series de tiempo financieras, Es una extensión del modelo autorregresivo generalizado que captura las agrupaciones de volatilidad de las rentabilidades a través de la varianza condicional. Propuesto entre otros por, Jean-Michel Zakoian en 1994.

U

USD Dólar de Estados Unidos de Norteamérica.

USD / CNY Tipo de Cambio del dólar estadounidense al Yuan renminbi chino.

USD/MXN Tipo de cambio del dólar estadounidense con el peso mexicano.

USITC Comisión de Comercio Internacional, del inglés, United States International Trade Commerce. Agencia federal de estados unidos independiente, no partidista y cuasi judicial, que cumple una variedad de mandatos de orden regulatorio.

USMCA Siglas que Estados Unidos da al Acuerdo comercial entre Estados Unidos, México y Canadá, del inglés, United States-Mexico-Canada Agreement.

V

VaR Valor en Riesgo. Métrica utilizada para el cálculo de las perdidas potenciales, en términos del segundo acuerdo de Basilea.

Volatilidad Es una expresión que se refiere a la variación de las fluctuaciones de los precios. I.e., si el precio de un activo se mueve mucho y muy rápido se dice que ese precio es muy volátil.

Índice de Fórmulas

Número	Fórmula	Concepto	Pág.
Fórmula 1	$r_t = \log \frac{p_t}{p_{t-1}} = \log p_t - \log p_{t-1}$	Rendimiento logarítmico	117
Fórmula 2	$\sigma = \sqrt{\sum_i^N \frac{(X_i - \bar{X})^2}{N}}$	Desviación estándar o volatilidad	120
Fórmula 3	$\rho: M \rightarrow R$	Espacio de probabilidad: Espacio Muestral \rightarrow Conjunto de los Reales	122
Fórmula 4	$X \rightarrow \rho(X)$	Espacio de probabilidad que asocia un evento con su probabilidad	122
Fórmula 5	$VaR = \min \{x \in R: P(X > x) \leq 1 - \alpha\}$	Valor en Riesgo en términos de la probabilidad y del nivel de confianza	122
Fórmula 6	$\min \{X > x: F_{X \geq} \alpha\}$	Valor en Riesgo en términos de la probabilidad	122
Fórmula 7	$VaR_c = -F_x^{-1}(c)$	Valor en riesgo en términos de $c =$ percentil de la distribución de pérdidas y ganancias	123
Fórmula 8	$VaR_c = -F_x^{-1}(c)$	Valor en riesgo en función de la distribución de pérdidas y ganancias	123
Fórmula 9	$c = -F_x^{-1}(c) = -\inf \{x F_x(x) \geq c\}$ $= -\inf \{x \Pr(X \leq x) \geq c\}$	Valor de c -percentil de la función inversa generalizada de la función de probabilidad.	123
Fórmula 10	$VaR = 1 - \left\{ \frac{VaR_{i\%} \text{ portafolio cubierto}}{VaR_{i\%} \text{ portafolio no cubierto}} \right\}$	Porcentaje de reducción del Valor en Riesgo	123
Fórmula 11	$l(c, n, R_{pi}) = \int_{-\infty}^c (R_p - c)^n dF(R_{pi})$	Función de distribución del rendimiento de la cartera cubierta y enésimo momento parcial de una variable aleatoria R_{pi}	126
Fórmula 12	$l(c_1, n, R_p) = l(c_2, n, R_p)$	Igualdad de Momentos Parciales Inferiores (LPM)	126
Fórmula 13	$l(c_1, n, R_p) > l(c_2, n, R_p)$	Incremento de LPM con un incremento de c	126
Fórmula 14	$l(c_1, n, R_{pi}) = \frac{var(R_{pi})}{2}$	Estadístico semivarianza	126
Fórmula 15	$LPM = \int_{-\infty}^t (t - R)^n dF_{\otimes}$	Expresión de Momentos Parciales Inferiores (LPM)	127
Fórmula 16	$LPM = \int_{-\infty}^t (t - R)^n dF_{\otimes}$	Expresión de Momentos Parciales Inferiores (LPM)	127
Fórmula 17	$ES_{\varphi}(X) = E\{-X -X \geq VaR_{\varphi}(X)\} = \frac{\frac{\sigma_{\varphi}^2}{e^2}}{\varphi \sqrt{2\pi}}$	Expected Shortfall o Valor en riesgo condicional	128
Fórmula 18	$ES (CVAR) = \frac{1}{1-\alpha} \int_0^1 q_u(F_X) du$	Expected Shortfall o Valor en riesgo condicional a partir de la función de quebrantos	128
Fórmula 19	$ES \alpha = \frac{1}{1-\alpha} \int_0^1 VaR(X) du$	Expected Shortfall o Valor en riesgo	128

		condicional a partir de la función del valor en riesgo	
Fórmula 20	$X_1, X_2 \in V$ con $X_1 \leq X_2, \Rightarrow \rho(X_1) \geq \rho(X_2),$	Condición de los factores de riesgo X_1 y X_2 con correlación mayor	129
Fórmula 21	$X_1, X_2,$ con $X_1 + X_2 \in V, \Rightarrow \rho(X_1 + X_2) \leq \rho(X_1) + \rho(X_2),$	Condición de los factores de riesgo X_1 y X_2 con suma de correlaciones	129
Fórmula 22	$X_1 \in V, \lambda > 0, \lambda X_1 \in V, \Rightarrow \rho(\lambda \cdot X_1) = \lambda \rho(X_1)$	Condición del factor de riesgo X_1 con correlación afectada por lambda	129
Fórmula 23	$X_1 \in V, \alpha \in R, \Rightarrow \rho(X_1 + \alpha) = \rho(X_1) - \alpha$	Condición del factor de riesgo X_1 con correlación afectada por alfa	129
Fórmula 24	$ES = 1 - \left\{ \frac{ES_{i\%} \text{ portafolio cubierto}}{ES_{i\%} \text{ portafolio no cubierto}} \right\}$	Porcentaje de reducción del Expected Shortfall o Valor en Riesgo Condicional	129
Fórmula 25	$LR = -2 \ln \left((1 - a^*)^{(n-m)} (a^*)^m \right) + 2 \ln \left((1 - \frac{m}{n})^{(n-m)} (\frac{m}{n})^m \right)$	Ratio de verosimilitud (Likelihood Ratio, LR por sus siglas en inglés)	130
Fórmula 26	$e^{rt(T-t)} S_t + (T-t)$	Precio del contrato de futuro al tiempo t	133
Fórmula 27	$F(S_t, t) = e^{rt(T-t)} S_t + (T-t)$	Función del precio del contrato de futuro a cualquier tiempo t	133
Fórmula 28	$F_t e^{-r\tau} = S_t e^{-y\tau}$	Función que expresa la obligación a ambas contrapartes -uno que entrega el subyacente, y el otro que lo recibe	134
Fórmula 29	$F(S_t, t) = e^{rt(T-t)} S_t + (T-t)$	Función del precio del contrato de futuro a cualquier tiempo t y tasa diversa	134
Fórmula 30	$F = S \left[\frac{r_d \times \frac{1}{Base}}{r_e \times \frac{1}{Base}} \right]$	Expresión del precio de un contrato de futuro sobre divisas en el caso discreto	135
Fórmula 31	$F = S \times e^{(r_d - r_e) \times \frac{1}{Base}}$	Expresión del precio de un contrato de futuro sobre divisas en el caso continuo	135
Fórmula 32	$\lim_{t \rightarrow T} e^{rt(T-t)} = 1$	Límite de la fecha de expiración más cercana.	135
Fórmula 33	$S_t = F(S_T, T)$	Función de precio	135
Fórmula 34	$e^{r_t(T-t)} = 1$	Condición de frontera del tiempo en un continuo	135
Fórmula 35	$S_T = F(S_T, T)$	Condición de frontera del precio.	136
Fórmula 36	$dF(S_t, t) = F_s dS_t + F_t dt$	Derivación del precio de futuro en función del tiempo	136
Fórmula 37	$F_s = \frac{\partial F}{\partial S_t}$	Precio del derivado al tiempo t.	136
Fórmula 38	$F_t = \frac{\partial F}{\partial t}$	Derivada parcial del tiempo en un continuo	136
Fórmula 39	$dF(t) = F_s dS_t + F_r dr_t + F_t dt$	Proceso estocástico del tiempo continuo.	137

Fórmula 40	$F = S \exp^{r(T-t)}$	Expresión del precio futuro en un continuo.	137
Fórmula 41	$\frac{\partial F}{\partial \alpha} = -rS \exp^{r(T-t)}$	Derivación del precio del futuro con respecto a t	137
Fórmula 42	$f = \ln S$	Función del precio a partir del lema de Ito	138
Fórmula 43	$\frac{df}{dt} = 0$	Función del futuro a partir de la parcial con respecto al tiempo a partir del lema de Ito	138
Fórmula 44	$df = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dz$	Proceso de Wiener generalizado de S, precio del subyacente, con tasa de sesgo constante	138
Fórmula 45	$\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) (T-t)$	Distribución de la media del tiempo	138
Fórmula 46	$\sigma^2 (T-t)$	Distribución de la varianza del tiempo	138
Fórmula 47	$\ln S_T - \ln S$	Precio del Subyacente en el tiempo t	138
Fórmula 48	$\ln S_T - \ln S \approx \Phi \left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) (T-t), \sigma \sqrt{T-t} \right]$	Proceso seguido por el precio de una acción o una divisa	138
Fórmula 49	$dx = adt + bdz$	Expresión del movimiento del precio de una acción	139
Fórmula 50	$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dz$	Proceso de Ito en relación con el precio del subyacente	139
Fórmula 51	$\int \frac{dS}{S} = \int \mu dt \Rightarrow S = \exp^{\mu t}$	Expresión integral del precio del futuro de una divisa	140
Fórmula 52	$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t$, con $-1 \leq \rho \leq 1$	Prueba de raíz unitaria Dikey Fuller	156
Fórmula 53	$\rho k = \frac{Y_k}{Y_\phi} = \frac{\text{Covarianza en el rezago } k}{\text{Varianza}}$	Función de autocorrelación (FAC), en el rezago k	157
Fórmula 54	$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t$ con $-1 \leq \rho \leq 1$	Expresión del modelo de mínimos cuadrados, en el proceso estocástico de raíz unitaria	157
Fórmula 55	$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t$ con $-1 \leq \rho \leq 1$	Expresión del ruido blanco, en el proceso estocástico de raíz unitaria	157
Fórmula 56	Y_{t-1}	Resta del ruido blanco en la prueba de raíz unitaria	158
Fórmula 57	$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} + u_t - Y_{t-1}$	Diferencia del ruido blanco en los tiempos t-1 y t	158
Fórmula 58	$= (\rho - 1)Y_{t-1} + u_t$	Operador de primeras diferencias en el proceso de raíz unitaria	158
Fórmula 59	$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t$	Prueba de Raíz unitaria, para asegurar que la serie de tiempo es no estacionaria.	158

Fórmula 60	$\Delta Y_t = (Y_t - Y_{t-1}) = u_t$	Expresión de la prueba Dickey-Fuller	158
Fórmula 61	$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t$	Expresión de la prueba Dickey-Fuller aumentada	158
Fórmula 62	$f(t) = \frac{\gamma \left(\frac{v+1}{2}\right)}{\sqrt{v\pi\gamma \left(\frac{v}{2}\right)}} \left(1 + \frac{t^2}{v}\right)^{-(v+1)/2}$	Prueba T-Student	159
Fórmula 63	$\frac{df(u_i)}{du_i} = \frac{(c_1 - u_i)f(u_i)}{(c_0 - c_1 u_i + c_2 u_i^2)}$ con $-\infty < u_i < \infty$	Prueba de Kendall y Stuart	160
Fórmula 64	$l(\mu, c_0, c_1, c_2) = -N \log \left[\int_{-\infty}^{\infty} \exp \left[\int \frac{c_1 - u_i}{c_0 - c_1 u_i + c_2 u_i^2} du_i \right] du_i \right] + \sum_{i=1}^N \left[\int \frac{c_1 - u_i}{c_0 - c_1 u_i + c_2 u_i^2} du_i \right]$	Función de densidad de probabilidad, para probar la hipótesis de normalidad	160
Fórmula 65	$f(u_i). H_0: c_1 = c_2 = 0$	Prueba de hipótesis de normalidad	160
Fórmula 66	$LM = N \left[\frac{(\sqrt{b_1})^2}{6} + \frac{(b_2 - 3)^2}{24} \right]$	Expresión de la prueba estadística Lagrange Method (LM)	160
Fórmula 67	$\sqrt{b_1} = \frac{\hat{\mu}_3}{\hat{\mu}_2^{3/2}}, \quad b_2 = \frac{\hat{\mu}_4}{\hat{\mu}_2^2}, \quad \hat{\mu}_j = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^j}{N}$	Coefficientes de asimetría y curtosis	160
Fórmula 68	$\bar{x} = \sum \frac{x_i}{N}$, con $i = 1, \dots, N$	Condición de asimetría	160
Fórmula 69	$JB_n = S^2/6 + (K - 3)^2/24$	Expresión de la prueba de normalidad J-B	161
Fórmula 70	$r_t = \log \frac{p_t}{p_{t-1}} = \log p_t - \log p_{t-1}$	Expresión para calcular los rendimientos logarítmicos	162
Fórmula 71	$\Pr(\Delta P \leq -VaR\alpha) = \alpha$	Nivel de confianza, a partir de la probabilidad	168
Fórmula 72	$VaRG = 1 - \left\{ \frac{VaR(GARCH)_{i\%} \text{ portafolio cubierto}}{VaR(GARCH)_{i\%} \text{ portafolio no cubierto}} \right\}$	Expresión propuesta para mejorar el resultado del Valor en riesgo a partir del modelo GARCH	168
Fórmula 73	$(ES)_{\varphi}(X) = E[-X -X \leq VaR_{\varphi}(X)] = \frac{e^{-\frac{q^2 \varphi}{2}}}{\varphi \sqrt{2\pi}}$	Expresión matemática del Expected Shortfall o Valor en Riesgo Condicional	169
Fórmula 74	$ESG = 1 - \left\{ \frac{ES(GARCH)_{i\%} \text{ portafolio cubierto}}{ES(GARCH)_{i\%} \text{ portafolio no cubierto}} \right\}$	Expresión propuesta para mejorar el resultado del Expected Shortfall o Valor en riesgo condicional a partir del modelo GARCH	170
Fórmula 75	$r_{st} = \mu_s + \varepsilon_{st}$	Expresión de los Rendimientos del subyacente	171
Fórmula 76	$r_{ft} = \mu_f + \varepsilon_{ft}$	Expresión de los Rendimientos de los futuros	171

Fórmula 77	$\begin{pmatrix} \varepsilon_{st} \\ \varepsilon_{ft} \end{pmatrix} \omega_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2)$	Residuales que se distribuyen como una Normal con media cero y varianza diferente de cero	172
Fórmula 78	$\sigma_{st}^2 = \gamma_s + \alpha_s \varepsilon_{s,t-1}^2 + \beta_s \sigma_{s,t-1}^2$	Varianza del subyacente	172
Fórmula 79	$\sigma_{ft}^2 = \gamma_f + \alpha_f \varepsilon_{f,t-1}^2 + \beta_f \sigma_{f,t-1}^2$	Varianza del futuro	172
Fórmula 80	$\sigma_{sft}^2 = \gamma_{sf} + \alpha_{sf} \varepsilon_{s,t-1} \varepsilon_{f,t-1} + \beta_{sf} \sigma_{sf,t-1}^2$	Covarianza del subyacente y futuro	172
Fórmula 81	$r_{st} = \theta_{s0} + \sum_{j=1}^J r_{s,t-j} \theta_{sj} + \varepsilon_{st}, r_{ft} = \sum_{k=1}^K \theta_{fk} + \varepsilon_{ft}$	Proceso autorregresivo	172
Fórmula 82	$\begin{pmatrix} \varepsilon_{st} \\ \varepsilon_{ft} \end{pmatrix} \mid \Omega_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2)$	Residuales que se distribuyen como una Normal con media cero y varianza diferente de cero dentro del proceso GARCH	172
Fórmula 83	$\sigma_{sft}^2 = \rho \sigma_{st} \sigma_{ft}$	Covarianza del subyacente y el futuro	172
Fórmula 84	$P(x; n; p^*) = \binom{n}{x} (p^*)^x (1 - p^*)^{n-x}$	Distribución Binomial	173
Fórmula 85	$LR_{UC} = 2 \left[\frac{(p^*)^x (1 - p^*)^{n-x}}{(\tilde{p})^x (1 - \tilde{p})^{n-x}} \right]$	Estimador Ratio de Lagrange LR, representa una distribución Chi-cuadrado con un grado de libertad	173

Índice de Tablas

Tabla 1. Las Rondas del GATT/OMC	14
Tabla 2. Contrastes México-EU (2017-2019)	17
Tabla 3. Crisis Financieras	36
Tabla 4. Volumen promedios diarios negociados en Derivados OTC. De los principales 10 países	38
Tabla 5. Elementos del Índice de Globalización KOF	42
Tabla 6. Índice de Globalización KOF	42
Tabla 7. Efecto de la globalización en el tipo de cambio en México	51
Tabla 8. Balanza de Pagos	53
Tabla 9. Tratados suscritos por México	54
Tabla 10. Balanza de Pagos (Remesas)	57
Tabla 11. Trading	62
Tabla 12. Posición y participación de las principales divisas a nivel global	67
Tabla 13. Distribución por instrumento realizadas con MXN en 2019. Datos del TCBS de Bis.	79
Tabla 14. Volumen negociado de divisas OTC por país.	86
Tabla 15. Estadísticas Básicas	164
Tabla 16. Pruebas de Heterocedasticidad	166
Tabla 17. Asimetrías entre los futuros. MexDer y CME	176
Tabla 18. Backtesting VaRG	178
Tabla 19. Backtesting ESG	178
Tabla 20. Criterios Back testing de Kupiec	180

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Particiones. Periodos de presión del tipo de cambio	119
Cuadro 2. Criterio Kupiec	130
Cuadro 3. Estadísticas Básicas	140
Cuadro 4. Derivación del Desempeño de la Cobertura para las Métricas VaR y ES	142
Cuadro 5. Contraste del Desempeño de cobertura entre las estrategias Corta y Larga	143
Cuadro 6. Contrastes Porcentuales Promedio sobre el Desempeño de la Cobertura	144
Cuadro 7. Criterios Kupiec	145
Cuadro 8. Resultados de las métricas bajo el enfoque GARCH: VaRG y ESG	174
Cuadro 9. Contrastes sobre el Desempeño de la Cobertura en las diferencias de los resultados obtenidos con las métricas VaR, ES, VaRG y ESG	193
Cuadro 10. Contrastes Porcentuales sobre el Desempeño de la Cobertura	195

Índice de Figuras

Figura 1. Comercio Exterior. Países con tratados y acuerdos suscritos con México	15
Figura 2. PIB anual en México y Estados Unidos 2017 (Billones de dólares)	16
Panel a) PIB anual en EEUU 2017	Panel b) PIB anual en México 2017
Figura 3. PIB anual per cápita en México y Estados Unidos 2017 (dólares)	17
Panel a) PIB anual per cápita EEUU	Panel b) PIB anual per cápita México
Figura 4 Matriz de Congruencia	23
Figura 5. Mapa de la Globalización	33
Figura 6. Estructura de la operación electrónica del mercado cambiario	65
Figura 7. Plazas financieras más importantes en el mercado de cambios y región que abarca cada sesión de operación	72
Figura 8. Futuros del peso mexicano. Volumen, promedio diario e interés abierto	73
Figura 9. Divisas de mayor participación por divisa y por pares. 2019 y 2016	78
Figura 10. Participación porcentual de contratos de futuros del dólar en términos del total en MexDer 89	95
Figura 11. Participación porcentual de contratos de futuros del Peso en términos del total en CME	95
Figura 12. Valuación mensual del peso mexicano con respecto al dólar US	117
Figura 13. VaR y la distribución de probabilidad Normal	121
Figura 14. Distribución del valor en riesgo y expected shortfall	124
Figura 15. Expected shortfall como un caso especial de la métrica de Momentos Parciales Inferiores (Lower Partial Moments, LPM)	127
Figura 16. Volatilidad del tipo de cambio Peso/Dólar 2000-2020	155
Figura 17. Comportamiento de las series de precios de futuros en México y EE. UU.	163
Panel a) PrecioFuturoMexderLargo	Panel b) PrecioFuturoMexderCorto
Panel c) PrecioFuturoCMElargo	Panel d) PrecioFuturoCMECorto
Figura 18. Comportamiento de las series de rendimientos logarítmicos de futuros en México y EE. UU.	163
Panel a) RendimLogFuturoMexder	Panel b) RendimLogSpotMexder
Panel c) RendimLogFuturoCME	Panel d) RendimLogSpotCME

Referencias

- Aalbers, M. (2019). Financialization. *The International Journal of Geography: People, the Earth, Environment, and Technology*. Oxford, Wiley. D. Richardson, N. Castree. .
- Acerbi, C., & Tasche, D. (2002). On the Coherence of Expected Shortfall. *Journal of Banking & Finance*, 1487-1503.
- Acosta Palomeque, G., & Avilés León, B. (2018). Influencia de la Globalización Financiera en el Mercado de Valores Ecuatoriano. *Revista Ciencia UNEMI Vol. 11, No. 27 ISSN 2528-7737*, 52-65.
- Akaike, H. (1974). A new Look at the Statistical Model Identification. *Journal IEEE Transactions on Automatic Control*, Vol. 19, No. 6, 716-723.
- Almeida Palacios, D. A., Caldeler Villagómez, E. A., & Reyes Vélez, P. E. (2019). Mercado de Divisas Trading Forex Bolsa de Valores. *Universidad Laica "Eloy Alfaro de Manabí". Journal Dominio de las Ciencias. ISSN-e 2477-8818. Vol. 5,, 528-548.*
- Alonso, J., & Arcos, M. (2006). Hechos Estilizados de las Series de Rendimientos: una Ilustración para Colombia. *Journal de Estudios Gerenciales*, 22 (110).
- Aquilina, M., Eric, B., & O'Neill, P. (2020). Quantifying the High-Frequency Trading "Arms Race": A simple New Methodology and Estimates. *Working paper No. 2020-86. bfi.uchicagoBecker Friedman Institute for Economics at University of Chicago. .*
- Aragó Manzana, V. (2009). Teorías sobre Cobertura con Contratos de Futuro. *Departamento de Finanzas y Contabilidad de la Universidad Jaume I (Castelló, España). arago@cofin.uji.es.*
- Arriaga Navarrete, R., Sosa Castro, M., & Rodríguez Nava, A. (2020). Impactos Monetarios sobre la Rentabilidad del Mercado Accionario en México: Un Análisis de Cambio de Régimen Markoviano. *Ensayos. Revista de Economía*, 39(2), , 187-216.
- Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J., & Heath, D. (1999). Medidas Coherentes de Riesgo. . *Journal Finanzas Matemáticas.*
- Avatrade. (2021). *Avatrade*. Obtenido de <https://www.avatrade.es/educacion/trading-para-principiantes/peso-mexicano>
- Ayala Castrejón, R., & Bucio Pacheco, C. (2020). Modelo ARIMA Aplicado al Tipo de Cambio Peso-Dólar en el Periodo 2016-2017 Mediante Ventanas Temporales Deslizantes. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 15(3), 331-354.
- Badaye, H., & Narsoo, J. (2020). Forecasting Multivariate VaR and ES using MC-GARCH-Copula Model. *Journal of Risk Finance*. Vol. 10. <https://doi.org/10.1108/JRF-06-2019-0114>.
- Baillie, R. T., & Myers, R. J. (1991). Bivariate GARCH Estimation of the Optimal Futures Hedge. *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 6. 109-124, 109-124.
- Balacco, H. (1986). Algunas Consideraciones Sobre la Definición de Causalidad de Granger en el Análisis Económico. *Revista Económica*, 32.

- BancoMundial. (Abril de 2019). *Banco Mundial*. Obtenido de Migration and Development Brief, Comunicado de Prensa No. 2019/148: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?locations=US>
- BancoMundial. (2019). *Banco Mundial*. Obtenido de Migration and Development Brief. Comunicado de Prensa No. 2019/148. Abril 2019: <https://www.bancomundial.org/es/comunicado.prensa.2019>
- Banxico* . (2020). Obtenido de Informe Trimestral julio-septiembre 2020, noviembre 2020: <http://www.banxico.org>
- Banxico. (Noviembre de 2014). *Banxico*. Obtenido de Informe Anual julio 2013 – junio 2014”. Nov. 2014 : <http://www.banxico.org>
- Banxico. (2017). *Banxico* . Obtenido de Informe Anual julio 2016 – junio 2017. Nov. 2017 : <http://www.banxico.org>
- Banxico. (2018). *Banxico*. Obtenido de Informe Anual julio 2017 – junio 2018. Nov. 2018: <http://www.banxico.org>
- Banxico. (2019). *Banxico* . Obtenido de Informe Trienal 2019: <http://www.banxico.org>
- Bar-Hod, J., & Jonas Noe, L. (2020). Del NAFTA al T-MEC: Oportunidad de Internacionalización de la Economía Mexicana hacia otros Mercados como el de China y la Unión Europea. *Repositorio Institucional UPB. Universidad Pontificia. Escuela de Economía, Administración y Negocios. Facultad de Negocios Internacionales. Medellín, Colombia.*
- Bautista Pérez, F. (2019). Régimen Jurídico de los Derivados Financieros. Especial Referencia a la Protección del Inversor-Consumidor. *Repositorio. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, España. .*
- Bawa, V. (1975). Optimal Rules for Ordering Uncertain Prospects. *Journal of Financial Economics. Elsevier.*
- Benet, B. (1992). Hedge Period Length and ex ante Futures Hedging Effectiveness: The Case of Foreign Exchange Rate Cross Hedges. *Journal of Futures Markets, 12 (2), 163-175.*
- Betancourt, J., Diaz, A., & Fernández, A. (2017). Estimación Robusta de Betas y el Ratio de Cobertura sobre Futuros de Indices Bursátiles en el Mercado Integrado Latinoamericano (MILA). *Repositorio Ecos de Economía. http://dialne.unirioja.es.*
- BIS. (diciembre de 2016). *Monetary and Economic Department. Global Foreign Exchange Market Turnover in 2016”. Tables revised on 8 December.* Obtenido de Bank for International Settlement: <http://www.bis.org>
- BIS. (2017). *Bank for International Settlements*. Obtenido de Informe Económico Anual: https://www.bis.org/statistics/rpfx19_fx.pdf
- BIS. (2018). *Bank for International Settlements* . Obtenido de Informe Económico Anual: https://www.bis.org/statistics/rpfx19_fx.pdf

- BIS. (8 de December de 2019). *Monetary and Economic Department. Global Foreign Exchange Market Turnover 2019*. Obtenido de BIS: <http://www.bis.org>
- BIS. (Septiembre de 2019a). *Bank for International Settlements*. Obtenido de Triennial Central Bank Survey. Monetary and Economic Department. : https://www.bis.org/statistics/rpfx19_fx.pdf
- BIS. (8 de December de 2019b). *Bank for International Settlement*. . Obtenido de Monetary and Economic Department. Global Foreign Exchange Market Turnover in 2019 Tables revised on 8 2019: https://www.bis.org/market.statistics/rpfx19_fx.pdf
- BIS. (2020a). *Bank for International Settlements*. Obtenido de Informe Económico Anual: https://www.bis.org/anual.economic.report/rpfx19_fx.pdf
- BisII. (2006). *Basilea, Comité de Supervisión Bancaria*. Obtenido de Convergencia Internacional de Medidas y Normas de Capital. Marco Revisado: www.bis.org
- Blogs, S. (2022). *Sas Blogs*. Obtenido de SAS Blogs: <https://blogs.sas.com/content/>
- Bloomberg. (2018). *Bloomberg*. Obtenido de https://www.bloomberg.com/professional/contact-menu/?utm_source=bloomberg-menu&utm_medium=terminal&bbgsum
- Bloomberg. (2020). *Bloomberg*. Obtenido de https://www.bloomberg.com/professional/contact-menu/?utm_source=bloomberg-menu&utm_medium=terminal&bbgsum
- Bloomberg. (2021). *Bloomberg*. Obtenido de https://www.bloomberg.com/professional/contact-menu/?utm_source=bloomberg-menu&utm_medium=terminal&bbgsum
- Bloomberg-imparcial. (2021). *Bloomberg*. Obtenido de <https://imparcialoaxaca.mx/economia/519963/por-que-el-peso-mexicano-es-tan-importante-en-el-mercado-de-divisas/>
- BLS. (2020). *Bureau of Labor Statistics*. . Obtenido de Índice de precios al consumidor, U.S.A. : <https://www.bls.gov>
- Bobadilla Montes de Oca, M. E. (2006). Introducción de Derivados Financieros en Economías Emergentes: el Caso de México. *Centro de Investigación y Docencia Económica. CIDE*.
- Bollerslev, T. (1986). General Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307-327, 307-327.
- Brooks, C., Henry, O., & Persaud, G. (2002). The Effects of Asymmetries on Optimal Hedge Ratios. *Journal of Business*, 75, 333-352, 333-352.
- BrooksC, & ChongJ. (2001). The Cross-Currency Hedging Performance of Implied versus Statistical Forecasting Models. *Journal of Futures Markets*, 21, 1043-1069.
- Burdorf, T., & Van Vuuren, G. (2018). An Evaluation and Comparison of Value at Risk and Expected Shortfall. *Journal Investment Management and Financial Innovations*, 15(4), 17-34 .
- Burns, P. (2002). The Quality of Value at Risk via Univariate GARCH. *Working Paper. Burns Statistics, London*.

- Candelon, B., Colletaz, G., Hurlin, C., & Tokpavi, S. (2011). Backtesting Value-at-Risk: a GMM Duration-based Test. *Journal of Financial Econometrics*. Vol. 9, Issue 2, Spring 2011. <https://doi.org/10.1093/jffinec/nbq0>, 314-343.
- Capraro, S., & Pánico, C. (2018). Organización Institucional de la Política Monetaria, Política Cambiaria y Crecimiento en México. *Revista Mexicana de Economía, 2018 - researchgate.net*.
- Cárdenas Avendaño, C., Cortes Bustos, B., & González Ávila, S. (2018). Efectos de la Política Cambiaria sobre el Crecimiento Económico, en un Periodo de Flexibilidad Controlada 2000-2016. *Universidad de La Salle. Facultad de Economía, Empresa y Desarrollo Sostenible FEEDS. Journal Economía La Salle-Bogotá, Colombia*.
- Carrillo Punina, Á. P. (2018). Globalización: Revolución Industrial y Sociedad de la Información". *Journal de Ciencia, [S.l.]*, Vol. 19, No. 2, ISSN 2697. journal.espe.edu, 343.
- Carstens, A. (2016). La Globalización hoy: Beneficios y Nuevos Desafíos". *Discurso: Medalla Anáhuac en Relaciones Internacionales* (págs. 10-15). Ciudad de México: Facultad de Estudios Globales de la Universidad Anáhuac. Universidad Anáhuac .
- Castro, F., Gervasoni, L., Giannelli, A., & Vogel Dotta, M. (2022). Funcionamiento del Trading Algorítmico en los Mercados de Capitales. *Universidad Nacional de Córdoba. rdu.unc.edu.ar*.
- Ceballos Hornero, D. (2022). Relaciones en los Mercados Financieros, Complejidad y Arbitraje. *Universidad de Barcelona. Journal Departamento de Matemática Económica, Financiera y Actuarial*.
- Ceballos, A. (2015). Implementación de Cópulas para la Estimación del Valor en Riesgo. *Repositorio Universidad del Rosario. repository.urosario.edu.co*.
- Chatrath, A., Ramchander, S., & Song, F. (1996). The Role of Futures Trading Activity in Exchange Rate Volatility. *Journal of Futures Markets*, Vol. 16, 561-584.
- Chena, P., & Noguera, D. (2020). Efectos Macroeconómicos de las Cadenas Globales de Valor en la Balanza Comercial. . *Revista de Economía Mundial*, 54.
- Cheung, Y., & Lai, K. (1995). Orden de Retraso y Valores Críticos de la Prueba Dickey-Fuller Aumentada. *Revista de Estadísticas Económicas y Comerciales, 1995. Taylor & Francis*.
- Choudhry, T. (2003). Short Run Derivations and Optimal Hedge Ratios. *Journal of Multinational Financial Management*.
- ChoudhryT. (2003). Short Run Derivations and Optimal Hedge Ratios. *Journal of Multinational Financial Management 15*.
- Clifton, E. (1985). The Currency Futures Market and Interbank Foreign Exchange Trading. *Journal of futures markets*, Vol 5, 375-384.

- Climent Diranzo, F., & Meneu Ferrer, V. (2015). La Globalización de los Mercados Financieros Internacionales. *Journal del Departamento de Economía Financiera y Matemática. Universidad de Valencia.*
- CMCM. (2021). *Mercado Cambiario en México: Operación del Peso Mexicano y otras Divisas a través de Plataformas Electrónicas.* Obtenido de Grupo de Trabajo de Plataformas Electrónicas del Comité del Mercado Cambiario Mexicano.: <https://www.cmcm.banxico.org>
- CMEG. (2018). *CMEG.* Obtenido de Chicago Mercantile Exchange Group: <https://www.cmegroup.com/es/>
- CMEG. (2019). *Chicago Mercantile Exchange Group.* Obtenido de CMEG: <https://www.cmegroup.com/es/>
- CMEG. (2021). *Chicago Mercantile Exchange Group.* Obtenido de <https://www.cmeg.com/mexicanpeso/fx>
- CMEG. (2021a). *Chicago Mercantile Exchange Group.* Obtenido de Trading-images: <https://www.cmegroup.com/trading/fx/images/mxn-usd-futures-fig-1.jpg>
- Conti-Brown, P., & Lastra, R. (2018). *Research Handbook on Central Banking.* Obtenido de Edward Elgar Publishing: https://books.google.com.mx/books/about/Research_Handbook_on_Central_Banking.html
- Copelli Ortiz, G. (2018). La Globalización Económica del Siglo XXI. Entre la Mundialización y la Desglobalización. *Estudios Internacionales, Santiago, 50(191), 57-80.*
- Correa, E., Marshall, W., & Soto, R. (2019). The Critical Development Studies (CDS) Speculation, Global Crisis and Food. *Universidad de Zacatecas, México.*
- Cotter, J., & Handly, J. (2006). Reevaluating Hedging Performance. *The Journal of Futures Markets 26 No. 7, Wiley Periodicals Inc.*
- Crain, S., & Lee, J. (1995). Intraday Volatility in Interest Rate and Foreign Exchange Spot and Futures Markets. *Journal of Futures Markets. Vol. 15, 395-421.*
- Cypher, J. M., & Crossa, M. (2019). T-MEC en el Espejo del TLCAN: Engañosas Ilusiones, Brutales Realidades. *Ola Financiera, Vol. 12 (No. 34) septiembre-diciembre 2019,.*
- De Jesús Gutiérrez, R. (2016). Estrategias Dinámicas de Cobertura Cruzada Eficiente para el Mercado del Petróleo Mexicano: Evidencia de Dos Modelos GARCH Multivariados con Término de Corrección de Error. *Economía Teoría práctica [online]. n.44.*
- De Jesús, G., & Ortiz., E. (2012). Risk in the Emerging Stock Markets from Brazil and Mexico: Extreme Value Theory and Alternative Value at Risk Models. *Frontiers in Finance and Economics, Vol. 8, No. 8, pp. 49-88., 49-88.*

- De JesúsG, R. (2008). Riesgo y Volatilidad en los Mercados Accionarios Emergentes: Medición del Var y CVaR Aplicando la Teoría de Valor Extremo. *Tesis Doctoral*. Obtenido de Tesis Doctoral.
- Deelstra, G., & Delbaen, F. (1998). Convergencia de Procesos Estocásticos Discretizados (Tasa de Interés) con Término de Deriva Estocástica. . *Modelos Estocásticos Aplicados y Análisis de Datos*. 14 (1), 77-84.
- Detemple, J., & Selden, L. (1991). A General Equilibrium Analysis of Option and Stock Market Interactions. *International Economic Review*, Vol. 32, 279-303.
- Dialnet. (Septiembre de 2022). *Dualnet, Universidad la Rioja*. Obtenido de Descarga artículos 18: [Dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5900518.pdf](https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5900518.pdf) (2022)
- Díaz Tinoco, J., & Hernández T, F. (1996). *Opciones y Futuros Financieras: una Introducción*. México, D.F.: Noriega Editores. .
- Dickey, D., & Fuller, W. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74: 336a, 427-431.
- Directivos, R. (2019). *Ventajas de la Globalización Financiera*. Obtenido de <https://retos-directivos.eae.es/ventajas-de-la-globalizacion-financiera/>
- Dreher A, G., Martens, P., & Van Boxem, L. (2010). Measuring Globalization – Opening the Black Box. A Critical Analysis of Globalization Indices”. . *Journal of Globalization Studies*.
- Duffie, D., & Pan, J. (1997). Una visión general del valor en riesgo. *Revista de derivados* , 4 (3), 7-49.
- Dusak, K. (1973). Futures Trading and Investors Returns: And Investigation of Commodity Market Risk Premiums”. . *The Journal of Political Economy*, Vol. 81, No. 6. (nov. - dec. 1973), 1387-1406 .
- EALDE. (2021). Ealde Bussiness School . *Ealde Bussiness School*, <https://www.ealde.es>. .
- Economía, A. (2021). *América Economía*. Obtenido de Los Cinco Principales Centros Financieros del Planeta: <https://www.americaeconomia.com/economia-mercados/finanzas/>
- Economipedia. (2021). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/internacionalizacion.html>; <https://economipedia.com/definiciones/modelo-garch.html>.
- Einstein, A. (2005). Sobre el Movimiento de Partículas Pequeñas Suspendidas en Líquidos en Reposo Exigido por la Teoría Cinético–Molecular del Calor. *Revista internacional de filosofía*, 24(2), 91-119.
- Embrechts, P., McNeil, A., & Straumann, D. (2002). Correlation and Dependence in Risk Management: Properties and Pitfalls. *M.A.H. Dempster (Ed.), Risk Management: Value at Risk and Beyond*, Cambridge University Press, Cambridge, 176-223.

- Engle, R. (1982). Heterocedasticidad Condicional Autorregresiva con Estimaciones de la Varianza de la Inflación del Reino Unido. *Econométrica: Revista de la sociedad Econométrica. UK*.
- Espínola Campos, J. G. (2008). Identificación y Valuación de Instrumentos Financieros Derivados Implícitos. *Repositorio Tecnológico de Monterrey. Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas (EGADE)*.
- Eumed. (2017). *Eumed*. Obtenido de Globalización, economía y Sociedad: <http://eumed.net/ce/2017/4/globalizacion-economia-sociedad.html>; <https://www.eumed.net/principales-tratados-comerciales.pdf>
- Fariza, I. (2017). *La Brecha que el TLC no ha Conseguido Cerrar*. Obtenido de El País (15 febrero): https://elpais.com/economia/2017/02/15/actualidad/1487125626_808626.html
- Favre, L., & Galeano, J.-A. (2002). Mean –Modified Value-at-Risk Optimization with Hedge Funds. *Journal of Alternative Investment. Edhec Risk and Asset Management Research Centre. Valbonne, France. Research@edhec-risk.com – Web: www.edhec-ris*.
- Feria, D. J., & Oliver. (2006). Más allá del Valor en Riesgo y del VeR Condicional. *Journal de la Universidad Pablo de Olavide. Universidad de Sevilla*.
- Ffrench Davis, R., & Ocampo, J. A. (2001). Crisis Financieras de Países Exitosos-Globalización de la Volatilidad Financiera: Desafíos para las Economías Emergentes. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Journal CEPAL*.
- Ffrench-Davis, R. (2017). Globalización Económica y Desarrollo Nacional: Evolución y Algunos Desafíos Actuales . *Estudios Internacionales (Santiago), 49 (SPE), , 89-112*.
- FIA. (Jan-Jun de 2018). *Futures Industry Association*. Obtenido de Top Futures Contracts: <https://www.fia.org/topcontracts>; <https://www.fia.org/resources/fia-releases-data-futures-and-options-contract-ranking>.
- FIA. (2021). *Futures Industry Association*. Obtenido de Top Futures Contracts: <https://www.fia.org/topcontracts>; <https://www.fia.org/resources/fia-releases-data-futures-and-options-contract-ranking>
- Fisanotti, L. (2014). Antecedentes Históricos de los Mercados de Futuros y Opciones: Cobertura y Especulación. *Universidad del Centro Educativo Latinoamericano. Rosario, Argentina. Invenio, Vol. 17, No. 33, 2014, 9-19*.
- FMI. (2000). *Fondo Monetario Internacional*. Obtenido de La globalización: ¿Amenaza u Oportunidad? Estudio temático. 00/01(S): www.imf.org/external/np/exr/ib/2000/esl/041200s.htm
- FMI. (2020). *Fondo Monetario Internacional*. Obtenido de Fondo Monetario Internacional.: <http://www.fmi.org>
- Forbes. (2022). *Forbes*. Obtenido de Por-que-nos-influye-el-tipo-de-cambio: <https://www.forbes.com.mx/por-que-nos-influye-el-tipo-de-cambio/>

- Forex. (2020). *Forex Trading Academy*. Obtenido de Mexican Peso Forex Trading: <https://www.topratedforexbrokers.com/education-and-guides/mxn-mexican-peso/>
- Gabler-Banklexikon. (2022). *Gabler-Banklexikon*. Obtenido de Imagen VaR - Expected Shortfall: <https://www.gabler-banklexikon.de/definition/expected-shortfall-81576>
- Gallego, S., L'Hotellerie-Fallois, P., & López-Vicente, F. (2018). El Fondo Monetario Internacional y su Papel como Garante de la Estabilidad Financiera Global. *Boletín Económico 4/2018 Artículos Analíticos. Banco de España. Euromercado*.
- Garbade, K. (1986). Assessing Risk and Capital Adequacy for Treasury Securities. *Bankers Trust, New York. [Topics in Money and Securities Markets]*.
- GarbadeK. (1987). Assessing and Allocation Interest Rate Risk for Multi-sector Bond Portfolio Consolidated Over Multiple Profits Centers. *Bankers Trust, New York. [Topics in Money and Securities Markets]*.
- García Arango, C., & Gutiérrez Guzmán, S. S. (2015). Comparación de Metodologías de Valor en Riesgo para Portafolios con Derivados de Cobertura de Monedas. *Tesis. Universidad de Colombia*.
- Gay, G. D., Nam, J., & Turac, M. (2007). On the Optimal Mix of Corporate Hedging Instruments: Linear Versus Nonlinear Derivatives. *The Journal of Futures Markets, Vol. 23, No. 3, 217-239*.
- Gelderblom, O., & Jonker, J. (2004). Completando una Revolución Financiera: La Financiación del Comercio Holandés de las Indias Orientales y el Surgimiento del Mercado de Capitales de Amsterdam, 1595–1612. *Revista de Historia Económica, 64 (3), 641-672*.
- Giraldo, C., González, G., Vesga, C., & Ferreira, D. (2018). Coberturas Financieras con Derivados y su Incidencia en el Valor de Mercado en Empresas Colombianas que cotizan en Bolsa. *Revista Contaduría y Administración.5, (62), , 1553-1571*.
- Gomber, P., Björn, A., Lutat, M., & Tim, U. (2013). High-Frequency Trading. E-Finance Lab. White Paper. *Goethe Universität. Frankfurt am Main, Germany*.
- Gómez Navarro, D., Alvarado López, R., Martínez Domínguez, M., & Díaz-de-León Castañeda, C. (2018). La Brecha Digital: Una Revisión Conceptual y Aportaciones Metodológicas para su Estudio en México . *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento. [S.l.], Vol. 6, No. 16, mar. 2018. ISSN 2007-8064. UNAM*.
- González Pueyo, J. (2010). Proceso de Consolidación de las Infraestructuras de Mercado. *Journal Comisión Nacional del Mercado de Valores Español/Madrid España. Mon. Núm 39. ISBN: 978-84-87870-94, 84-94*.
- Grossman, S. (1988). An Analysis of the Implications for Stock and Futures Prices, Volatility of Program Trading and Dynamic Hedging Strategies. *Business Review, Vol. 61, 275-298*.
- GygliS, FlorianH, & SturmJE. (2018). The KOF Globalisation Index–Revisited”. *KOF Working Paper, No. 439*.

- Hannan, E., & Quinn, B. (1979). The Determination of the Order of an Autoregression. *Journal of Royal Statistical Society Series, Vol. B 41, pp. 190-195, 190-195.*
- Harrison, M., & Kreps, D. (1979). Martingales and Multiperiod Securities Markets. *Journal of Economic Theory.*
- Hausberger, B. (2018). Historia Mínima de la Globalización Temprana. *El Colegio de México, Centro de Estudios Históricos, 2018. ISBN 978-607-628-241, 607-628.*
- Hernández J, A., Luna E, I., Rojas O, M., & Zamora L, M. T. (2019). Calidad del Management Directivo de las Empresas Internacionales Durante la Crisis Cambiaria en México 2014-2016. *Journal de la Universidad del Istmo Campus Ixtepec, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Tepepan y Universidad de Xalapa, México.*
- Hirsa, A., & Neftci. (2013). Introducción a las matemáticas de los derivados financieros. *Academic Press.*
- Huerga, P. (2012). Luces y Sombras de la Revolución Científico-Técnica. Notas Críticas Sobre la Cuestión del Declive de los Estados Nómadas. *Critical Journal of Social and Juridical Sciences, Vol. 35, No. 3, 2012 Euro-Mediterranean University Institute.*
- Hull, J. C. (2009). *Introduction to Option, Futures and Other Derivatives.* Madrid , Spain: Pearson Education, Madrid, Spain. .
- ICW. (2021). Rondas del GATT/OMC, . *International Commerce Worldpress.*
- IEA. (2021). *IEA. International Energy Agency.* Obtenido de Data and Statistics: <https://www.iea.org> [https://www.iea.org/data-and-statistics.](https://www.iea.org/data-and-statistics)
<https://www.iea.org/analysis>
- Iglesias, E. (2016). Challenges of the Globalization's New Faces. *Journal Scielo UNAM. México.* http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0252-85842016000100002&script=sci_arttext&lng=pt , 20-31.
- Ingersoll, J. (1987). Theory of Financial Decision Making. *Rozman and Littlefield.* .
- Jahresbericht. (2020). *KOF Konjunkturforschungsstelle* . Obtenido de KOF Konjunkturforschungsstelle. Informe Annual KOF 2020.: <http://www.kof.ethz.ch/globalisation/annual.report/>
- Jarque, C., & Bera, A. (1987). Test for Normality of Observations and Regression Residuals. *International Statistical Review /Revue Internationale de Statistique, Vol. 55, No. 2, pp. 163-172, 163-172.*
- Jaumotte, F., Lall, S., & Papageorgiou, C. (2013). Rising Income Inequality: ¿Technology, or Trade and Financial Globalization? *IMF Economic Review, 61(2), 271–309.*
- Jochum, C., & Kodres. (1998). Does the Introduction of Futures on Emerging Market Currencies Destabilize the Underlying Currencies? *IMF Staff Papers, Vol. 45, No. 3, 486-521.*

- Jorion, P. (1996). *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*. New York, USA: McGraw-Hill.
- Karatzas, I., & Shreve, S. (1991). *Brownian Motion and Stochastic Calculus*. Springer-Verlag. New York.
- Kendal, M., & Stuart, S. (1969). Statistical Inference and Relationships. *Journal London University*.
- KOF. (2021). *KOF Globalisierungsindex*. Obtenido de KOF Konjunkturforschungsstelle". Instituto Económico Suizo KOF: <http://www.kof.ethz.ch/globalisation/>; <https://kof.ethz.ch/en/forecast-and-indicators/kof-globalization-index.html>
- Kose, M., Prasad, E., Rogoff, K., & Wei, S. (2009). Financial Globalization: A Reappraisal. *IMF Staff Papers*, 56(1):8–62, 8-62.
- Kristjanpoller, R. W., & Barahona, O. A. (2014). Backtesting del Valor en Riesgo para los Mercados Bursátiles y de Divisas Latinoamericanas. *Investigación Académica*. Vol. LXXIII, No. 287, enero-marzo de 2014, pp. 37-60. <http://www.scielo.org.>, 37-60.
- Kristjanpoller, R. W., & Contreras, R. (2017). . "Globalización y Desigualdad: Evidencia en América Latina". . *Lecturas de Economía*, No. 87 (julio-diciembre 2017), 9-33.
- Kroner, K., & Sultan, J. (1993). Multivariate Simultaneous Generalized ARCH with Foreign Currency Futures. Cambridge University Press. *Econometric Theory*. *Journal of Financial and Quantitative Analysis, Cambridge University Press. Econometric Theory*, Vol. 11, No. 1., 535–551.
- Kroner, K., & Sultan, J. (1993). Time-Varying Distributions and Dynamic Hedging with Foreign Currency Futures. *Journal of Financial and Quantitative Analysis, Cambridge University Press. Econometric Theory* V 28, 535–551.
- Kupiec, P. (1995). Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models. *Finance and Economics Discussion Series, Federal Reserve Board*.
- Leavens, D. H. (1945). Diversification of Investments. *The Journal of Economic History*, 1945 - cambridge.org. *Trust and Estates*, 80(5), 469-473.
- Levy-Carciente, S. (2008). Crisis y Colapsos Financieros Internacionales: La Crisis de las Sub-Prime. *Journal de Sary Levy-Carciente documentos*, 38.
- Li, Y., Zheng, W., & Zheng, Z. (2019). Deep Robust Reinforcement Learning for Practical Algorithmic Trading. *IEEE Access*, 7, 108014-108022. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.293278>.
- Lien, D. (2008). Estimation Bias of Futures Hedging Performance: A Note. *The Journal of Futures Markets*, Vol. 26, No. 8. Wiley Periodicals Inc.
- Lien, D., & Yang, L. (2007). Futures Spread, Time-Varying Correlations, and Hedging with Currency Futures. *The Journal of Futures Markets*, Vol. 26, No. 10. Wiley Periodicals Inc.
- Lietaer, B. (1971). Financial Management of Foreign Exchange: An Operational Technique to Reduce Risk. *Journal MIT Press, Cambridge MA*.

- Lintner, J. (1965). The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *Reviews of Economics and Statistics The journal of finance*, 1965 - *Wiley Online Library*, 47, 13-37 .
- Lonardi, F. (2020). Trading Algorítmico: un Estudio Comparativo entre Técnicas de Clasificación y Regresión en el ámbito de las Finanzas. *Journal. itba. Argentina*.
- López Noria, G., & Bush, G. (2019). Incertidumbre y Volatilidad del Tipo de Cambio: el Caso de México. *Documentos de Investigación. No. 2019-12. Banco de México*.
- Markowitz, H. (1999). The Early History of Portfolio Theory: 1600–1960. *The journal of finance-Wiley Online Library*.
- Markowitz, H. M. (1952). Portfolio Selection. *The journal of Finance*, 7(1) pp. 77-91- *Wiley Online Library*, 77-91.
- Martín Hinojosa, I. G. (2021). El Trading Algorítmico en los Mercados Financieros. Estrategia basada en la Volatilidad de los Precios de las Opciones. *Journal Universidad Pontificia Comillas España*.
- Mazin, A., & Janabi, A. (2006). Foreign-Exchange Trading Risk Management with Value at Risk: Case Analysis of the Moroccan Market. *Journal of Risk Finance*, Vol. 7, issue 3, 273-291.
- MengX, & TaylorJW. (2020). Estimating Value-at-Risk and Expected Shortfall using the Intraday Low and Range Data. *European Journal of Operational Research*, Vol. 280, issue 1, 121-133.
- Mesén, V. (2008). Los Instrumentos Financieros Derivados: Concepto, operación y algunas Estrategias de Negociación. *Revista Ciencias Económicas*, 26, (2), 243-256.
- MexDer. (2022). *Mercado Mexicano de Derivados*. Obtenido de Estadísticas: www.mexder.com.mx <https://www.mexder.com.mx/wb3/MEX/estadisticas>
- MexDer. (2022). *Mercado Mexicano de Derivados, S.A.* Obtenido de Estadísticas: www.mexder.com.mx; <https://www.mexder.com.mx/wb3/MEX/estadisticas>
- MéxicoMágico. (2019). *México Mágico*. Obtenido de <http://www.mexicomaxico.org/Voto/SobreVal02.htm>
- MonexBlog. (septiembre de 2022). *Monex Blog*. Obtenido de Impacto de la volatilidad: <https://blog.monex.com.mx/mercados-financieros/>
- Morales Castro, A., & Higuera Torres, R. (2016). El Tipo de Cambio y las Inversiones en la Globalización Financiera: El Caso de México: Determinantes del Tipo de Cambio, 1986-2000 . *Quinto Encuentro Internacional sobre Globalización Financiera*. .
- Mossin, J. (1966). Equilibrium in a Capital Asset Market. *Econometrica. Journal The Econometric Society Stable Vol. 34, No. 4, pp. .* <http://www.jstor.org/stable/1910098>, 768-783.
- Nadarajah, S. (2014). Estimation Methods for Expected Shortfall. *Journal Quantitative Finance*, Vol. 14., No. 2, 271-291.

- Nájera López, M. d. (2020). Valuación del precio de Opciones Europeas sobre la Relación peso mexicano/dólar estadounidense para el periodo 2004-2018 . *Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma del Estado de México.*
- Nielsen, I. T. (1999). Pricing and Hedging of Derivative Securities. *Oxford University Press* .
- OCDE. (Diciembre de 2019). *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos*. Obtenido de Resumen pronóstico económico : <https://stats.oecd.org/Index.aspx?QueryId=72633>
- Olivares Aguayo, H. A., Bucio Pacheco, C., Franco, L., & Agudelo Torres, G. A. (2020). Valor en Riesgo un Análisis del Modelo de Cópulas Elípticas para el Sector Vivienda en México. *Research Gate. Espacios. Vol. 38, Año 2017. Pág. 27, 27.*
- Otero, J., & Celis, J. (2019). Efectos y Canales de Transmisión del Tipo de Cambio Sobre la Producción Sectorial en Colombia. *Cuadernos de Economía, 42(118)*, 49-58.
- Palley, T. I. (2007). Financialization: What It Is and Why It Matters. *Working Paper No. 525. The Levy Economics Institute and Economics for Democratic and Open Societies. Washington, D.C.* .
- Pape, B. (2018). Mathematics of Financial Derivatives Part II. *Department of Mathematics and Statistics University of Vaasa.*
- Park, T., & Switzer, I. (1995). Bivariate GARCH Estimation of the Optimal Hedge Ratios for Stock Index Futures. A Note. *Journal of Futures Markets, 15*, 61-67, 61-67.
- ParkTH, & Switzer I.N., &. (1995). Bivariate GARCH Estimation of the Optimal Hedge Ratios for Stock Index Futures. A Note. *Journal of Futures Markets, 61-67.*
- PatonAJ, ZeigelJF, & ChenR. (2019). "Dynamic Semiparametric Models for ES and VaR. *Journal of Econometrics 211 -2* , 388 413.
- Picos Varela, J. (2019). Diferenciación Algorítmica para el Cálculo de Sensibilidades de Productos Derivados Financieros Mediante Métodos Monte Carlo. *Doctoral Dissertation, Espacio.*
- Plascencia Cuevas, T. N. (2013). La Mujer en el Sector Financiero Mexicano . *Universidad Autónoma de Nayarit. CONACYT. www.aramara.uan.mx.*
- Poitras, G. (2009). From Antwerp to Chicago: the history of exchange traded derivative security contracts" . *Revue d'Histoire des Sciences Humaines, (1)*, 11-50.
- Pomaquero Yuquilema, J. C. (2017). Globalización, Economía y Sociedad. *Revista Contribuciones a la Economía (octubre-diciembre 2017).*
- RAE. (2020). *Real Academia Española de la Lengua*. Obtenido de Actualización 2020, Edición de tricentenario: <https://dle.rae.es/>
- Ramírez, E., & Ramírez, P. (2007). Valor en Riesgo: Modelos Econométricos contra Metodologías Tradicionales. *Revista Análisis Económico, 22*, pp. 179-198, 179-198.

- Rangel, A. (2017). Principales Tratados Comerciales de México en el Mundo". *Eumed.net. II Congreso Virtual Internacional Desarrollo Económico, Social y Empresarial en Iberoamérica (junio 2017)*.
- Rankia. (2013). *Rankia*. Obtenido de factores-fundamentales-que-afectan-mercado-forex: <https://www.rankia.com/blog/divisas-y-forex/2053073-factores-fundamentales-que-afectan-mercado-forex>
- Reboredo J.C., Rivera-Castro M.A., & Ugoline A., a. (2016). Downside and Upside Risk Spillovers Between Exchange Rates and Stock Prices. *Journal of Banking and Finance, Vol. 62, pp. 76-96*, 76-96.
- Rejeb A, B., Ben Salha, O., & Rejeb J, B. (2012). Value-at-Risk Analysis for the Tunisian Currency Market: A Comparative Study. *International Journal of Economics and Financial Issues, Vol. 2, No. 2*, 110-125.
- Rendón, H. (2012). Gujarati, Damodar y Porter. Basic Econometrics. *Journal Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín*.
- ResearchGate. (2022). *ResearchGate*. Obtenido de Gráfica: Distribución del Valor en Riesgo y Expected Shortfall: <https://www.researchgate.net>
- Reyes Guzmán, G. (2019). Relaciones Comerciales México–Estados Unidos de América: 2016–2018. *The Central European Journal of Social Science and Humanities CEJSH. Anuario Latinoamericano – Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales*. .
- Reyes Zárate, F., & Ortiz Calisto, E. (2013). Modelos VaR-GARCH y Portafolios de Inversión Trinacionales en los Mercados Accionarios del TLCAN. *The Mexican Journal of Economics and Finance. Vol.8, No, 2, pp.129-155.*, 129-155.
- Rockafellar, R., & Uryasev, S. (2000). Optimization of Conditional Value at Risk. *Journal of Risk, 2*, 21-41. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download.pdf>.
- Rodríguez Castellanos, A. (2018). Globalización, Incertidumbre y Crisis Financieras: La Respuesta Europea. *Researchgate.net, Madrid, España*.
- Rosas Rojas, E., & Mimbrera Delgado, M. C. (2019). Inflación y Volatilidad Cambiaria en México (1969-2017). *Repositorio institucional. Universidad Autónoma del Estado de México*. .
- Roy, A. (1964). Safety First and the Holding of Assets. *Revista de la Sociedad Económica, (1964)*, 431-449.
- Rueda-Sabater, E. (2021). Globalización, Concentración y Volatilidad en los Mercados de Valores. *ESADE. Ramon Llull University. Business School*.
- Ruiz Benítez de Lugo Hernández, A. (2015). Algorithmic Trading: Practice Research and No Free Lunch Theorem. *Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Journal Universidad de la Laguna*.
- Saavedra García, M. L. (2008a). La Crisis Financiera Estadounidense y su Impacto en la Economía Mexicana. *Revista Economía, 26 (julio-diciembre)* , 11-41.

- Saavedra García, M. L. (2020). La Especulación con Derivados y el Riesgo de Quiebra: El caso de Controladora Comercial Mexicana. *Universidad Nacional Autónoma de México*. <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/HHEE/article/view/4154>.
- Salazar-Garza, R. (2012). The Mexican Peso: Exchange Risk Coverage Management Through the Forgotten Effects Theory. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*. Vol.17, No. 32 Lima, Perú.
- Sampedro J.L, & Sequeiros S. (2002). El Mercado y la Globalización. *Ediciones Destino, Madrid 2002*.
- Sánchez Gutiérrez, M. (2020). La Globalización Financiera: Ideas en Torno a la Nueva Arquitectura Financiera Internacional. *Revista Economía y Desarrollo (Impresa)*. Facultad de Economía, La Habana, Cuba. *econdesarrollo.uh.cu*. Vol. 127, No. 2.
- Santillán-Salgado, R. J., Ullín Lastra, M. G., & López-Herrera, F. (2012). Estrategias de Cobertura de Riesgo de Tipo de Cambio de Moneda Usando Contratos de Futuros MexDer de MXN / USD. *International Journal of Bonds and Derivatives*. Vol. 2, Issue 3. *Inderscience*.
- SAT. (2020). SAT. Obtenido de Índice Nacional de precios al consumidor.: <https://www.sat.gob.mx>
- Schwartz, G. E. (1978). Estimating the Dimension of a Model. *Annals of Statistics*, Vol. 6, No. 2, pp. 461-464, 461-464.
- SE. (enero de 2020). *Secretaría de Economía de México*. Obtenido de Comercio Exterior. “Países con Tratados y Acuerdos Firmados con México”: <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/comercio-exterior-paises-con-tratados-y-acuerdos-firmados-con-mexico>
- Sharpe, W. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Condition. *Risk Journal of Finance*, 19 (3) (1964), 425-442.
- Soto Esquivel, R. (2016). Desregulación Financiera y Finanzas Públicas en México. *Economía Informa*. Núm. 362. UNAM.
- SuJ.-B., & HungJ.-C. (2018). The Value-At-Risk Estimate of Stock and Currency-Stock Portfolios Returns”. . *Journal of Risk*, Vol.6, , 133 - 140.
- Szegö, G. (2002). Measures of Risk. *Journal of Banking & Finance*, Vol. 26, 1253-1272, 1253-1272.
- Tabasi, H., Yousefi, V., Ghasemi, F., & Tamošaitienė, J. (2019). Estimating Conditional Value at Risk in the Teheran Stock Exchange Based on the Extreme Value Theory using GARCH Models. *Administrative Science. Rational Decision Making in Risk Management*.
- Tapia, H. (2019). *Dememoria* . Obtenido de A 40 años del Primer Acuerdo Comercial, la Historia de México y el GATT: <https://www.dememoria.mx/politica/la-historia-de-mexico-y-el-gatt/>
- Tasche, D. (2002). Expected Shortfall and Beyond. *Deutsche Bundesbank, Frankfurt am Main, Germany; tasche@ma.tum.de*.
- Taylor, J. W. (2019). Forecasting VaR and ES Using Semiparametric Approach Base on the Asymmetric Laplace Distribution. *Journal of Business and Economics Statistics*, Vol. 37, issue 1, 21-133.

- Tobin, J. (1958). Liquidity Preference as Behavior Towards Risk. *The Review of Economic Studies*, 25. *Cross Review Record in Scopus.*, 65-86.
- Treynor, J. L. (1961). Market Value, Time, and Risk. *Revista de gestión de inversiones*, vol. 1, No. 2. *Disponible en SSRN: <http://ssrn.com/abstract=447580>* ., 60-72.
- UCM. (2022). *UCM Biblioteca*. Obtenido de Repositorio Institucional UAM Azcap. UNID y Economipedia ;: <http://www.biblioteca.ucm.es/zaloamati.azcuam.mx>; <http://www.eltiempo.com>
- UNID. (2021). *Editorial Digital. Efecto Tequila. EDU 06 2021*. . Obtenido de Editorial Digital UNID. : <https://red.unid.edu.mx/index.php/blog-edu/el-efecto-tequila>
- USITC. (2019). *United States International Trade Commission. United States-Mexico-Canada Agreement: Likely Impact on the U.S. Economy and Specific Industry*. Obtenido de Sectors (Investigation No. TPA-105-003, USITC Publication 4889, April 2019) USITC's: <https://www.usitc.gov/publications/332/pub4889.pdf>.
- USMCA. (2019). *United States Mexico-Canada Agreement*. Obtenido de "Releases Report Concerning the Likely Impact of the United States". USA: <https://www.usmca.gov/publications/332/pub4889.pdf>.
- Vergara, M., & Maya, C. (2007). Monte Carlo Estructurado. Estimación del Valor en Riesgo en un Portafolio Accionario en Colombia. *Administer, Universidad EAFIT, Colombia, 15*, pp. 68-88, 68-88.
- Wang, W., Chen, & Zhou. (2010). The Exchange Rate Risk of Chinese Yuan: Using VaR and ES Based on Extreme Value Theory. *Journal of Applied Statistics*, Vol. 37, No. 2, 265-282.
- Weber, E. (2010). A Short History of Derivatives Securities Markets. *The University of Western Australia. Discussion Paper 09.10.*, 9-10.
- Wilson, C. (2017). A NAFTA Update for the Border Region. *Woodrow Wilson Center for International Scholars, Mexico Institute* <bit.ly/3abUW1Q>.
- Yamai, Y., & Yoshiba, T. (2005). Value at Risk versus Expected Shortfall: A Practical Perspective. *Journal of Banking and Finance*, Vol. 29, No. 4, 997-1015.
- Zepeda Martínez, R. (2020). Relaciones Internacionales Transfronterizas en América del Norte". *Cuadernos de Investigación. FCPS. America_PAPIIT_DGAPA_IN304218_031220. UNAM*.