



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

ACTIVIDAD EN EL MERCADO DE FUTUROS DE COMMODITIES Y SU EFECTO EN LOS RETORNOS

ALDO ANDRÉS TUMANI CRESTUZZO

Tesis para optar al grado de
Magister en Ciencias de la Ingeniería

Profesor Supervisor:
GONZALO CORTAZAR
HECTOR ORTEGA

Santiago de Chile, Agosto, 2017

© 2017, Aldo Tumani



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

ACTIVIDAD EN EL MERCADO DE FUTUROS DE COMMODITIES Y SU EFECTO EN LOS RETORNOS

ALDO ANDRÉS TUMANI CRESTUZZO

Tesis presentada a la Comisión integrada por los profesores:

GONZALO CORTAZAR

HECTOR ORTEGA

SERGIO MATURANA

LORENZO NARANJO

KARIM PICHARA

Para completar las exigencias del grado de
Magister en Ciencias de la Ingeniería

Santiago de Chile, Agosto, 2017

A Dios, a mis padres, a mis
hermanos, a mi nonna y a mi nonno
que me apoyaron en este proceso.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a los profesores Gonzalo Cortázar y Héctor Ortega por su valiosa ayuda, paciencia, tiempo y colaboración que hicieron posible el desarrollo de esta tesis. Proceso que me ayudó a crecer en mi vida académica y profesional.

Agradecer también a mi familia y amigos por su apoyo incondicional durante este período de tiempo.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Financiarización del mercado de commodities.....	5
2.2 Revisión de Hong Y Yogo (2012).....	8
3. MODELO ECONOMETRICO	14
3.1 Modelos econométricos utilizados	14
3.2 Variables predictoras	16
3.2.1 Retorno del portafolio.....	17
3.2.2 Commodity market interest	18
3.2.3 Otras variables predictoras	18
4. DATOS UTILIZADOS Y RESUMEN ESTADÍSTICO	23

4.1 Evolución y especificaciones de los contratos de futuros de commodities.	23
4.2 Paneles	26
4.3 Participación de los sectores en el open interest total.....	26
4.4 Resumen estadístico de los retornos y las variables predictoras	28
5. RESULTADOS	36
5.1 Panel A.....	36
5.2 Panel B	40
5.3 Panel C	45
6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL MERCADO DE OPCIONES	50
7. CONCLUSIONES	53
BIBLIOGRAFIA	57
A N E X O S	61
Anexo 1. Revisión del modelo Hong y Yogo (2012).....	62
Anexo 2: Participación de los sectores durante el periodo 1965-2008	73
Anexo 3: Evolución de los contratos futuros de commodities.....	74
Anexo 4: Bolsas de valores en que se transan los commodities utilizados.....	76
Anexo 5: Especificaciones de los contratos de futuros de commodities	78
Anexo 6: Resumen estadístico de las variables para el periodo 2005-2015	85
Anexo 7: Resumen estadístico de las variables para el periodo 1965-2008	86

Anexo 8: Commodity market interest y Chicago Fed National Activity Index durante 1965-2008.....	87
Anexo 9: Commodity market interest y Chicago Fed National Activity Index durante 2005-2015.....	88
Anexo 10: Commodity market interest y Commodity returns durante 1965-2008 ...	89
Anexo 11: Commodity market interest y Commodity returns durante 2005-2015 ...	90
Anexo 12: Resultados econométricos para el periodo 1965-2008.....	91
Anexo 13: Resultados econométricos para los periodos 1965-1978 y 1979-2008....	92
Anexo 14 Revisión bibliográfica del mercado de opciones.....	93
Anexo 15: Revisión bibliográfica de Byun y Kim (2013)	96

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Commodities utilizados	24
Tabla 2: Resumen variables predictoras para el periodo 2005:1-2015:12.....	30
Tabla 3: Panel A. Predictibilidad mensual de los retornos de commodities para el periodo 2005:1-2015:12.....	37
Tabla 4: Panel B. Predictibilidad mensual de los retornos de commodities para el periodo 2005:1-2015:12.....	42
Tabla 5: Panel C. Predictibilidad quincenal de los retornos de commodities para el periodo 2005:1-2015:12.....	47
Tabla 6: Clasificación de opciones según <i>moneyness</i>	97
Tabla 7: Estructura de las posiciones de los participantes en las opciones call.....	98
Tabla 8: Estructura de las posiciones de los participantes en las opciones put.....	99

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Categorías de los participantes del mercado de futuros (COT).....	22
Figura 2: Participación de los cuatro sectores durante el periodo 2005-2015	27
Figura 3: Variables <i>short rate</i> y <i>yield spread</i> durante el periodo 2005-2015	31
Figura 4: Tasa de crecimiento del <i>open interest</i> y el índice Chicago Fed National Activity Index para el periodo 2005-2015.....	33
Figura 5: Tasa de crecimiento del <i>open interest</i> y los retornos del portafolio para el periodo 2005-2015.....	34

RESUMEN

El objetivo de este estudio es determinar si el crecimiento del *open interest* del mercado de futuros de commodities tiene poder predictivo sobre sus retornos. Esta investigación esta motivada por las implicancias del modelo econométrico desarrollado por Hong y Yogo (2012), quienes encontraron que los movimientos del *open interest* de un portafolio de contratos de futuros tienen poder predictivo sobre sus retornos. Los autores estudiaron el periodo entre 1965-2008, y encontraron además que el crecimiento del *open interest* es mejor predictor que los propios retornos pasados. En la presente investigación se estudió el poder predictivo del crecimiento del *open interest* del mercado de futuros de commodities durante el periodo 2005-2015. Se confirmó que movimientos del *open interest* se comportan de manera pro-cíclica y que el crecimiento de esta variable tiende a coincidir con aumentos de la actividad económica. Como resultado principal del análisis econométrico, se encontró que el crecimiento del *open interest*, construido de la misma manera que Hong y Yogo (2012), no tuvo significancia estadística para predecir los retornos del portafolio. Hong y Yogo (2012) suavizaron el crecimiento del *open interest* con un promedio geométrico de los últimos 12 meses. Se realizó un primer análisis alternativo disminuyendo a 6 meses la cantidad de tiempo utilizada para suavizar esta variable, y se encontró un nivel de significancia estadística de 5% para predecir los retornos del portafolio. Finalmente se realizó un segundo análisis alternativo disminuyendo el horizonte de predicción 1 mes a 15 días. Dado los resultados, no se encontró una mayor significancia estadística del crecimiento del *open interest* por predecir retornos quincenales en vez de mensuales.

Crecimiento del *open interest*, contratos futuros, retornos de commodities, predicción de retornos.

ABSTRACT

The purpose of this study is to show that the growth of open interest of the commodities futures trading has a predictive power on its returns. This investigation is motivated by the implications from the Hong and Yogo (2012) model, in which movements in open interest of a futures contracts' portfolio have a predictive power over their returns. The authors studied the 1965-2008 period and found that the growth rate of open interest is a better predictor than the past returns. In this research, we tested the same model using commodity futures during the 2005-2015 period. The empirical evidence of this investigation indicates that movements in open interest behave pro-cyclically and the growth rate of open interest tends to coincide with increases in economic activity. However, the growth rate of open interest that was built similarly to Hong and Yogo (2012) didn't present any statistical significance in the prediction of futures returns. Hong and Yogo (2012) smoothed this variable by taking a 12-month geometric average. A first alternative analysis was performed by using a 6-month geometric average of the growth rate of open interest. Under this new structure, we found 5% of statistical significance level for the predictive power of commodity market interest. A second alternative analysis was performed decreasing the prediction horizon from 1 month to 15 days. Considering the results of this adjustment, there were no improvements in the statistical significance of the growth rate of open interest when predicting fortnightly returns rather than monthly returns.

Open interest, futures markets, commodity market interest, predictability of commodity returns.

1. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas dos décadas, la predicción de los retornos de contratos futuros ha sido un tópico central en la investigación de la literatura financiera. Académicos y economistas han considerado a los precios pasados como fuente de información predictiva sobre los retornos de contratos de futuros de materias primas, bonos, divisas y acciones (Fama y French, 1987; Gorton, Hayashi y Rouwenhorst, 2013). Sin embargo, los autores Hong y Yogo (2012) encontraron que la cantidad de contratos de futuros abiertos tiene un mayor poder predictivo que los precios pasados y que esta variable no había sido ampliamente estudiada en los modelos de predicción de retornos de contratos futuros.

Hong y Yogo (2012) encontraron que el crecimiento *open interest*¹ de los contratos de futuros captura información predictiva sobre el futuro estado de la actividad económica, y que esta aún no ha sido reflejada en los precios de los bienes. Los autores sostuvieron su análisis en la teoría de la difusión gradual de las noticias sobre los precios (Hong y Stein, 1999) y en los límites al arbitraje que existen en el mercado de futuros (Shleifer, Summers y Waldmann, 1990).

La presente investigación tiene como objetivo analizar para el periodo 2005-2015 si los resultados son similares a los que obtuvieron Hong y Yogo (2012) entre los años 1965-2008. Específicamente, se estudiará el poder predictivo del crecimiento del *open interest* sobre los retornos de contratos futuros de commodities y se comparará con el de otras variables extensamente utilizadas en la literatura de predicción de precios. Adicionalmente se realizará una revisión bibliográfica exploratoria acerca de la

¹ El *open interest* se refiere a la cantidad total de contratos abiertos que existen en un cierto día para un derivado financiero.

factibilidad de extender el análisis de Hong y Yogo (2012) usando el *open interest* del mercado de opciones.

Hong y Yogo (2012) identificaron al crecimiento del *open interest* como una posible fuente de predicción de retornos debido al carácter pro-cíclico que tiene esta variable. El *open interest* del mercado de futuros de commodities representa la cobertura de demanda total de los productores y consumidores. Si se anticipa un alza en la actividad económica, tanto los productores como consumidores aumentan su actividad en el mercado de futuros con el objetivo de diversificar su riesgo. Si existe una mayor cantidad de productores que desean tomar posiciones cortas, el precio de los contratos futuros caerá ya que hay límites al arbitraje de los inversionistas. En cambio si hay una mayor cantidad de consumidores que están dispuestos a tomar posiciones largas, el precio de los contratos futuros aumentará debido a que existen límites al arbitraje. En ambos casos, bajo un anticipo de un aumento de la actividad económica, el precio futuro puede aumentar o disminuir, mientras que el *open interest* siempre se incrementa.

Resulta interesante replicar el modelo ocupado por Hong y Yogo (2012) para el periodo 2005-2015 debido a las diversas coyunturas que han afectado al mercado de commodities durante este tiempo. A comienzos de este siglo, los commodities se vieron enfrentados a un proceso denominado financiarización del mercado de materias primas. Dada la masiva entrada de instituciones inversoras en busca de diversificar sus portafolios, se incrementaron tanto los precios de los commodities como sus volatilidades (Cheng y Xiong, 2014; Henderson, Pearson y Wang, 2015). Además, el periodo estudiado incluye la gran recesión ocurrida el año 2008, lo que se tradujo en una recurrente inestabilidad macroeconómica tanto para Estados Unidos como para el resto del mundo (Longstaff, 2010).

En este trabajo se replicó el modelo econométrico realizado por Hong y Yogo (2012). En esta línea, se utilizaron todos los contratos futuros sobre los mismos commodities

que ocuparon los autores mencionados y se agruparon en los sectores: Agricultura, Energía, Ganado y Metal. Promediando estos cuatro sectores se formó un portafolio de commodities, y por medio de un modelo econométrico se estudió el poder predictivo sobre el retorno del portafolio que tienen las variables *Short rate* (SR), *Yield spread* (YS), *Commodity basis* (Basis), *Commodity market interest*² (GOI), *Commodity past returns* (PR), *Commodity market imbalance* (COT) y *Chicago Fed National Activity Index*³ (CFNAI).

Se presenta un resumen estadístico de las variables predictoras para el periodo 2005-2015. Se confirmó solo para el periodo 2005-2010 el carácter pro-cíclico del crecimiento del *open interest*, a través de una correlación positiva de 0,76 con los movimientos del índice *Chicago Fed National Activity Index*. Después del 2010 este efecto desaparece, resultando una correlación de 0,04 entre ambas variables. Se encontró un aumento de la correlación entre las variables *commodity market interest* y *commodity past returns* con respecto al periodo 1965-2008 estudiado por Hong y Yogo (2012).

Dentro de los resultados del modelo econométrico para el periodo 2005-2015, *Chicago Fed National Activity Index* es la única de las variables estudiadas por Hong y Yogo (2012) que tuvo significancia estadística para predecir los retornos de contratos futuros. A diferencia de los autores mencionados, la variable central de esta investigación, *commodity market interest*, construida de la misma manera que los autores, no tuvo poder predictivo durante este periodo. Hong y Yogo (2012) encontraron que *el* crecimiento del *open interest* y los retornos pasados tenían un comportamiento ruidoso por lo que suavizaron estas variables con un promedio geométrico de los últimos 12 meses. Se realizó un primer análisis alternativo reduciendo la cantidad de meses

² Se denomina la variable *commodity market interest* al crecimiento del *open interest* de los contratos futuros del portafolio.

³ Índice que se construye con un promedio ponderado de 85 indicadores mensuales de la actividad económica de Estados Unidos.

utilizados para suavizar el crecimiento del *open interest*, de 12 meses a 6 meses. Con esta nueva estructura, *commodity market interest* tiene un poder predictivo estadísticamente significativo para los retornos de un portafolio de contratos futuros de commodities durante el periodo 2005-2015. Una posible explicación contemplaría que debido al cambio en el comportamiento del mercado de commodities, la información predictiva ya se encontraría completamente difundida en los precios en un periodo de un año. Se efectuó un segundo análisis alternativo disminuyendo el intervalo de tiempo de predicción de un mes a 15 días. Atendiendo a los resultados obtenidos, la variable *commodity market interest* disminuyó levemente su significancia estadística y las demás variables no presentaron una mejora estadística en su poder predictivo sobre retornos quincenales en vez de mensuales.

En cuanto a la revisión bibliográfica exploratoria, se revisaron artículos que plantean la posibilidad de que el mercado de opciones contenga información predictiva que no este reflejada en el mercado de futuros. Además, se presenta la manera con la que Byun y Kim (2013) adaptaron el modelo de Hong y Yogo (2012) al mercado de opciones. Byun y Kim (2013) encontraron que para opciones sobre el S&P 500, el crecimiento del *open interest* tiene poder predictivo sobre sus retornos.

La presente investigación se estructura como sigue: en el capítulo 2 se muestra una revisión bibliográfica del proceso de financiarización del mercado de commodities y un análisis del estudio realizado por Hong y Yogo (2012). En el capítulo 3 se describen los modelos econométricos utilizados en la investigación. En el capítulo 4 se mencionan los contratos futuros incluidos y las especificaciones de estos, seguido de un resumen estadístico de las variables empleadas. En el capítulo 5 se discuten los resultados obtenidos de los modelos econométricos. En el capítulo 6 se realiza una revisión bibliográfica exploratoria acerca de la factibilidad de utilizar el crecimiento del *open interest* del mercado de opciones. Finalmente en el capítulo 7 se presentan las conclusiones de este estudio.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Financiarización del mercado de commodities

El termino “financiarización del mercado de commodities” se considera al aumento de la actividad de derivados financieros sobre commodities generado por la masiva entrada de instituciones financieras. Expertos en la materia concuerdan que el inicio de este proceso se sitúa a partir del año 2004, donde se comenzó a considerar a los commodities como una nueva clase de activo financiero (Domanski y Heath, 2007; Irwin y Sanders, 2011; Tang y Xiong, 2012)

Durante la década pasada se ha evidenciado el mayor aumento de los precios de futuros de commodities. Si bien estos cayeron el año 2008 por la gran recesión, en el año 2010 los precios retomaron su tendencia al alza, conllevando además aumentos de sus volatilidades (Masters, 2008). Esta variación considerable en la naturaleza de sus fluctuaciones no se ha podido asociar a cambios fundamentales de oferta y demanda, por lo que muchos autores han argumentado que la causa podría ser la financiarización del mercado de materias primas (Singleton, 2014; Basak y Pavlova, 2015).

El mercado de commodities aporta una serie de beneficios a las instituciones inversoras, dentro de los cuales se encuentra diversificar el riesgo frente al los mercados de acciones y bonos. A comienzo de este siglo ocurrió un colapso del mercado de renta variable, lo que incentivó a los inversionistas financieros a aprovechar una baja correlación negativa entre los retornos de commodities y los retornos de acciones (Gorton, Rouwenhorst, 2006). A partir de este hecho se comenzó a considerar a los derivados de commodities como un buen mecanismo para diversificar el riesgo de los portafolios. De acuerdo al reporte presentado por Commodity Futures Trading Commission (CFTC) el año 2008, la cantidad de posiciones en el mercado de commodities por parte de los inversores

institucionales aumentó de \$13 billones de dólares a finales del año 2003 a más de \$260 billones de dólares en Marzo del 2008 (Masters, 2008).

Durante la década pasada, el aumento en la actividad de transacciones de derivados sobre commodities superó extensamente el crecimiento del mercado productivo de commodities y la cantidad de contratos de derivados necesarios para realizar cobertura de demanda por parte de los productores y consumidores (Irwin y Sanders, 2011). Como los precios llegaron a valores muy superiores a los fundamentales, se generó un mayor costo de cobertura para las empresas manufactureras que utilizan el mercado de futuros de materias primas como medio para cubrir el riesgo de su proceso productivo (Tang y Xiong, 2012).

Dentro de la literatura surge el debate sobre si las instituciones inversoras son las responsables del evidente incremento en los precios de los commodities. Según lo que dispone Basak y Pavlova (2015), hay falta de acuerdo para entender el efecto que tienen las instituciones financieras sobre los cambios de precios en el mercado de derivados de commodities. Los autores analizaron los efectos del proceso de financiarización, comparando una economía con y sin instituciones inversoras, encontrando que los precios y las volatilidades de todos los commodities aumentan en presencia de este fenómeno. Basak y Pavlova (2015) concluyen que a pesar de la falta de robustez en las evidencias empíricas de la literatura, es tan grande la cantidad transacciones de las instituciones inversoras que es natural esperar que estas hayan afectado los precios de los commodities.

Irwin y Sanders (2010) estudiaron los argumentos que existen en la literatura sobre la relación que tienen las instituciones financieras en el incremento de los precios futuros de commodities ocurrido en los años 2007 y 2008. Los autores agruparon las diferentes posturas en dos. Por un lado, los que sostienen que tras existir un aumento masivo de compras especulativas por parte de instituciones inversoras, se creó una burbuja en los

precios futuros de los commodities llegando a valores sobre los fundamentales (Masters, 2008; De Schutter 2010; Baffes y Haniotis 2010). Y por otro lado, autores que mostraron desconfianza de la evidencia empírica que existe para confirmar una burbuja en los precios, argumentando que la causa del alza de los precios futuros fue la oferta y demanda y no el exceso de especulación por parte de instituciones inversoras (Krugman, 2008; Pirrong 2008; Sanders y Irwin 2008; Smith 2009).

Stoll y Whaley (2010) encontraron que el incremento de precios entre los años 2006 y 2009 no es consecuencia de los inversionistas de índices de commodities⁴. Es más, consideran que estos son erróneamente denominados especuladores debido a que no toman posiciones sobre un commodity específico. Por otro lado, los inversionistas de índices tampoco apuestan a un apalancamiento, sino que adquieren posiciones totalmente colateralizadas, utilizando los índices solo como un mecanismo de diversificación. Los autores encontraron baja correlación entre los retornos de futuros de los commodities que se encuentran en un mismo índice, argumentando que sus precios deberían subir o bajar juntos en caso de que los operadores de índices fueran los responsables de sus movimientos. También encontraron que la correlación entre los retornos de los commodities que no estaban en un índice con los que sí estaban, era del mismo grado que la correlación entre los retornos de los commodities que si pertenecen a un índice. Si el alza de precios de commodities hubiera sido generada por inversiones en índices, sólo habría aumentado los precios de aquellos que pertenecen a alguno, sin embargo también se incrementaron los precios de commodities que no pertenecen a ningún índice.

⁴ Las instituciones inversoras sostienen posiciones en futuros de commodities a través de fondos que prometen imitar un índice de futuros commodities, ETFs y ETNs (Irwin y Sanders, 2010). Entre los índices más populares se encuentra Goldman Sachs Commodity Index (GSCI), S&P Commodity Index (SPCI) y Dow Jones UBS Commodity Index (DJ-UBS).

Tang y Xiong (2012) encontraron evidencia empírica del proceso de financiarización del mercado de commodities. Debido al aumento de las inversiones en índices de commodities a partir del año 2000, los precios de futuros de commodities que no forman parte del sector de energía aumentaron su correlación con el precio futuro del petróleo. Esta tendencia no existía antes del año 2004, y se vio acentuada para los commodities que pertenecen a un índice y también para el periodo después de la gran recesión. Los autores concluyen que como consecuencia del proceso de financiarización, los precios de futuros de materias primas no solo son afectados por cambios en la oferta y demanda de estos, sino que también están expuestos a la aversión al riesgo del mercado de activos financieros y a los cambios en el comportamiento de los inversionistas.

En la última década el aumento de los precios futuros de commodities fue impactado directamente o indirectamente por las instituciones financieras. Si bien no está claro en la literatura el efecto que tienen los inversionistas financieros sobre los precios de los commodities, sí se ha podido comprobar el masivo ingreso de ellos al mercado de materias primas y la utilización de este como medio para diversificar el riesgo de sus portafolios.

2.2 Revisión de Hong y Yogo (2012)

El estudio central de la presente investigación es replicar el modelo econométrico establecido por Hong y Yogo (2012) para el periodo 2005-2015 y poder determinar si el crecimiento del *open interest* tiene poder predictivo sobre los retornos de contratos futuros de commodities durante estos años.

Hong y Yogo (2012) encontraron que el crecimiento del *open interest* de los contratos futuros contiene información predictiva sobre crecimientos de la actividad económica, y dicha información aún no está reflejada en los precios pasados.

El *open interest* es la cantidad total de contratos abiertos que aún no han llegado a su fecha de vencimiento. Este parámetro se diferencia del volumen de transacción, el cual mide cuantos contratos fueron transados. El volumen de transacción está influido por transacciones operacionales de instituciones inversoras, en cambio el *open interest* refleja la disposición de los participantes en afrontar una nueva posición en el mercado de derivados. Este último se compone en gran medida por productores y consumidores que buscan realizar cobertura de demanda debido a su exposición al riesgo.

Dentro de los factores que impulsaron estudiar el crecimiento del *open interest*, se encuentra el hecho de que la cobertura de demanda total es pro-cíclica con el estado de la economía. Hasta ahora, la literatura en predicción de retornos se ha regido por la teoría de *backwardation* (Keynes, 1923), la cual señala que el premio por riesgo es generado por el desbalance entre la oferta y demanda, y no por la cantidad total de contratos existentes.

La interpretación que realizan Hong y Yogo (2012) sobre el poder predictivo del crecimiento del *open interest* sostiene que cuando los productores y consumidores anticipan un alza en la demanda de un commodity, estos aumentan sus posiciones en el mercado de futuros con el objetivo de realizar cobertura del riesgo al que estarán expuestos. Por ejemplo, los productores de petróleo que anticipan un incremento en la demanda de este, podrían tomar posiciones cortas en el mercado de futuros para reducir todo el riesgo de incertidumbre al que se ven enfrentados. Por otro lado, los consumidores⁵ de petróleo que prevén este aumento en la demanda de este, estarían dispuestos a tomar posiciones largas en el mercado de derivados para cubrir el riesgo de un aumento del precio. Este ejemplo ilustra como una anticipación de un aumento de la actividad económica, genera un aumento en la cobertura de demanda por parte de los

⁵ Se alude a todas las empresas que utilizan el commodity como un input de su producción.

productores y consumidores, que finalmente se traduce en un aumento en la cantidad de contratos futuros abiertos.

En el Anexo 1 se presenta un desarrollo detallado del modelo teórico utilizado por Hong y Yogo (2012) para explicar por qué el crecimiento del *open interest* del mercado de futuros es un mejor predictor de los retornos que los precios pasados.

Hong y Yogo (2012) estudiaron el periodo entre Enero de 1964 a Diciembre de 2008. El portafolio que utilizaron fue construido con 30 commodities que se clasificaron en cuatro sectores: Agricultura, Energía, Ganado y Metal. En el Anexo 2 se muestra el gráfico obtenido por los autores de la participación que tiene cada sector sobre el total del *open interest*. Los commodities del sector Agricultura fueron los primeros en entrar al mercado de derivados y tuvieron la mayor participación en gran parte de la muestra. En el año 1980 su participación disminuyó por el ingreso de los sectores Energía y Metal al mercado de futuros. El sector Energía se convirtió en el sector con mayor participación del total del *open interest* luego del boom del mercado de materias primas a partir del año 2004 (Radtzki, 2006). A partir de estos cuatro sectores, los autores formaron un portafolio de contratos futuros de commodities.

Hong y Yogo (2012) utilizaron siete variables para predecir el retorno del portafolio de commodities: *Commodity market interest (GOI)*⁶, *Commodity past returns (PR)*⁷ y otras cinco variables ampliamente utilizadas en la literatura de predicción de precios. Estas últimas cinco variables se categorizaron en dos grupos. El primero se compone de tres variables que clasifican al mercado de commodities como si estuviera completamente

⁶ *Commodity market interest* se denomina a la variable que contempla el crecimiento del *open interest* del portafolio. Es la variable en la que se centra la presente investigación.

⁷ El retorno pasado del portafolio.

integrado al mercado financiero: *Short rate* (SR)⁸, *Yield spread* (YS)⁹ y *Chicago Fed National Activity Index* (CFNAI)¹⁰. El segundo grupo dispone de dos variables que distinguen al mercado de commodities como un mercado segmentando del mercado financiero: *Commodity basis* (Basis)¹¹ y *Commodity market imbalance* (COT)¹².

El modelo econométrico utilizado por Hong y Yogo (2012) toma la siguiente estructura,

$$R_{t+1}^e - R_{f,t+1} = \alpha + \beta_{RF} * RF_t + \beta_{YS} * YS_t + \beta_{Basis} * Basis_t + \beta_{CFNAI} * CFNAI_t + \beta_{GOI} * GOI_t + \beta_{PR} * PR_t + \beta_{COT} * COT_t + \varepsilon_{t+1} \quad (1)$$

Donde R_{t+1}^e corresponde al retorno mensual del portafolio en $t + 1$, $R_{f,t+1}$ a la tasa libre de riesgo para el periodo $t + 1$, y el vector $b_t = [RF_t, YS_t, Basis_t, CFNAI_t, GOI_t, PR_t, COT_t]$ es el conjunto de las variables predictoras retrasadas al periodo t . Para más detalle de la ejecución del modelo econométrico observar el capítulo 3 de la presente investigación.

La variable *commodity market interest* presentó un comportamiento ruidoso, por lo que los autores suavizaron esta variable con un promedio geométrico de los valores de los últimos 12 meses. La variable *commodity past return* también fue suavizada con un promedio geométrico de la misma cantidad de meses.

⁸ El promedio mensual de las tasas T-Bill con vencimiento a un mes

⁹ La diferencia entre el promedio de los bonos corporativos Moody's AAA y la tasa a corto plazo.

¹⁰ Índice que mide el estado general de la economía de Estados Unidos.

¹¹ La variación entre el precio spot y el precio futuro de un commodity.

¹² El desbalance que existe entre las posiciones cortas y largas que toman *commercial traders* en el mercado de futuros. Los *commercial traders* es una clasificación usada por Commodity Futures Trading Commission (CFTC) para describir a los comerciantes que utilizan el mercado de futuros con el objetivo de realizar cobertura de demanda de su actividad productiva.

Los resultados hallados por Hong y Yogo (2012) se pueden resumir en tres puntos. En primer lugar, ellos encontraron que los movimientos del *open interest* están positivamente correlacionados con los movimientos del mercado y ambas fluctuaciones se correlacionan positivamente con los precios. Para los autores fue sorprendente el hecho que el *open interest* tenga un carácter pro-cíclico debido a que este no muestra necesariamente la dirección de la cobertura de demanda. Encontraron una correlación positiva entre la variable *commodity market interest* y *Chicago Fed National Activity Index*. Los periodos de alta actividad económica tendieron a coincidir con altos retornos de commodities, bajos retornos de bonos y altos retornos de acciones.

En segundo lugar, encontraron que el crecimiento del *open interest* tiene poder predictivo sobre los movimientos de los retornos de futuros. El mercado de commodities fue el que mayor significancia presentó en comparación con los mercados de acciones, divisas, y bonos. Este mercado era el ideal para probar la hipótesis debido a que los supuestos del modelo tienen mayor validez, al existir una mayor cobertura de demanda y una menor capacidad para asumir riesgos. La variable *commodity market interest* mantuvo su significancia estadística en la presencia de las otras variables predictoras.

En tercer lugar, encontraron que un aumento en el crecimiento del *open interest* del mercado de commodity predice bajos retornos de bonos y un alza en la tasa libre de riesgo. Este resultado soporta directamente la hipótesis planteada por los autores de que el *open interest* representa la cobertura de demanda por parte de los productores y consumidores en respuesta a noticias de un alza en la actividad económica.

La interpretación preferida por Hong y Yogo (2012) para el poder predictivo del *open interest* contempla que este contiene información sobre el futuro de la actividad económica que aún no está reflejada en los precios de los activos. Una interpretación alternativa sería que el *open interest* captura información de la variación del premio por riesgo. Esta última hipótesis no es tan aceptada por los autores debido a que la relación

que existe entre el *open interest* y los precios futuros implica *momentum* en vez de reversión a la media.

3. MODELO ECONOMETRICO

3.1 Modelos econométricos utilizados.

En esta sección se describe la metodología usada en la investigación empírica. Se replicó el mismo modelo empleado por Hong y Yogo (2012), utilizando las mismas variables predictoras. El objetivo de la presente investigación es determinar si el crecimiento del *open interest*¹³ de un portafolio de contratos futuros de commodities contiene información predictiva sobre los retornos de estos y como este se relaciona con la información predictiva que contiene las demás variables estudiadas.

Específicamente se realizaron regresiones lineales predictivas del tipo,

$$R_{t+1}^e - R_{f,t+1} = \alpha + \beta_b * b_t + \varepsilon_{t+1} \quad (2)$$

Donde R_{t+1}^e corresponde al retorno mensual del portafolio en $t + 1$, $R_{f,t+1}$ a la tasa libre de riesgo para el periodo $t + 1$, calculada como el promedio mensual de todas las tasas T-Bill del mes, y el vector $b_t = [b_{t1} \dots b_{tn}]$ es un conjunto de las variables predictoras *Short rate* (SR), *Yield spread* (YS), *commodity basis* (Basis), *commodity past returns* (PR), *commodity market interest* (GOI), *commodity market imbalance* (COT) y *Chicago Fed National Activity Index* (CFNAI) retrasadas al periodo t .

Se realizaron los mismos ocho modelos econométricos utilizados por Hong y Yogo (2012) para así analizar la validez de sus resultados para el periodo 2005-2015. En el primer modelo se construye la base del vector b_t con las variables *Short rate* (RF), *Yield*

¹³ En la presente investigación se denomina la variable *commodity market interest* como el crecimiento del *open interest*, y se simboliza con la sigla GOI.

spread (YS) y *commodity basis* (Basis), y se estudió la significancia estadística que cada una de estas consigue.

$$R_{t+1}^e - R_{f,t+1} = \alpha + \beta_{RF} * RF_t + \beta_{YS} * YS_t + \beta_{Basis} * Basis_t + \varepsilon_{t+1} \quad (3)$$

En el segundo modelo se analizó el poder predictivo de la variable *commodity market interest* (GOI) sobre la base anteriormente expuesta. De esta manera, la regresión lineal toma la forma,

$$R_{t+1}^e - R_{f,t+1} = \alpha + \beta_{RF} * RF_t + \beta_{YS} * YS_t + \beta_{Basis} * Basis_t + \beta_{GOI} * GOI_t + \varepsilon_{t+1} \quad (4)$$

En el tercer modelo se estudió la información que contienen los propios retornos pasados, *commodity past returns* (PR),

$$R_{t+1}^e - R_{f,t+1} = \alpha + \beta_{RF} * RF_t + \beta_{YS} * YS_t + \beta_{Basis} * Basis_t + \beta_{PR} * PR_t + \varepsilon_{t+1} \quad (5)$$

En el cuarto modelo, se realizó una comparación entre la información predictiva que contiene *commodity market interest* y *commodity past returns*, con el objetivo de estudiar como varía la significancia estadística de estas variables cuando son expuestas simultáneamente,

$$R_{t+1}^e - R_{f,t+1} = \alpha + \beta_{RF} * RF_t + \beta_{YS} * YS_t + \beta_{Basis} * Basis_t + \beta_{PR} * PR_t + \beta_{GOI} * GOI_t + \varepsilon_{t+1} \quad (6)$$

En el quinto y sexto modelo, se estudió la predictibilidad de la variable *commodity market imbalance* (COT), primero de manera independiente y luego en presencia de *commodity market interest*,

$$R_{t+1}^e - R_{f,t+1} = \alpha + \beta_{RF} * RF_t + \beta_{YS} * YS_t + \beta_{Basis} * Basis_t + \beta_{COT} * COT_t + \varepsilon_{t+1} \quad (7)$$

$$R_{t+1}^e - R_{f,t+1} = \alpha + \beta_{RF} * RF_t + \beta_{YS} * YS_t + \beta_{Basis} * Basis_t + \beta_{COT} * COT_t + \beta_{GOI} * GOI_t + \varepsilon_{t+1} \quad (8)$$

Finalmente, en el séptimo y octavo modelo se analizó la información predictiva que tiene el índice *Chicago Fed National Activity Index* (CFNAI) y la relación que esta tiene con la variable *commodity market interest*,

$$R_{t+1}^e - R_{f,t+1} = \alpha + \beta_{RF} * RF_t + \beta_{YS} * YS_t + \beta_{Basis} * Basis_t + \beta_{CFNAI} * CFNAI_t + \varepsilon_{t+1} \quad (9)$$

$$R_{t+1}^e - R_{f,t+1} = \alpha + \beta_{RF} * RF_t + \beta_{YS} * YS_t + \beta_{Basis} * Basis_t + \beta_{CFNAI} * CFNAI_t + \beta_{GOI} * GOI_t + \varepsilon_{t+1} \quad (10)$$

3.2 Variables predictoras.

En esta sección se detalla específicamente cómo se calculan las variables utilizadas en las regresiones predictivas: el retorno del portafolio, *commodity market interest*, y las demás variables predictoras.

3.2.1 Retorno del portafolio

Se utilizó el retorno del portafolio de futuros de commodities para medir los movimientos de los precios, los que tienen una interpretación económica como el retorno de una estrategia de inversión.

Para obtener el retorno del portafolio, en primer lugar es necesario calcular los retornos de todos los contratos de futuros. Sea $F_{i,t,T}$ el precio de un contrato futuro del commodity i , en el mes t y con fecha de maduración T . Sea $R_{f,t}$ la tasa libre de riesgo en el periodo t , calculada como el promedio mensual de todas las tasas T-Bill con madurez de un mes. Se asume que estas últimas representan el interés ganado al enfrentar una posición de duración de un mes en el mercado financiero. Para calcular el retorno hay que simular una posición totalmente colateralizada, invirtiendo $F_{i,t-1,T}/R_{f,t}$ en el mes $t - 1$, y vendiendo al precio $F_{i,t,T}$ en el siguiente mes. Formalmente, el retorno se calcula como

$$R_{i,t,T} = \frac{F_{i,t,T} * R_{f,t}}{F_{i,t-1,T}} \quad (11)$$

Para el valor de los contratos futuros $F_{i,t,T}$, se utilizó el precio de cierre del día de transacción. Se calculó un retorno mensual para cada commodity $R_{i,t}$ promediando todos los retornos de los contratos del commodity i en el mes t que tengan una duración mayor a un mes y menor a 13 meses. No fueron considerados los contratos con una fecha de madurez menor a un mes, debido a que estos tienen baja liquidez ya que los inversionistas no desean llegar a la fecha de entrega física del subyacente. Se excluyeron los contratos con maduración mayor a 12 meses debido a que la liquidez se ve reducida después de un año. Luego de obtener el promedio mensual del retorno de cada commodity, se calculó un retorno por cada sector, promediando las tasas de retorno de todos los commodities que pertenecen a cada uno. Finalmente se consiguió el retorno

mensual del portafolio de commodities con la media aritmética de los retornos de los cuatro sectores.

3.2.2 Commodity market interest

El crecimiento del *open interest* del mercado de commodities es la variable en que se centra la presente investigación. Se desea estudiar su poder predictivo sobre los retornos futuros. Hong y Yogo (2012) utilizaron la tasa de crecimiento en vez del nivel del *open interest*, debido a que existe una tendencia estocástica que dejaron de lado por simplicidad en el modelo teórico.

Para construir esta variable, en primer lugar se calculó el *dollar open interest* para cada contrato. Este se obtuvo multiplicando el precio de cierre, el valor del *open interest* y la cantidad transada en cada uno de estos. En segunda instancia, el *dollar open interest* agregado mensual, se obtuvo sumando todos los valores de los contratos que pertenecen al mismo mes por cada commodity. Posteriormente, se sumaron todos los valores de los commodities que pertenecen a cada sector y se calculó la tasa de crecimiento de cada de estos con respecto al mes anterior. El crecimiento del *open interest* del portafolio se obtiene promediando las tasas de crecimiento de los cuatro sectores.

3.2.3 Otras variables predictoras

Con el objetivo de medir un aumento del poder predictivo de la actividad del mercado de commodities, se agregan otras variables a la regresión lineal que han sido extensamente estudiadas en la literatura para predecir retornos.

Estas fueron divididas en dos grupos. El primero de ellos, contiene tres variables que clasifican al mercado de commodities como si estuviera completamente integrado al

mercado económico en general. Dentro de este grupo se encuentra *short rate*, *yield spread* y *Chicago Fed National Activity Index*.

La tasa a corto plazo o *short rate* es el promedio mensual de las letras del tesoro de Estados Unidos que son emitidas con vencimiento de un mes. Los *T-Bill* son obligaciones a corto plazo emitidas por el Departamento del Tesoro de los Estados Unidos y se consideran como las inversiones en bonos más seguras.

La variable *yield spread* se calculó como la diferencia entre el rendimiento de los bonos corporativos Moody's Aaa y la variable *short rate*. Las tasas de los bonos Moody's Aaa es proporcionada diariamente por la institución Federal Reserve Economic Data (FRED).

La tercera variable que compone este grupo es el índice *Chicago Fed National Activity Index*, el cual es un promedio ponderado de 85 indicadores mensuales de la actividad económica de Estados Unidos. Este representa una medida real de la economía y fue originalmente diseñado como un indicador para predecir la inflación. El índice es generado mensualmente por el Banco de la Reserva Federal de Chicago.

El segundo grupo distingue al mercado de commodities como un segmento del mercado económico general, y está compuesto por variables predictoras específicas del mercado de materias primas, enfocadas en el desbalance que existe entre la oferta y demanda de sus derivados financieros. La primera variable que forma este grupo se denomina *commodity basis*, que relaciona la variación que existe entre el precio spot y futuro con el periodo de madurez del contrato. Fama y French (1987) evidenciaron que esta variable contiene información que permite la predicción de retornos de futuros. El parámetro *basis* se calculó para todos los contratos con madurez $T - t$ del commodity i como,

$$Basis_{i,t,T} = \left(\frac{F_{i,t,T}}{S_{i,t}} \right)^{1/(T-t)} - 1 \quad (12)$$

A partir de esto, se encontró un valor mensual para el commodity i como la mediana entre todos los contratos que pertenecen al mes t . A continuación, se buscó nuevamente la mediana entre los valores de todos los commodities que pertenecen a cada sector. Promediando los parámetros calculados para los cuatro sectores, se obtuvo el valor de la variable *commodity basis* del portafolio. Se utilizó dos veces la mediana estadística en vez del promedio, debido a que esta permite que el resultado sea menos sensible a los valores que se escapan de la media.

La segunda variable que pertenece a este grupo es *commodity market imbalance*, el desbalance que existe entre las posiciones cortas y largas que sostienen los *commercial traders* en el mercado de futuros de materias primas. Se calculó en primer lugar un valor para cada sector,

$$\begin{aligned} & \text{Commodity market imbalance}_{sector} \quad (13) \\ &= \frac{\sum_{i \in sector} (Cortas_i - Largas_i) * Precio_i * Cantidad_i}{\sum_{i \in sector} (Cortas_i + Largas_i) * Precio_i * Cantidad_i} \end{aligned}$$

El numerador de esta división, es la suma de las diferencias entre las posiciones cortas y largas sostenidas por los *commercial traders* multiplicadas por el precio spot y por la cantidad transada para cada commodity i que pertenecen al sector. El denominador de esta división, es la sumatoria de las sumas de las posiciones cortas y largas sostenidas por *commercial traders* multiplicadas por el precio spot y por la cantidad transada para cada commodity i que pertenecen al sector. Se obtuvo el parámetro *commodity market imbalance* del portafolio como la media aritmética de los valores de los cuatro sectores.

La variable *commodity market imbalance* se obtuvo a partir de datos entregados por *Commitments of Traders in Commodity Futures*. Esta institución, encargada de regular los mercados de futuros y opciones, genera semanalmente un reporte llamado *Commitments of Traders (COT)*, el cual contiene información sobre los contratos abiertos que existen en estos mercados. Este reporte clasifica al *open interest* para tres tipos de participantes: *commercial traders*, *non-commercial traders* y *non-reportables*. Para cada una de estas categorías, se distingue entre las posiciones largas y cortas que estos sostienen.

En la Figura 1 se presenta la clasificación del informe *Commitments of Traders (COT)* sobre los distintos participantes del mercado de futuros. Los *commercial traders* son aquellos participantes productores, comerciantes, manufactureros, usuarios y *swap dealers*, que utilizan el mercado futuro con el objetivo de realizar cobertura de su respectiva comercialización de materias primas. Por su parte, los *non-commercial traders* son aquellos participantes que utilizan el mercado de futuros con fines meramente especulativos, donde se encuentran inversionistas individuales, fondos de inversiones, entre otros. Finalmente los participantes del mercado que no pertenecen a las categorías de cobertura de demanda y de especulación, son designados como *non-reportables*.

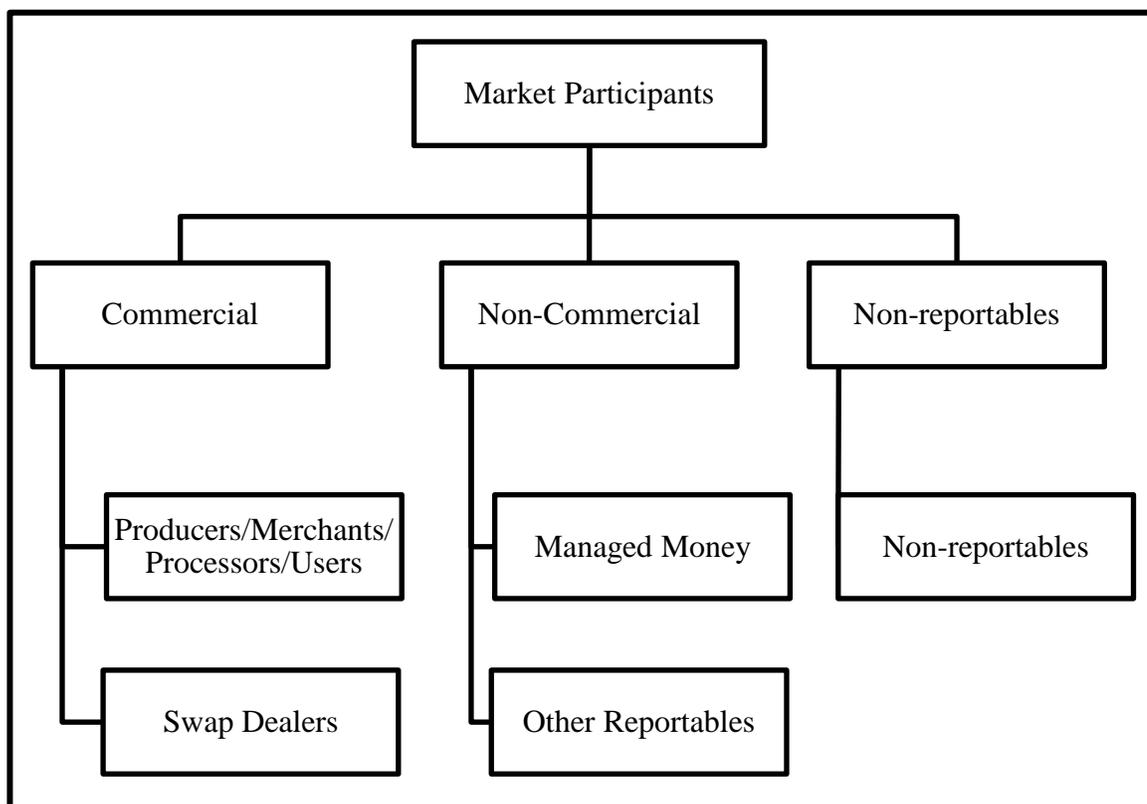


Figura 1. Categorías de los participantes del mercado de futuros (COT).

4. DATOS UTILIZADOS Y RESUMEN ESTADÍSTICO

4.1 Evolución y especificaciones de los contratos de futuros de commodities.

Los contratos de derivados de commodities se pueden transar en una bolsa de valor o en un mercado *over the counter*. Las bolsas de valores son mercados financieros que están regulados por una institución intermediaria y utilizan contratos de futuros estandarizados. En el mercado *over the counter* se comercializan acuerdos que discrepan de los contratos estándar transados en las bolsas de valores. Estos últimos se generan a partir de los intereses específicos de ambas partes, y son empleados mayormente por instituciones financieras para realizar operaciones entre ellas o con sus respectivos clientes corporativos.

Dentro de los contratos transados en las bolsas de valores, existen dos maneras de operar. El primer mecanismo es denominado *open outcry* (a viva voz), donde se requiere la presencia física de los participantes. Este método se ha utilizado desde el inicio de las transacciones de derivados de materias primas, pero actualmente su uso ha disminuido ocasionado por la entrada de las transacciones electrónicas. El segundo mecanismo corresponde a las transacciones electrónicas, las cuales comenzaron a implementarse paulatinamente a partir de 1992, y su uso se masificó para la mayor parte de los commodities entre los años 2006 y 2008. Este nuevo mecanismo afectó al mercado de commodities durante el periodo estudiado en la presente investigación, generando destinos beneficios como aumento de liquidez, reducción de los costos de transacción, mayor disponibilidad de información y mejoras en la eficiencia operativa (Shah y Brorsen, 2011).

En la Tabla 1 se presentan los 29 commodities que forman parte del portafolio estudiado en este trabajo y el intervalo de fechas en que cada uno de estos está presente. Hong y Yogo (2012) utilizaron un portafolio de 30 commodities, de los cuales el único que no

fue incluido en este trabajo es *Broiler*, ya que no sostiene contratos futuros disponibles durante la fecha estudiada (Hegde, 2004). Si bien se mantuvieron los 29 commodities restantes, cuatro de ellos: *Aluminium*, *Butter*, *Propane* y *Pork Bellies*, fueron discontinuados durante el periodo estudiado, por lo que sus contratos no se presentan durante toda la muestra. En el Anexo 3 se especifican las razones por las que estos contratos han salido del mercado de derivados.

Tabla 1. Commodities utilizados.

Sector	Commodity	Fecha primer contrato	Fecha último contrato
Agriculture	Butter	Enero 2005	Diciembre 2007
	Cocoa	Enero 2005	Diciembre 2015
	Coffee	Enero 2005	Diciembre 2015
	Corn	Enero 2005	Diciembre 2015
	Cotton	Enero 2005	Diciembre 2015
	Lumber	Enero 2005	Diciembre 2015
	Oats	Enero 2005	Diciembre 2015
	Orange Juice	Enero 2005	Diciembre 2015
	Rough Rice	Enero 2005	Diciembre 2015
	Soybean Meal	Enero 2005	Diciembre 2015
	Soybean Oil	Enero 2005	Diciembre 2015
	Soybeans	Enero 2005	Diciembre 2015
	Sugar	Enero 2005	Diciembre 2015
	Wheat	Enero 2005	Diciembre 2015
Energy	Crude Oil	Enero 2005	Diciembre 2015
	Gasoline	Noviembre 2006	Diciembre 2015
	Heating Oil	Enero 2005	Diciembre 2015
	Natural Gas	Enero 2005	Diciembre 2015

	Propane	Enero 2005	Diciembre 2017
Livestock	Feeder Cattle	Enero 2005	Diciembre 2015
	Lean Hogs	Enero 2005	Diciembre 2015
	Live Cattle	Enero 2005	Diciembre 2015
	Pork Bellies	Enero 2005	Febrero 2011
Metal	Aluminum	Enero 2005	Diciembre 2007
	Copper	Enero 2005	Diciembre 2015
	Gold	Enero 2005	Diciembre 2015
	Palladium	Enero 2005	Diciembre 2015
	Platinum	Enero 2005	Diciembre 2015
	Silver	Enero 2005	Diciembre 2015

Replicando Hong y Yogo (2012), los commodities se agruparon en cuatro sectores: *Agriculture*, *Energy*, *Livestock* y *Metal*, y solo se consideraron los contratos de futuros transados en las bolsas de valores americanas *CBOT*, *NYMEX*, *ICE* y *CME*. En el Anexo 4 se presenta una descripción de dichas bolsas.

La información utilizada de los contratos de futuros de materias primas proviene de Barchart¹⁴, donde se proporcionan datos de mercados y derivados financieros. La base de datos utilizada contiene todos los contratos de futuros de commodities comercializados entre Enero del 2005 y Diciembre del 2015. Para cada uno de estos contratos, se entrega la fecha de maduración, el precio de apertura, el precio de cierre, el precio máximo, el precio mínimo, el *open interest* y el volumen de transacción. En el Anexo 5 se muestra una tabla que especifica para cada uno de los commodities

¹⁴ <https://www.barchart.com/>

utilizados, la cantidad comercializada en cada contrato y las bolsas de valores en que estos son transados.

4.2 Paneles.

Dentro del trabajo empírico, se realizaron tres paneles para estudiar el poder predictivo del crecimiento del *open interest*. Cada uno de estos se compone por los ocho modelos econométricos presentados en el capítulo 4.1. En el Panel A se replicó exactamente el estudio generado por Hong y Yogo (2012), donde las variables *commodity market interest* y *commodity past returns* fueron suavizadas con un promedio geométrico de sus valores de los últimos 12 meses.

En el Panel B se modificaron las variables *commodity market interest* y *commodity returns*. A estas se les disminuyó de un año a seis meses la cantidad de tiempo considerada para suavizar su comportamiento. Se realizó la misma metodología del panel anterior, disponiendo de las ocho regresiones lineales.

Finalmente, el Panel C se construyó disminuyendo el horizonte de predicción de mensual a quincenal. Se redujo de 1 mes a 15 días el intervalo de tiempo entre t y $t + 1$ en las regresiones lineales. En este modelo econométrico, las variables *commodity past returns* y *commodity market interest* están suavizadas con promedios geométricos de los últimos 6 meses, equivalente a 12 periodos quincenales. La variable predictora *Chicago Fed National Activity Index* no fue incluida en este panel, debido a que solo posee datos mensuales.

4.3 Participación de los sectores en el *open interest* total.

En la Figura 2 se presenta la participación que tiene cada sector en el total del *dollar open interest* del mercado de commodities para el periodo 2005-2015. Este gráfico es la réplica del Anexo 2, donde se expone la distribución obtenida por Hong y Yogo (2012) para el periodo 1965 – 2008.

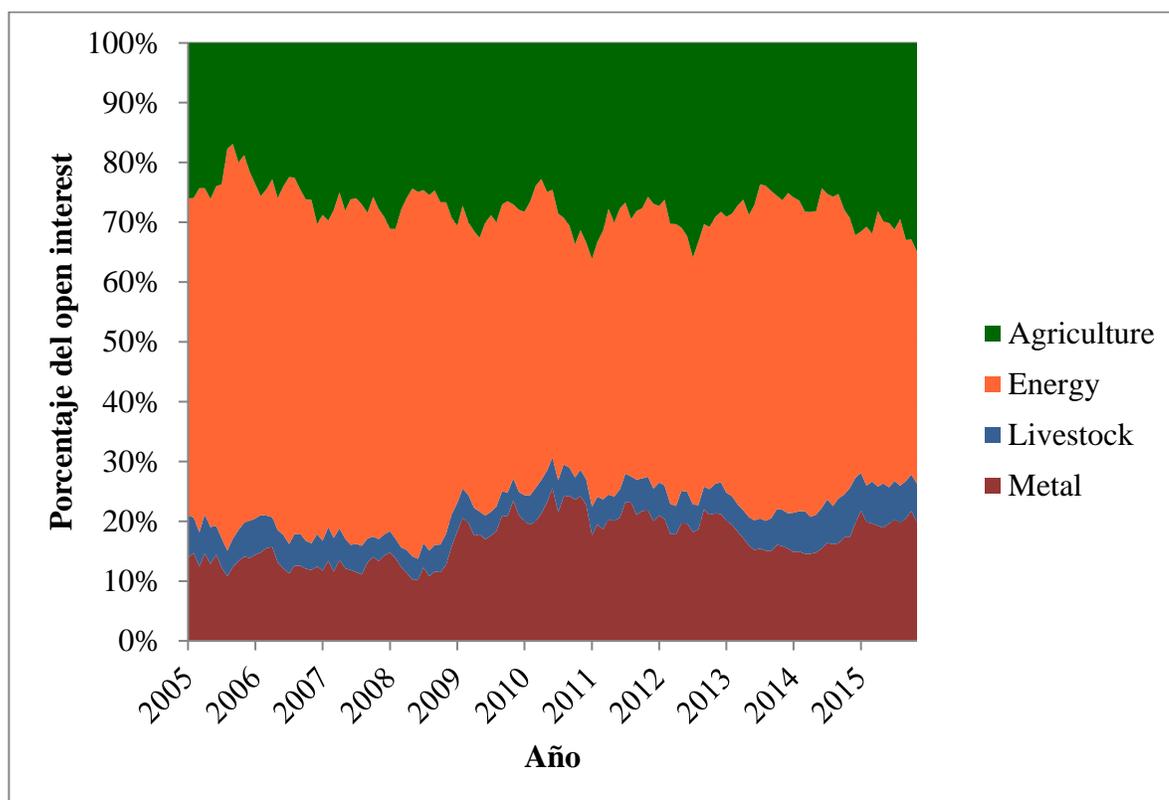


Figura 2. Participación de los cuatro sectores durante el periodo 2005-2015.

El portafolio está compuesto por 14 commodities de Agricultura, los cuales tienen en promedio un 27,54% de la cantidad total de contratos abiertos. El sector de Energía es el que mayor participación posee con un 50,33%. Dentro de los cinco commodities que este sector tiene, se destaca el petróleo, puesto que este sostiene la mayor cantidad de dinero en contratos abiertos actualmente. Por su parte, el sector de Ganado está compuesto por cuatro commodities y tuvo un promedio de 5,19%, el menor porcentaje

de participación. Finalmente, el sector Metal, que se conforma por seis commodities, cuenta con una participación promedio de 16,93% del *dollar open interest*.

Se aprecia de la Figura 2 que entre los años 2008 y 2015, el sector Metal y el sector Agricultura aumentaron levemente su participación sobre el total del *dollar open interest*, a costa de una reducción del porcentaje que posee el sector Energía. También es interesante resaltar que este pequeño cambio estructural en las participaciones ocurrió durante la gran recesión.

El sector Energía presenta la mayor desviación estándar en su porcentaje de participación, alcanzando un valor de 6,33. Los sectores Agricultura y Metal obtuvieron una desviación estándar de 3,39 y 3,86 respectivamente. El sector Ganado, es el que menor variación presenta, manteniendo una participación relativamente constante entre el periodo 2005-2015.

4.4 Resumen estadístico de los retornos y las variables predictoras.

En la Tabla 2 se presenta un resumen estadístico de las variables predictoras para el periodo 2005-2015. Este contiene para cada variable el promedio, la desviación estándar, la auto correlación y las correlación con las demás variables predictoras. La Tabla 2 es la actualización del Anexo 7 que contiene el resumen estadístico obtenido Hong y Yogo (2012) para el periodo 1965-2008.

Comparando ambas tablas, se observa que el promedio de la tasa de corto plazo disminuyó de un 5,52% a un 1,27%. Era esperable esta caída de las tasas de los bonos T-Bill, debido a las bajas tasas de interés fijadas por la Reserva Federal de Estados Unidos después de la gran recesión. Esta medida buscaba incentivar la inversión para superar la crisis financiera que el país enfrentaba, y como consecuencia disminuyó también la

desviación estándar de esta variable. Es de esperar que la variable *short rate* pierda el poder predictivo sobre los retornos de los futuros de commodities.

La correlación entre la variable *short rate* y el *yield spread* aumentó de -0,54 a -0,92 con respecto al Anexo 7. En la Figura 3 se ilustran los valores de ambas variables para comparar sus movimientos. Se aprecia una alta correlación negativa entre ellas y además la poca volatilidad que *short rate* presentó a partir del año 2009.

Tabla 2: Resumen variables predictoras para el periodo 2005:1-2015:12.

Commodity market interest y *commodity returns* están suavizadas con un promedio geométrico de los últimos 12 meses al igual que Hong y Yogo (2012).

Variable	Promedio (%)	Desviación estándar (%)	Auto- correlación	Correlación con					
				Short rate	Yield spread	Chicago Fed National Activity Index	Commodity market imbalance	Commodity returns	Commodity basis
Short rate	1,27	1,84	0,99						
Yield spread	3,51	1,49	0,98	-0,92					
Chicago Fed National Activity Index	-0,34	0,97	0,76	0,11	-0,29				
Commodity market interest	1,40	2,82	0,90	0,49	-0,40	0,37			
Commodity returns	0,48	1,68	0,91	0,46	-0,38	0,34	0,95		
Commodity basis	0,40	0,26	0,83	0,22	-0,04	-0,55	-0,04	-0,16	
Commodity market imbalance	13,03	4,65	0,76	-0,30	0,27	0,31	0,46	0,50	-0,27

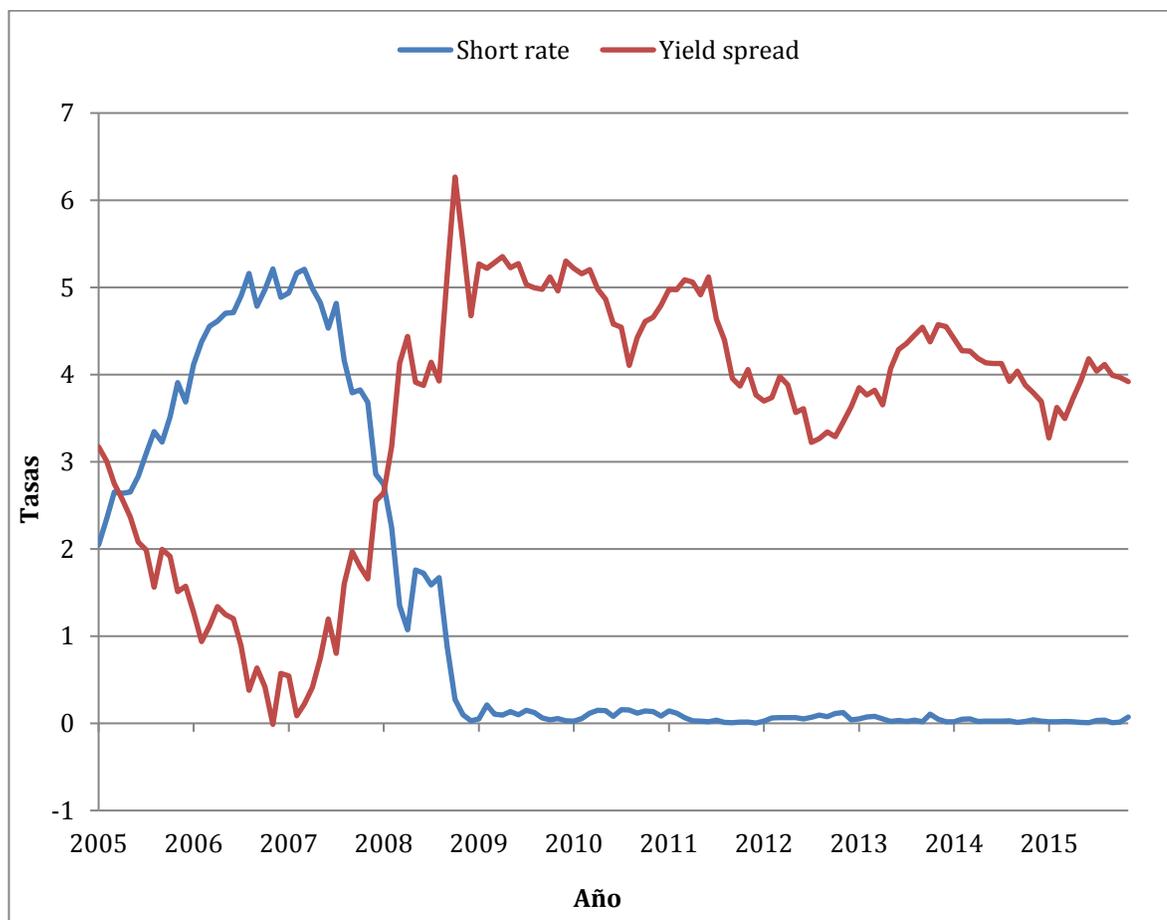


Figura 3. Variables *short rate* y *yield spread* durante el periodo 2005-2015.

El índice *Chicago Fed National Activity Index* tuvo un promedio de 0,01% para el periodo 1965-2008. Se observa en la Tabla 2 que para el periodo 2005-2015, la variable disminuyó su promedio a -0,34%. Esta caída del índice fue provocada por los valores negativos durante los años 2008 y 2009. La correlación entre *Chicago Fed National Activity Index* y *yield spread* es negativa y equivalente a -0,29, reflejando el carácter contra cíclico de esta última variable.

La variable *commodity market interest* tuvo un promedio mensual de 1,40%, muy similar al valor de 1,49% encontrado por Hong y Yogo (2012). Sin embargo, esta variable para el periodo 2005-2015 mostró un comportamiento con mayor volatilidad,

evidenciándose en que la desviación estándar aumentó con respecto al periodo anterior, de 2,06% a 2,82%. En el Anexo 6 se presenta el resumen estadístico con las variables *commodity market interest* y *commodity returns* suavizadas a 6 meses, tal como se utilizaron en el Panel B. Bajo esta estructura, aumenta aún más la desviación estándar, alcanzando un valor de 3,75%.

El crecimiento del *open interest* tuvo una correlación positiva de 0,37 con la variable *Chicago Fed National Activity Index*, reflejando su comportamiento pro-cíclico con la actividad económica. Hong y Yogo (2012) encontraron que periodos de alta actividad económica tienden a coincidir con periodos de alto crecimiento del *open interest*. En el Anexo 8 los autores graficaron ambas variables para observar este comportamiento. Se replicó esta ilustración en la Figura 4 y se observa un similar comportamiento hasta el año 2010. Después de esta fecha es difícil apreciar una correlación positiva entre ambas variables. La tabla 2 indica que la correlación entre ellas, para todo el periodo estudiado, es 0,37. Si descomponemos el periodo en dos, vemos que antes del año 2010 la correlación es 0,76, y después de este año, la correlación disminuye drásticamente a 0,04. El mismo efecto ocurre con la variable *commodity market interest* suavizada a 6 meses la cual se expone en el Anexo 9. El movimiento conjunto del crecimiento del *open interest* con la economía, es el hecho clave que permite la predictibilidad de esta variable, por lo que este resultado pone en duda el poder predictivo que puede alcanzar *commodity market interest* después de la gran recesión.

El retorno del portafolio de commodities disminuyó su promedio mensual de 1,08% a 0,48%, y aumentó su desviación estándar de 1,3% a 1,68%. *Commodity returns* tuvo una correlación positiva tanto con el crecimiento del *open interest* como con el índice *Chicago Fed National Activity Index*, evidenciando su carácter pro-cíclico.

La variable *commodity basis* equivale al promedio de todos los *convenience yield*, que se construyen sumando la tasa de corto plazo con el costo de almacenaje, y restando el

beneficio de poseer el commodity, por lo que *convenience yield* es directamente proporcional a la tasa de corto plazo. Esto se refleja en la correlación positiva de 0,22 entre *commodity basis* y *short rate*.

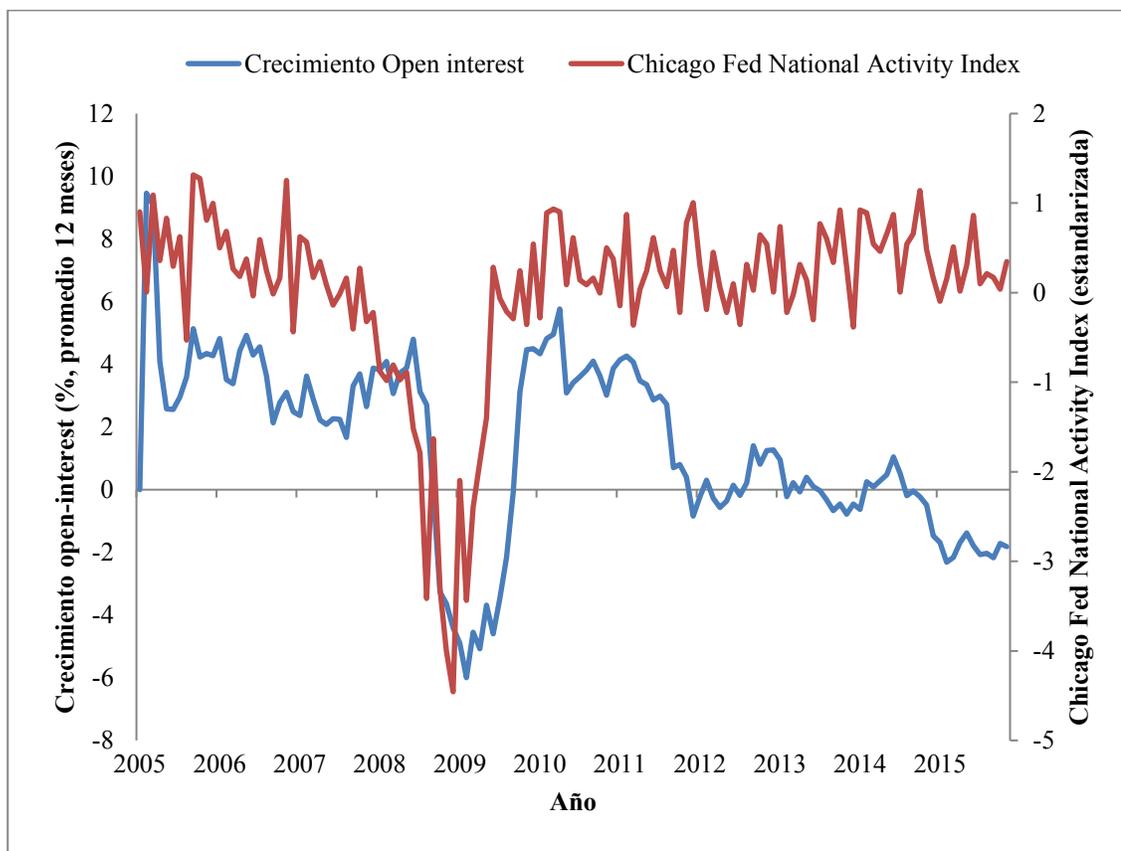


Figura 4. Tasa de crecimiento del *open interest* y el índice Chicago Fed National Activity Index para el periodo 2005-2015.

En el estudio de Hong y Yogo (2012), a excepción de la variable *commodity basis*, todas las variables predictoras alcanzaron una autocorrelación mayor a 0,9, mientras que para el periodo 2005-2015 todas las variables disminuyeron su autocorrelación. Dentro de ese marco, *commodity market imbalance* y *Chicago Fed National Activity Index* fueron las que más redujeron sus resultados, alcanzado ambas variables una autocorrelación de 0,76.

Hong y Yogo (2012) encontraron una correlación de 0,51 entre *commodity market interest* y *commodity returns*. Al existir una correlación parcial entre ambas variables, los autores argumentan que la diferencia se debe a que el crecimiento del *open interest* contiene información que aún no está reflejada en los precios. Es más, la variable *commodity market interest* pareciera ser idéntica a *commodity returns*, pero desplazada un periodo anterior. En el Anexo 10, se expone el gráfico obtenido por ellos, donde se observa como el crecimiento del *open interest* logró preceder el movimiento de los retornos del portafolio.

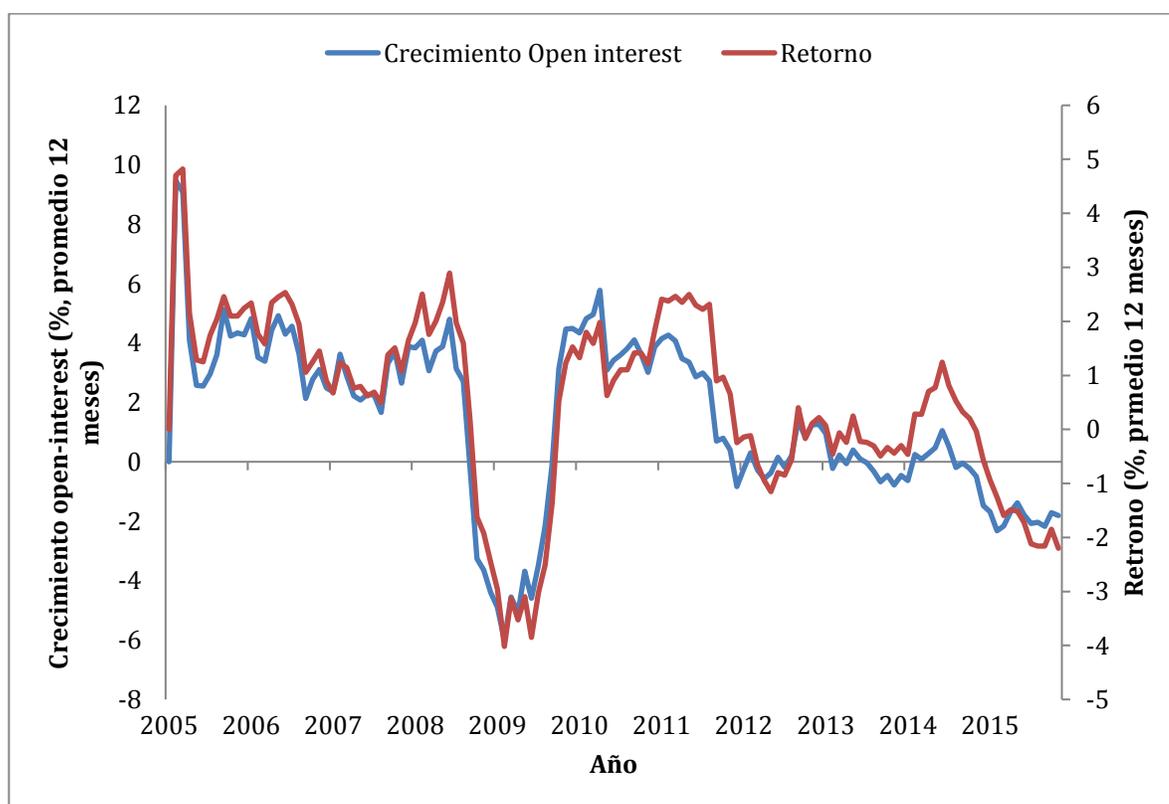


Figura 5. Tasa de crecimiento del *open interest* y los retornos del portafolio para el periodo 2005-2015. Ambas suavizadas con promedios geométricos de 12 meses.

En la Figura 5 replica el mismo gráfico para el periodo 2005-2015, y se aprecian algunos periodos de adelantos por parte de *commodity market interest* frente a los movimientos

de *commodity returns*. A pesar de estos casos, en la mayor parte de la muestra ambas variables se desplazan simultáneamente. La correlación entre estas variables aumentó de manera abrupta a un valor de 0,94. A partir de este resultado se podría concluir que para el periodo 2005-2015, la información predictiva del crecimiento del *open interest* podría ya estar totalmente incorporada en los precios de los bienes.

5. RESULTADOS

A efectos de organizar la exposición de los resultados estadísticos, este capítulo se divide en tres secciones. En el Panel A se replicó el modelo utilizado por Hong y Yogo (2012) para el periodo 2005-2015. En el Panel B se realizó un primer análisis alternativo y se modificó las variables *commodity market interest* y *commodity returns*, disminuyendo de 1 año a 6 meses la cantidad de tiempo utilizada para suavizar estas variables. En el Panel C se desarrolló un segundo análisis alternativo, reduciéndose el tiempo de predicción en los modelos econométricos de 1 mes a 15 días.

5.1 Panel A

En el Panel A se replicó exactamente el modelo desarrollado por Hong y Yogo (2012) para estudiar la validez de los resultados durante el periodo 2005-2015. Se construyeron las variables de la misma manera como lo realizaron los autores, suavizando *commodity market interest* y *commodity returns* con un promedio geométrico de los últimos 12 meses. En la Tabla 3 se exponen los resultados del Panel A. Esta se compara con la tabla presentada en el Anexo 12, la cual contiene los resultados encontrados por Hong y Yogo (2012) para el periodo 1965-2008.

En la columna 1 se analiza la base de tres variables predictoras: *short rate*, *yield spread* y *commodity basis*. La variable *short rate* tiene un coeficiente de -0,057 y un t-estadístico de -0,20. Se esperaba que esta variable no tuviera significancia estadística debido a que después de la gran recesión, la tasa a corto plazo fue fijada en valores cercanos a cero con el motivo incentivar la inversión. La variable *yield spread* tuvo un coeficiente de -0,162 y un t-estadístico de -0,55. Finalmente, la variable *commodity basis* tuvo un coeficiente de 0,096 y un t-estadístico de 1,02. Ninguna de las tres variables de la base predictora logró tener significancia estadística para predecir retornos de contratos futuros de commodities durante el periodo estudiado.

Tabla 3: Panel A. Predictibilidad mensual de los retornos de commodities para el periodo 2005:1-2015:12.

Las variables *commodity market interest* y *commodity returns* están suavizadas a 12 meses. La tabla muestra los coeficientes estandarizados considerando la heterocedasticidad y el t-estadístico en paréntesis donde * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01.

VARIABLES predictoras	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Short rate	-0.0570 (-0.20)	-0.243 (-0.70)	-0.116 (-0.33)	-0.133 (-0.40)	-0.0397 (-0.15)	-0.169 (-0.54)	0.0743 (0.29)	0.0132 (0.04)
Yield spread	-0.162 (-0.55)	-0.272 (-0.84)	-0.198 (-0.61)	-0.193 (-0.63)	-0.180 (-0.62)	-0.245 (-0.80)	0.0536 (0.21)	0.0102 (0.03)
Commodity basis	0.0961 (1.02)	0.158 (1.32)	0.120 (0.93)	0.0542 (0.42)	0.125 (1.18)	0.154 (1.32)	0.246** (2.06)	0.255** (2.04)
Commodity market interest		0.149 (1.14)		0.795** (2.48)		0.0982 (0.70)		0.0433 (0.30)
Commodity returns			0.0462 (0.33)	-0.723** (-2.08)				
Commodity market imbalance					0.125 (1.17)	0.0752 (0.66)		
Chicago Fed National Activity Index							0.308** (2.51)	0.291** (2.11)
R ² (%)	2.1	3.4	2.2	7.4	3.3	3.7	7.5	7.6

En un estudio previo, los autores Hong y Yogo (2010) desarrollaron el mismo modelo econométrico pero dividieron el periodo estudiado en dos. En el Anexo 13 se presentan los resultados obtenidos por los autores para los periodos 1965-1986 y 1987-2008. En el primer periodo, la tasa a corto plazo y el crecimiento del *open interest* tuvieron significancia estadística para predecir retornos. En el segundo periodo, ninguna variable tuvo significancia estadística a excepción de *commodity market interest*. Las variables *yield spread* y *commodity basis* no tuvieron poder predictivo en ninguno de los dos periodos. Analizando los resultados del segundo periodo, que es más cercano al periodo estudiado en el Panel A, vemos que las variables de la base predictora no tienen poder predictivo sobre los retornos en un intervalo de tiempo más reciente.

En la columna 2 del Panel A se estudió la variable central de esta investigación donde se busca determinar si *commodity market interest* tiene poder predictivo sobre los retornos del portafolio de commodities. Los resultados obtenidos no fueron satisfactorios, la variable estudiada no tuvo significancia estadística teniendo un t-estadístico de 1,14. En contraste a este resultado, en la columna 2 del Anexo 12, Hong y Yogo (2012) habían encontrado que *commodity market interest* tuvo un nivel de significancia de 5% con un t-estadístico de 2,5. Para los autores esta fue la variable que mayor aumento generó del R^2 , por lo que se concluye que el crecimiento del *open interest*, construido de la misma manera que Hong y Yogo (2012), no tiene poder predictivo sobre los retornos de contratos futuros.

En la columna 3 del Panel A, se analizó el efecto que tiene la inclusión de los retornos pasados a la base predictora. La variable *commodity returns* no tuvo significancia estadística, teniendo un t-estadístico de 0,33. De la misma manera, para Hong y Yogo (2012) en la columna 3 del Anexo 12, esta variable tampoco tuvo poder predictivo sobre los retornos de contratos futuros.

En la columna 4 del Panel A, se agregaron ambas variables a la base predictora. El objetivo es determinar si estas tienen información predictiva cuando interactúan de manera conjunta. La variable *commodity market interest* tuvo un coeficiente de 0,795 y aumentó su t-estadístico a 2,48. La variable *commodity returns* tuvo un coeficiente de -0.723 y alcanzó un t-estadístico de -2,08. Cuando ambas variables predictoras participan de manera simultánea consiguen un nivel de significancia del 5%.

En la columna 4 del Anexo 12, Hong y Yogo (2012) no encontraron significancia estadística en la variable *commodity returns* y además esta provocó una disminución en la significancia de la variable *commodity market interest*. La conclusión de los autores se centró en que a pesar de estar altamente correlacionadas ambas variables, *commodity market interest* posee información que *commodity returns* no comprende, considerando los aumentos del coeficiente R^2 que ambas variables generaron.

Atendiendo a estas consideraciones, una interpretación de los resultados encontrados en la columna 4 del Panel A contempla que para el periodo estudiado, *commodity market interest* estaría conteniendo la misma información que *commodity returns*, es decir, la información ya estaría totalmente reflejada en los precios. Dentro de este marco, un factor que podría estar influyendo negativamente en el poder predictivo del crecimiento del *open interest*, podría ser el supuesto utilizado por los autores de suavizar esta variable empleando un promedio geométrico de los últimos 12 meses. Considerando los cambios que ha enfrentado el mercado de materias primas durante el periodo 2005-2015, como la introducción de las transacciones electrónicas y la financiarización del mercado de commodity, podría haber aumentado la velocidad de propagación de información a través del mercado.

En las columnas 5 y 6 del Panel A se estudió el poder predictivo de la variable *commodity market imbalance* y la variación que esta tiene bajo la presencia de la variable *commodity market interest*. Sobre la base de los resultados, esta variable no

logró tener significancia estadística para el periodo 2005-2015 y de la misma manera, el crecimiento del *open interest* tampoco tuvo información que le permitiera predecir retornos de commodities.

En la columna 7 del Panel A se examinó la predictibilidad de la variable *Chicago Fed National Activity Index*. Esta resultó estadísticamente significativa para predecir los retornos, con un coeficiente de 0,308 y un t-estadístico de 2,51. La información predictiva que contiene el índice, potencia además el poder predictivo de la variable *commodity basis*, obteniendo esta última un t-estadístico de 2,06.

Finalmente, en la columna 8 se analizó el poder predictivo de *Chicago Fed National Activity Index* en presencia del crecimiento del *open interest*. Atendiendo a los resultados, el t-estadístico del índice disminuyó a 2,11, mientras que la significancia de la variable *commodity basis*, alcanzada por la presencia de *Chicago Fed National Activity Index*, no se ve afectada por la presencia de *commodity market interest*. Resulta interesante resaltar que el índice genera una disminución de la significancia estadística del crecimiento del *open interest*, el cual reduce su t-estadístico en comparación con la columna 2.

De acuerdo a los resultados encontrados en el Panel A, se concluyó que el crecimiento del *open interest*, suavizado con un promedio geométrico de los últimos 12 meses tal como lo hicieron Hong y Yogo (2012), no posee información que permita predecir los retornos de commodities para el periodo 2005-2015.

5.2 Panel B

La argumentación de los autores, sobre el poder predictivo del crecimiento del *open interest*, se centra en la difusión gradual de la información sobre los precios de los bienes. En esta estructura, el crecimiento del *open interest* captura información que aún

no está reflejada en los precios. Considerando los hechos que han afectado al mercado de commodities durante este siglo, como el proceso de financiarización de este mercado, para un periodo de un año toda la información podría estar difundida en los precios. De manera de estudiar si este supuesto afecta el poder predictivo de la variable, se redujo de 12 meses a 6 meses la cantidad de tiempo utilizada para suavizar las variables *commodity market interest* y *commodity returns*.

Tabla 4: Panel B. Predictibilidad mensual de los retornos de commodities para el periodo 2005:1-2015:12.

Las variables *commodity market interest* y *commodity returns* están suavizadas a 6 meses. La tabla muestra los coeficientes estandarizados considerando la heterocedasticidad y el t-estadístico en paréntesis donde * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01.

Variables predictoras	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Short rate	-0.0570 (-0.20)	-0.277 (-0.91)	-0.275 (-0.87)	-0.176 (-0.60)	-0.0397 (-0.15)	-0.324 (-1.08)	0.0743 (0.29)	-0.122 (-0.38)
Yield spread	-0.162 (-0.55)	-0.162 (-0.55)	-0.286 (-0.99)	-0.304 (-1.00)	-0.199 (-0.70)	-0.180 (-0.62)	-0.297 (-1.02)	0.0536 (0.21)
Commodity basis	0.0961 (1.02)	0.0961 (1.02)	0.150 (1.39)	0.172 (1.46)	0.0860 (0.69)	0.125 (1.18)	0.142 (1.29)	0.246** (2.06)
Commodity market interest		0.265** (2.44)		0.591* (1.85)		0.310*** (2.75)		0.170 (1.11)
Commodity returns			0.213* (1.93)	-0.362 (-1.14)				
Commodity market imbalance					0.125 (1.17)	-0.0714 (-0.69)		
Chicago Fed National Activity Index							0.308** (2.51)	0.178 (0.98)
R ² (%)	2.1	7.8	5.5	9.1	3.3	8.1	7.5	8.9

En el Panel B se desarrollaron los mismos modelos econométricos del Panel A, pero modificando las variables *commodity market interest* y *commodity returns* según lo expuesto anteriormente. En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos del Panel B. De igual manera como se efectuó para el Panel A, los resultados del Panel B son comparados con los obtenidos por Hong y Yogo (2012) que se exponen en el Anexo 12.

En la columna 1 del Panel B se utiliza la base de variables predictoras, compuesta por *short rate*, *commodity basis* y *commodity market interest*. Esta regresión lineal es exactamente igual a la columna 1 del Panel A debido a que ninguna de estas tres variables fue modificada.

En la columna 2 del Panel B se agrega la variable *commodity market interest*, esta tiene un coeficiente de 0,265 y un t-estadístico de 2,44, alcanzando un nivel de significancia del 5%. El coeficiente de determinación R^2 aumentó, con respecto a la columna 1, de 2,1% a 7,8%. Este resultado es relativamente similar al obtenido por Hong y Yogo (2012) en la columna 2 del Anexo 12, donde esta variable tuvo un t-estadístico de 2,50 y generó un aumento del R^2 , con respecto a la columna 1, de 2,58% a 4,96%. En la columna 2 del Panel B, no cambiaron las significancias estadísticas de las variables de la base predictora bajo la presencia de *commodity market interest*. Este mismo efecto encontraron los autores mencionados, argumentando que la razón del poder predictivo del crecimiento del *open interest* no está relacionada con el que sostienen las tres variables de la base predictora. Se concluye que el crecimiento del *open interest*, suavizado a 6 meses, tiene poder predictivo sobre los retornos para el periodo 2005-2015.

En la columna 3 del Panel B, se agregó los retornos pasados a la base predictora, alcanzando *commodity returns* un coeficiente de 0,213 y un t-estadístico de 1,93. En efecto, la variable *commodities returns* tuvo un nivel de significancia del 10% para predecir retornos de commodities. El R^2 de esta regresión lineal aumentó, con respecto a

la columna 1, de 2,1% a 5,5%. En el Anexo 12, para Hong y Yogo (2012) *commodity returns* tuvo un t-estadístico de 1,59 y el R^2 aumentó, con respecto a la columna 1, de 2,58% a 2,98%. La variable *commodity returns* suavizada con los últimos seis meses, posee mayor información predictiva que la variable *commodity returns* cuando está suavizada a 12 meses.

En la columna 4 del Panel B se agregaron a la base predictora las variables *commodity returns* y *commodity market interest*, para estudiar el comportamiento de ambas variables simultáneamente. Como resultado se obtuvo que el crecimiento del *open interest* redujo su significancia estadística al tener un t-estadístico de 1,85, mientras que los retornos pasados perdieron totalmente la significancia obtenida en la columna 3. Los autores Hong y Yogo (2012) encontraron el mismo resultado al momento de utilizar ambas variables en la regresión lineal. Cabe considerar que a pesar de que la variable *commodity returns* no tuvo significancia estadística, esta generó un aumento del R^2 en un 1,3% con respecto a la columna 2 del Panel B. Si bien ambas variables están altamente correlacionadas, la información que contienen es distinta, respaldándose la teoría de que el crecimiento del *open interest* contiene información que aún no está reflejada en los precios.

En la columna 5 del Panel B se estudió el poder predictivo de la variable *commodity market imbalance*. Esta regresión es idéntica a la presentada en la columna 5 del Panel A, debido a que no se modificó ninguna de las del modelo econométrico. En la columna 6 se agregó *commodity market interest* para observar su comportamiento en la presencia de la variable *commodity market imbalance*. El crecimiento del *open interest* mantuvo su significancia y el coeficiente R^2 no se vio afectado por la presencia del *commodity market imbalance*. Hong y Yogo (2012) tampoco encontraron significancia estadística para esta variable, por lo que no es sorprendente que no tenga para el periodo 2005-2015.

En la columna 7 del Panel B, se agregó la variable *Chicago Fed National Activity Index*. Esta tuvo un nivel de significancia del 5%, con un t-estadístico de 2,51. El índice también fue significativo para Hong y Yogo (2012) con un t-estadístico de 2,09. En la columna 8 del Panel B, se estudió el poder predictivo del índice bajo la presencia del crecimiento del *open interest*. Se encontró el mismo efecto que obtuvieron Hong y Yogo (2012) en el Anexo 12, donde el poder predictivo de *Chicago Fed National Activity Index* disminuye bajo la presencia de *commodity market interest*. A pesar de que disminuyeron las significancias individuales, el R^2 de la regresión lineal aumentó en un 1,4%.

5.3 Panel C

Dado que en el Panel B se encontraron resultados positivos al disminuir de 12 a 6 meses la cantidad con que Hong y Yogo (2012) suavizaron las variables *commodity market interest* y *commodity returns*, se realizó un segundo análisis alternativo para estudiar si una disminución en el tiempo de predicción de los modelos econométricos de 1 mes a 15 días, podrían generar que *commodity market interest* tenga mayor significancia estadística para predecir retornos de contratos futuros.

Bajo este objetivo se construyó el Panel C, donde se utilizaron los mismos modelos econométricos del Panel B, suavizando las variables *commodity market interest* y *commodity returns* con los últimos 6 meses, pero se disminuyó el intervalo de predicción a 15 días. Al utilizar datos quincenales en lugar de mensuales, se duplicó la cantidad de periodos utilizados con respecto al Panel B. Para poder suavizar las variables con los últimos 6 meses, *commodity market interest* y *commodity returns* se suavizaron considerando los últimos 12 períodos quincenales.

En la Tabla 5 se presentan los resultados del Panel C. La variable *Chicago Fed National Activity Index* no fue considerada en este panel, debido a que su reporte se presenta mensualmente.

Tabla 5: Panel C. Predictibilidad quincenal de los retornos de commodities para el periodo 2005:1-2015:12.

Las variables *commodity market interest* y *commodity returns* están suavizadas a 6 meses. La tabla muestra los coeficientes estandarizados considerando la heterocedasticidad y el t-estadístico en paréntesis donde * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01.

Variables predictoras	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Short rate	0.0313 (0.15)	-0.0952 (-0.42)	-0.0806 (-0.35)	-0.0242 (-0.11)	0.0374 (0.18)	-0.0891 (-0.41)
Yield spread	-0.0556 (-0.25)	-0.125 (-0.56)	-0.125 (-0.55)	-0.0642 (-0.30)	-0.0771 (-0.35)	-0.124 (-0.56)
Commodity basis	0.0316 (0.50)	0.0581 (0.85)	0.0669 (0.93)	0.0125 (0.17)	0.0558 (0.81)	0.0594 (0.84)
Commodity market interest		0.161** (2.07)		0.439** (2.05)		0.154* (1.92)
Commodity returns			0.118 (1.53)	-0.303 (-1.46)		
Commodity market imbalance					0.107 (1.44)	0.0109 (0.15)
R^2 (%)	0.9	3.1	2.0	4.0	1.9	3.1

En el Panel B se redujo el tiempo con que la información se difunde en los precios de los bienes. En cambio en el Panel C, se disminuyó la cantidad de tiempo con que las variables predicen los retornos futuros. Pan y Poteshman (2006) encontraron que después de varias semanas, el precio stock se ajusta a la información contenida en el volumen de transacción de opciones. Fodor, Krieger y Doran (2011) encontraron que es necesario un periodo mayor a algunas semanas, para que los cambios de los volumen de transacción de *calls* y *puts* logren predecir retornos.

Analizando los resultados obtenidos del Panel C, se observa que una disminución en el tiempo de predicción no contribuyó a una mejora de la significancia estadísticas de las variables estudiadas. La base predictora no tuvo un nivel de significancia para predecir retornos quincenales durante el periodo 2005-2015. Tanto los t-estadísticos de las variables predictoras como el R^2 disminuyeron con respecto al Panel B.

En la columna 2 del Panel C, el crecimiento del *open interest* tuvo significancia estadística para predecir retornos quincenales con un t-estadístico de 2,07. Si se compara esta significancia con la obtenida mensualmente en la sección anterior, podemos observar que el t-estadístico alcanzado fue menor al 2,44 obtenido en la columna 2 del Panel B. Atendiendo a este resultado, las modificaciones realizadas no contribuyeron a encontrar mayor significancia en el t-estadístico de la variable *commodity market interest*.

En la columna 3 del Panel C, la variable *commodity returns* no tuvo significancia estadística para predecir retornos quincenales, teniendo un t-estadístico de 1,53. En la columna 4 del Panel C se analizaron ambas variables simultáneamente, y se observa que los t-estadísticos de la variables *commodity market interest* y *commodity returns* no disminuyeron con respecto a los obtenidos individualmente en las columnas 2 y 3 respectivamente. Es resultado se contrasta con lo ocurrido en el Panel B, donde ambas

variables redujeron su t-estadístico cuando se encontraban presentes simultáneamente en el modelo econométrico.

En la columna 5 y 6 del Panel C se encontró que la variable *commodity market imbalance* tampoco tuvo significancia estadística, y la presencia de esta variable no influyó en la significancia de *commodity market interest*.

Se concluye del Panel C, que la variable *commodity market interest* no genera mayor significancia estadística cuando busca predecir retornos quincenales en vez de mensuales como se realizó en el Panel B. Si bien el crecimiento del *open interest* logra predecir los retornos futuros quincenales, la información que este posee sobre los retornos mensuales de contratos futuros es mayor.

6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL MERCADO DE OPCIONES.

En este capítulo se realiza una revisión bibliográfica exploratoria sobre la factibilidad de extender el análisis de Hong y Yogo (2012) usando el *open interest* del mercado de opciones. Para ello se presentan varios artículos que buscan determinar la existencia de información predictiva en el mercado de opciones. Se profundiza en un estudio realizado por Byun y Kim (2013) donde adaptaron el modelo econométrico de Hong y Yogo (2012) utilizando el crecimiento del *open interest* de opciones. En el Anexo 14 y 15 se presenta con mayor detalle todo lo expuesto en este capítulo.

En la literatura financiera se ha intentado determinar el impacto que tiene los volúmenes de transacción de opciones en el equilibrio de los precios de las acciones. A raíz de esto, se ha buscado encontrar cual es el mercado en donde los inversionistas informados prefieren operar, y por lo tanto, cual es el mercado que conlleva los movimientos de los demás. Black (1975) planteó que los inversionistas informados utilizan el mercado de opciones de manera de alcanzar mayores retornos, debido a que este permite un mayor apalancamiento. Lee y Yi (2001) encontraron que las opciones con mayor apalancamiento financiero atraen a inversionistas más informados. Easley, David, O'Hara, y Srinivas (1998) identificaron condiciones en las cuales los inversionistas informados deciden utilizar el mercado de opciones por sobre el mercado de acciones y empíricamente encontraron que grandes volúmenes de transacción de opciones logran preceder movimientos en los precios de las acciones. Han (2008) encontró que el *investor sentiment* si influye en los precios de las opciones. Cremers y Weinbaum (2010) encontraron que desviaciones en la relación *put-call parity* contienen información predictiva sobre el retorno futuro del mercado de acciones. Hu (2014) encontró que el desbalance ocasionado por transacciones de opciones tiene poder predictivo sobre los retornos de acciones y que este aumenta mientras mayor sea el nivel de asimetría de información. Fodor, Krieger, y Doran (2011) hallaron evidencia empírica de que la información se encuentra disponible en el mercado de opciones antes que en el mercado

de acciones. Pan y Poteshman (2006) encontraron evidencia de inversionistas informados utilizando el mercado de opciones, y que el volumen de transacción de este mercado tiene información predictiva sobre los retornos de las acciones.

A pesar de la evidencia encontrada sobre inversionistas informados utilizando el mercado de opciones, y de la influencia que estos tienen en los precios de las acciones, existen autores que señalan que la información predictiva generada por inversionistas informados solo existe en el mercado de acciones y no en el mercado de opciones. Muravyev, Pearson, y Broussard (2013) no encontraron información en el mercado de opciones que no se perciba en el mercado de acciones, concluyendo que la predicción de precios solo ocurre en el mercado de acciones. Chan, Chung, y Johnson (1993) encontraron que los movimientos de los precios del mercado de acciones lideran a los movimientos de los precios del mercado de opciones.

La literatura financiera aun no ha logrado determinar cual es la dependencia entre los movimientos del mercado de opciones y los del mercado de acciones, pero si la existencia de alguna relación entre ambos, por lo que es natural pensar que tanto los productores y consumidores como los inversionistas informados podrían estar utilizando opciones además de contratos futuros. Si este fuera el caso, el crecimiento del *open interest* de opciones podría contener información predictiva de los retornos futuros. Frechette (2001) concluyó que los futuros y opciones son altamente sustituibles para quienes realizan cobertura de demanda, y que aquellos con alto o moderado nivel de aversión al riesgo están muy cerca de ser indiferentes entre el óptimo de una estrategia de contratos de futuros y el óptimo de una estrategia de contratos de opciones.

En consecuencia de los resultados positivos encontrados por Hong y Yogo (2012), Byun y Kim (2013) adaptaron este modelo al mercado de opciones. Los autores utilizaron opciones sobre acciones que pertenecen al S&P 500, y extendieron el modelo considerando que los productores y consumidores que prevén un estado alto en la

economía, toman posiciones largas en ITMP y OTMC respectivamente. Y que los productores y consumidores que anticipan un estado bajo en la economía, toman posiciones largas en OTMP y ITMC respectivamente. Byun y Kim (2013) encontraron que las opciones OTMC y ITMP tuvieron un poder predictivo positivo y estadísticamente significativo sobre los retornos futuros, y que las opciones OTMP y ITMC tuvieron un poder predictivo negativo pero estadísticamente insignificante sobre los retornos futuros.

Dado que Hong y Yogo (2012) hallaron que el crecimiento del *open interest* del mercado de commodities fue el que el mayor significancia tuvo, que Byun y Kim (2013) encontraron que el crecimiento *open interest* de opciones sobre acciones también tienen poder predictivo sobre los retornos futuros, y que en la presente investigación se encontró que para el periodo actual 2005-2015 el crecimiento del *open interest* del mercado de commodities sigue teniendo poder predictivo, se dejará como futura investigación estudiar si el crecimiento del *open interest* de opciones de un portafolio de commodities también puede predecir los retornos futuros de este.

7. CONCLUSIONES

En la presente tesis se replicó para el periodo 2005-2015, el estudio realizado por Hong y Yogo (2012) para el periodo 1965-2008. Como resultado principal de la investigación se encontró que el crecimiento del *open interest* de un portafolio de futuros de commodities entre los años 2005-2015, no tiene poder predictivo sobre los retornos mensuales del portafolio. Hong y Yogo (2012) encontraron para el periodo 1965-2008, esta variable tenía significancia estadística para predecir los retornos de contratos futuros con un t-estadístico de 2,50. Se realizó un primer análisis alternativo modificando la manera con la que los autores construyeron la variable *commodity market interest*. El supuesto que se cuestionó fue que Hong y Yogo (2012) suavizaron el crecimiento del *open interest* con un promedio geométrico de los últimos 12 meses, por lo que en el análisis alternativo se disminuyó a 6 meses la cantidad de periodos utilizados. Bajo este nuevo escenario, el crecimiento del *open interest* tiene poder predictivo sobre los retornos del portafolio de commodities con un t-estadístico de 2,44. Se encontró además, al igual que los autores mencionados, que el crecimiento del *open interest* tiene mayor significancia estadística para predecir retornos que los propios retornos pasados.

Hong y Yogo (2012) plantearon que el crecimiento del *open interest* predice retornos de futuros, debido a que los precios de los bienes sub reaccionan a las noticias sobre el futuro de la actividad económica. Esta información existe en el mercado de commodities gracias a los productores y consumidores que realizan cobertura de demanda a través de contratos futuros, plasmando en ellos sus expectativas sobre el futuro estado de la economía. En el periodo estudiado 2005-2015, el mercado de futuros de commodities sostuvo variaciones en su comportamiento, afectado principalmente por el proceso de financiarización de materias primas y por la introducción de plataformas electrónicas en las transacciones de estos.

Para replicar Hong y Yogo (2012) se utilizaron contratos futuros sobre los mismos commodities incluidos en su portafolio. *Aluminum, Butter, Propane, Pork Bellies y Broilers* fueron descontinuados en las bolsas de valores de derivados de Estados Unidos durante el periodo estudiado. Se utilizó un portafolio de 29 commodities que fueron agrupados en cuatro sectores. Energía tuvo la mayor participación del total de *open interest*, alcanzando un 50,33%. A través del periodo estudiado, este sector disminuyó su participación frente a aumentos de los porcentajes de los sectores Metal y Agricultura.

Para el periodo 2005-2015, el retorno del portafolio tuvo un promedio de 0,48%, siendo menor al 1,08% obtenido por Hong y Yogo (2012) en el periodo 1965-2008. La correlación entre el crecimiento del *open interest* y el retorno del portafolio aumentó con respecto a lo encontrado por los autores, alcanzado un valor de 0,95. Los resultados reflejan un cambio en el comportamiento del crecimiento del *open interest* para el periodo estudiado, aumentando la volatilidad de esta variable a un valor de 2,82. El índice *Chicago Fed National Activity Index* redujo su promedio con respecto al periodo 1965-2008, de 0,01% a -0,34%, mostrando los efectos de la gran recesión del año 2008 en la economía.

Por otro lado, se encontró una correlación positiva entre commodity market interest y *Chicago Fed National Activity Index* para el periodo 2005-2015 de 0,37. Sorpresivamente, esta solo tiene validez para el periodo 2005-2010, debido a que entre los años 2005-2010 la correlación fue de 0,76, y en cambio para los años 2010-2015 esta alcanzó un valor de 0,04. Bajo esta consideración, los periodos de crecimiento en la cantidad de contratos futuros coincide con periodos de alta actividad económica solo en la primera mitad de la muestra estudiada, dejando en duda el comportamiento pro-cíclico de esta variable después de la gran recesión.

Dentro de los resultados de los modelos econométricos para las variables predictoras, se encontró que *short rate, yield spread y commodity basis* no lograron tener significancia

estadística para predecir los retornos del portafolio durante el periodo estudiado. De la misma manera la variable *commodity market imbalance* tampoco logró poder predictivo sobre los retornos. La variable que sí tuvo significancia estadística, fue el índice *Chicago Fed National Activity Index*, el cual consiguió un nivel de significancia del 5%.

Las variable *commodity market interest*, no tuvo poder predictivo sobre los retornos de futuros, como si lo había encontrado Hong y Yogo (2012). Se postuló que para el periodo 2005-2015 suavizar esta variable con un promedio geométrico de sus valores en los últimos 12 meses podría estar generando que toda la información predictiva ya esté difundida totalmente en los precios de los bienes. Como análisis alternativo, se disminuyó la cantidad de periodos con que se suaviza esta variable, considerado solo seis meses en vez de los doce ocupados por los autores. Esta modificación permitió encontrar resultados similares a los obtenidos por Hong y Yogo (2012), donde la variable *commodity market interest* alcanzó una significancia del 5% con un t-estadístico de 2,44. La variable *commodity returns* también fue estructurada de la misma manera, y tuvo significancia con un t-estadístico de 1,93.

Como segundo análisis alternativo, se disminuyó el tiempo de predicción de los modelos econométricos, de 1 mes a 15 días, manteniendo la estructura modificada de *commodity market interest* suavizada con un promedio geométrico de los últimos 6 meses. Atendiendo a los resultados encontrados, el t-estadístico *de commodity market interest* fue de 2,07, de lo que se concluye que el poder predictivo del crecimiento del *open interest* disminuye frente a retornos quincenales en vez de retornos mensuales.

Dada la evidencia que existe en la literatura sobre información predictiva en el mercado de opciones, y la posibilidad que los productores y consumidores, además de contratos de futuros, utilicen contratos de opciones para realizar cobertura de demandas, el crecimiento del *open interest* de opciones podría contener información predictiva sobre los retornos de contratos futuros. En el capítulo 6 se señalan las condiciones que

plantearon Byun y Kim (2013) para adaptar el modelo Hong y Yogo (2012) al mercado de opciones. Byun y Kim (2013) encontraron evidencia empírica del poder predictivo del crecimiento *open interest* de opciones sobre los retornos de acciones. Si además consideramos que los resultados de Hong y Yogo (2012) concluyen que el mercado de commodities es el que mayor evidencia proporcionó, y que la presente investigación confirma el poder predictivo de esta variable para el periodo 2005-2015, se dejará para un estudio posterior analizar el poder predictivo que tiene el crecimiento del *open interest* de opciones sobre los retornos futuros de commodities.

BIBLIOGRAFÍA

Acharya, V., L. Lochstoer, and T. Ramadorai, 2013, “Limits to arbitrage and hedging: evidence from commodity markets,” *Journal of Financial Economics*, 109(2), 441-465.

Basak, S., & Pavlova, A. (2015). A model of financialization of commodities. *Journal of Finance*, forthcoming.

Black, F. (1975). Fact and fantasy in the use of options. *Financial Analysts Journal*, 31(4), 36-41.

Byun, Suk Joon and Jun Sik Kim (2013). Improving the predictability of stock market returns with the growth of options open interest, working paper

Buyuksahin, B., M. S. Haigh, J.H. Harris, J.A. Overdahl, and M.A. Robe, 2008, “Fundamentals, Trader Activity and Derivative Pricing,” working paper. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=966692>.

Cremers, Martijn and David Weinbaum, 2010. Deviations from Put-Call Parity and Stock Return Predictability. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 45, 335-367.

Chakravarty, S., Gulen, H., & Mayhew, S. (2004). Informed trading in stock and option markets. *The Journal of Finance*, 59(3), 1235-1257.

Cheng, Ing-haw, and Wei Xiong, 2014, The financialization of commodity markets, *Annual Review of Financial Economics* 6, 419–441.

De Long, J. B., Shleifer, A., Summers, L. H., & Waldmann, R. J. (1990). Noise trader risk in financial markets. *Journal of political Economy*, 703-738.

Domanski, Dietrich, and Alexandra Heath. 2007. Financial Investors and Commodity Markets. Bank for International Settlements Quarterly Review (March), p: 53 –67.

Easley, D., O'hara, M., & Srinivas, P. S. (1998). Option volume and stock prices: Evidence on where informed traders trade. *The Journal of Finance*, 53(2), 431-465.

Fama, E. F., & French, K. R. (1987). Commodity futures prices: Some evidence on forecast power, premiums, and the theory of storage. *Journal of Business*, 55-73.

Frechette, D. L. (2001). The demand for hedging with futures and options. *Journal of Futures Markets*, 21(8), 693-712.

Fodor, A., Krieger, K., & Doran, J. S. (2011). Do option open-interest changes foreshadow future equity returns?. *Financial Markets and Portfolio Management*, 25(3), 265-280.

Gorton, G. B., Hayashi, F., & Rouwenhorst, K. G. (2013). The fundamentals of commodity futures returns. *Review of Finance*, 17(1), 35-105.

Grossman, S. J., 1977. The existence of futures markets, noisy rational expectations and informational externalities. *Review of Economic Studies* 44 (3), 431–449.

Han, B., 2008. Investor sentiment and option prices. *Review of Financial Studies* 21, 387–414.

Hegde, S. A. (2004, August). An Economic History of the Failure of Broiler Futures. In *2004 Annual meeting, August 1-4, Denver, CO* (No. 20397). American Agricultural Economics Association (New Name 2008: Agricultural and Applied Economics Association).

Henderson, B.J., N.D. Pearson, and L. Wang, 2015, “New evidence on the financialization of commodity markets,” *Review of Financial Studies*, 28, 1285-1311.

Hong, H., & Stein, J. C. (1999). A unified theory of underreaction, momentum trading, and overreaction in asset markets. *The Journal of Finance*, 54(6), 2143-2184.

Hong, H., & Stein, J. C. (2007). Disagreement and the stock market. *The Journal of Economic Perspectives*, 21(2), 109-128.

Hong, H., & Yogo, M. (2010). Commodity market capital flow and asset return predictability. *Work. Pap., Princet. Univ./Fed. Reserve Bank, Minneap.*

Hong, H., & Yogo, M. (2012). What does futures market interest tell us about the macroeconomy and asset prices?. *Journal of Financial Economics*, 105(3), 473-490.

Hu, J. (2014). Does option trading convey stock price information?. *Journal of Financial Economics*, 111(3), 625-645.

Keynes, G. (1923). Chronic mastitis. *British Journal of Surgery*, 11(41), 89-121.

Longstaff, F. A. (2010). The subprime credit crisis and contagion in financial markets. *Journal of financial economics*, 97(3), 436-450.

Muravyev, Dmitriy, Neil D. Pearson, and John Paul Broussard, 2013, Is there price discovery in equity options? *Journal of Financial Economics* 107, 259–283.

Radetzki, M. (2006). The anatomy of three commodity booms. *Resources Policy*, 31(1), 56-64.

Sanders, D. R., & Irwin, S. H. (2010). A speculative bubble in commodity futures prices? Cross- sectional evidence. *Agricultural Economics*, 41(1), 25-32.

Samuelson, P. A., 1965. Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly. *Industrial Management Review* 6 (2), 41–49.

Shah, S. and W. B. Brorsen. 2011. "Electronic vs. Open Outcry: Side-by-Side Trading of KCBT Wheat Futures." *Journal of Agricultural and Resource Economics* 36(1):48-62.

Shleifer, A. (1986). Do demand curves for stocks slope down?. *The Journal of Finance*, 41(3), 579-590.

Stoll, H. R., & Whaley, R. E. (2010). Commodity index investing and commodity futures prices. *Journal of Applied Finance (Formerly Financial Practice and Education)*, 20(1).

Tang, K., & Xiong, W. (2012). Index investment and the financialization of commodities. *Financial Analysts Journal*, 68(5), 54-74.

Pan, J., & Poteshman, A. M. (2006). The information in option volume for future stock prices. *Review of Financial studies*, 19(3), 871-908.

ANEXOS

ANEXO 1. REVISIÓN DEL MODELO HONG Y YOGO (2012)

A continuación se presenta el modelo teórico desarrollado por Hong y Yogo (2012) en el cual explican por qué la variable crecimiento del *open interest* predice los retornos de los contratos futuros de mejor manera que los precios pasados.

Se desarrolla una simplificación del mercado de futuros de commodities y para ello se realizan dos supuestos. En primer lugar, se asume que la información se difunde gradualmente a través del mercado financiero generando una sub-reacción de los precios a las noticias. Este supuesto se ha utilizado de manera exitosa en distintos contextos económicos, macroeconómicos y financieros. Hong y Stein (2007) presentan un análisis de las evidencias que existen de esta teoría en la literatura. El segundo supuesto es que los shocks de ofertas mueven los precios de los bienes, ya que existen fricciones en el mercado financiero que limitan el arbitraje. De Long, Shleifer, Summers, y Waldmann (1990) plantearon que además del riesgo fundamental que genera límites al arbitraje, existen riesgos provocados por los *noisy traders*. Estos riesgos conllevan a que los arbitradores no apuesten agresivamente en su contra y por lo tanto existan diferencias entre el precio de mercado y el precio fundamental. Existe evidencia empírica de que la demanda tiene pendiente negativa para mercados muy líquidos como el de bonos y acciones. Shleifer (1986) estudió eventos de alzas inesperadas en la demanda de acciones, específicamente cuando estas son incluidas en el S&P 500, y encontró evidencia de cambios en sus precios.

El modelo utiliza un ambiente económico de tres periodos: $t = 0, 1, 2$. La tasa libre de riesgo R_f es constante y normalizada a cero. En el periodo 2 existe un mercado spot, donde S_2 representa el precio que se asume exógeno y estocástico. En los periodos 0 y 1 hay un mercado de contratos de futuros con fecha de vencimiento en $t = 2$. Los precios de estos contratos futuros se identifican respectivamente como F_0 y F_1 . En el periodo 1, la economía puede estar en un estado alto o bajo. Si en $t = 1$ la economía está en un

estado alto, el precio spot en $t = 2$ distribuye $S_2 \sim N(S^H, \sigma^2)$. En cambio si en $t = 1$ la economía está en el estado bajo, el precio spot en $t = 2$ distribuye como $S_2 \sim N(S^L, \sigma^2)$. Cuando la economía está en un periodo alto existe relativamente mayor demanda del commodity que en el estado bajo. Por lo que se asume que $S^H > S^L$.

En el periodo 0, la probabilidad que la economía pase a un estado alto es $\pi = 0,5$. La esperanza del precio spot en el periodo 0 es,

$$E_0[S_2] = \pi E_1[S_2] + (1 - \pi)E_1[S_2] \quad (14)$$

$$E_0[S_2] = \pi S^H + (1 - \pi)S^L = \bar{S} \quad (15)$$

La varianza en el periodo 0 se calcula como,

$$Var_0[S_2] = Var_1[S_2] + Var_0[E_1[S_2]] \quad (16)$$

$$Var_1[S_2] = \sigma^2 \quad (17)$$

$$Var_0[E_1[S_2]] = \pi(S^H - \bar{S})^2 + (1 - \pi)(S^L - \bar{S})^2 \quad (18)$$

$$Var_0[E_1[S_2]] = \pi S^{H^2} + (1 - \pi)S^{L^2} - 2\bar{S}(S^H + (1 - \pi)S^L) + \bar{S}^2 \quad (19)$$

$$Var_0[E_1[S_2]] = \pi S^H + (1 - \pi)S^L + \bar{S}^2 \quad (20)$$

$$Var_0[S_2] = \sigma^2 + \pi S^H + (1 - \pi)S^L + \bar{S}^2 \quad (21)$$

En $t = 1$ existen productores que se comprometen a producir el commodity y entregarlo en $t = 2$. También existen productores que se comprometen a comprar el commodity

$t = 1$ y recibirlo $t = 2$, ya que lo utilizan como un *input* en su producción. A pesar de que los productores conocen el estado de la economía, estos enfrentan una incertidumbre de σ^2 por el precio spot S_2 .

Se define Y^H y Y^L como las cantidades de commodity que los productores se comprometen a vender o comprar en el estado alto y bajo de la economía respectivamente. Si $Y > 0$, el commodity se utiliza como *output*, y si $Y < 0$ el commodity se utiliza como *input*. Atendiendo a la consideración de que existe mayor demanda del commodity en el estado alto de la economía, se realiza un supuesto derivado que los productores tendrán también una mayor demanda de este en el estado alto que en el estado bajo, por lo que $|Y^H| > |Y^L|$. Se normaliza $Y^L = 0$ para simplificar la notación.

Los productores son infinitamente adversos al riesgo y desean cubrirse de toda la incertidumbre del precio spot. Para esto, necesitan enterar al mercado de futuros en $t = 1$. Sea F_t el precio futuro en el periodo t de un contrato que madura en $t = 2$. Los productores buscan optimizar su posición D_1^P minimizando la varianza de su utilidad total.

$$\min_{D_1^P} \text{Var}_1 (S_2 Y + (S_2 - F_1) D_1^P) \quad (22)$$

$$\min_{D_1^P} \text{Var}_1 (S_2 Y + S_2 D_1^P - F_1 D_1^P) \quad (23)$$

$$\min_{D_1^P} \text{Var}_1 (S_2 (Y + D_1^P)) \quad (24)$$

$$\min_{D_1^P} (Y + D_1^P)^2 \text{Var}_1 (S_2) \quad (25)$$

$$\min_{D_1^P} (Y + D_1^P)^2 \sigma^2 \quad (26)$$

$$D_1^P = -Y \quad (27)$$

Si los productores toman una posición en el mercado de futuros en el periodo 1 de $D_1^P = -Y$ realizan una cobertura total del riesgo al que están expuestos. Los productores toman posiciones cortas en contratos de futuros si el commodity es un output, y largas en contratos de futuros si el commodity es un input. Cabe destacar que los productores están activos en el mercado de futuros solo en el estado alto, ya que en el estado bajo $D_1^P = -Y^L = 0$.

Además de los productores, existen otros dos grupos de inversionistas que participan del mercado de futuros. El primer grupo consiste en inversionistas informados que tienen participación $\lambda \in (0,1)$ en el total de inversionistas. Estos utilizan la función objetivo *mean-variance* con parámetro de aversión al riesgo γ . Los inversionistas informados saben en qué estado de la economía están y por tanto conocen la distribución de S_2 . Se define D_1^I como la posición óptima de los inversionistas informados para el periodo 1 y D_0^I como la posición óptima de los inversionistas informados para el periodo 0.

El segundo grupo consiste en inversionistas desinformados que tienen participación $1 - \lambda$ en la cantidad total de inversionistas. Utilizan también una función objetivo obtenida del modelo *mean-variance* con parámetro de aversión al riesgo γ . El supuesto clave es que los inversionistas desinformados sub-reaccionan a las noticias sobre el estado de la economía, y por consiguiente no conocen en qué estado están durante el periodo 1. La distribución que manejan de S_2 en el periodo 1 es la misma que conocían en el periodo 0. Los inversionistas desinformados utilizan la posición de futuros óptima D_1^U para el periodo 1, y D_0^U para el periodo 0.

De manera general ambos grupos de inversionistas obtienen su posición óptima D maximizando la expresión,

$$\max_D E_t[F_{t+1} - F_t]D - \frac{1}{2}A \text{Var}_t[F_{t+1} - F_t]D^2 \quad (28)$$

$$E_t[F_{t+1} - F_t] - A \text{Var}_t[F_{t+1} - F_t]D = 0 \quad (29)$$

$$D = \frac{E_t[F_{t+1} - F_t]}{\text{Var}_t[F_{t+1} - F_t]A} \quad (30)$$

Por lo tanto, específicamente para los inversionistas informados, la posición D_1^I se calcula como

$$D_1^I = \frac{E_t[F_{t+1} - F_t]}{\gamma \text{Var}_t(F_{t+1} - F_t)} \quad (31)$$

La posiciones de los inversionistas desinformados se maximiza de la misma manera, obteniéndose D_1^U como,

$$D_1^U = \frac{\bar{S} - F_t}{\gamma \text{Var}_0(S_2)} \quad (32)$$

Una vez obtenidas las funciones de demanda para cada grupo, se plantea la condición de equilibrio del mercado de futuros para el estado alto del periodo 1.

$$\lambda D_1^I + (1 - \lambda)D_1^U + D_1^P = 0 \quad (33)$$

Las funciones de demanda respectivas son,

$$D_1^I = \frac{S^H - F_1^H}{\gamma\sigma^2} \quad (34)$$

$$D_1^U = \frac{\bar{S} - F_1^H}{\gamma Var_0(S_2)} \quad (35)$$

$$D_1^P = -Y^H \quad (36)$$

Sustituyendo estas en la condición de equilibrio se obtiene,

$$\lambda \frac{S^H - F_1^H}{\gamma\sigma^2} + (1 - \lambda) \frac{\bar{S} - F_1^H}{\gamma Var_0(S_2)} - Y^H = 0 \quad (37)$$

El valor que se quiere encontrar es el precio futuro en el estado alto del periodo 1.

Despejando la variable F_1^H se alcanza,

$$F_1^H = \omega_1 S^H + (1 - \omega_1) \bar{S} - \frac{\omega_1 \gamma \sigma^2 Y^H}{\lambda} \quad (38)$$

Donde

$$\omega_1 = \frac{\lambda Var_0(S_2)}{\lambda Var_0(S_2) + (1 - \lambda) \sigma^2} \quad (39)$$

La condición de equilibrio de mercado de futuros para el estado bajo del periodo 1 es

$$\lambda D_1^I + (1 - \lambda)D_1^U + D_1^P = 0 \quad (40)$$

Donde las funciones de demanda para este periodo corresponden a

$$D_1^I = \frac{S^L - F_1^L}{\gamma \sigma^2} \quad (41)$$

$$D_1^U = \frac{\bar{S} - F_1^L}{\gamma \text{Var}_0(S_2)} \quad (42)$$

$$D_1^P = -Y^L = 0 \quad (43)$$

Reemplazando estas funciones en la condición de equilibrio obtenemos,

$$\lambda \frac{S^L - F_1^L}{\gamma \sigma^2} + (1 - \lambda) \frac{\bar{S} - F_1^L}{\gamma \text{Var}_0(S_2)} = 0 \quad (44)$$

$$F_1^L = \omega_1 S^L + (1 - \omega_1) \bar{S} \quad (45)$$

Luego de calcular las variables F_1^H y F_1^L , falta por encontrar F_0 , el precio de los contratos futuros en el periodo 0. Para ello se realiza la condición de equilibrio en el periodo 0,

$$\lambda D_0^I + (1 - \lambda)D_0^U = 0 \quad (46)$$

$$D_0^I = \frac{E_0[F_1] - F_0}{\gamma \text{Var}_0(F_1)} \quad (47)$$

Donde $E_0[F_1]$ se calcula como,

$$E_0[F_1] = \pi F_1^H + (1 - \pi)F_1^L \quad (48)$$

Reemplazando los valores obtenidos anteriormente para F_1^H y F_1^L se tiene que,

$$E_0[F_1] = \bar{S} - \frac{\pi\omega_1\gamma\sigma^2Y^H}{\lambda} \quad (49)$$

$$D_0^I = \frac{\bar{S} - \frac{\pi\omega_1\gamma\sigma^2Y^H}{\lambda} - F_0}{\gamma\text{Var}_0(F_1)} \quad (50)$$

$$D_0^U = \frac{\bar{S} - F_0}{\gamma\text{Var}_0(S_2)} \quad (51)$$

$$\lambda \frac{\bar{S} - \frac{\pi\omega_1\gamma\sigma^2Y^H}{\lambda} - F_0}{\gamma\text{Var}_0(F_1)} + (1 - \lambda) \frac{\bar{S} - F_0}{\gamma\text{Var}_0(S_2)} = 0 \quad (52)$$

Despejando la ecuación anterior se obtiene la variable F_0 ,

$$F_0 = \omega_0 \left(\bar{S} - \frac{\pi\omega_1\gamma\sigma^2Y^H}{\lambda} \right) + (1 - \omega_0)\bar{S} \quad (53)$$

Donde

$$\omega_0 = \frac{\lambda\text{Var}_0(S_2)}{\lambda\text{Var}_0(S_2) + (1 - \lambda)\text{Var}_0(F_1)} \quad (54)$$

De ello se desprende que el precio futuro en el estado alto puede ser menor que en el estado bajo si la cobertura de demanda por parte de los productores es lo suficientemente alta. Formalmente, $F_1^H < F_1^L$ si

$$Y^H > \frac{S^L - F_1^L}{\gamma\sigma^2} \quad (55)$$

En el estado alto, las noticias buenas sobre el próximo estado de la economía elevan los precios de los contratos futuros en ausencia de cobertura de demanda por parte de los productores. En cambio, en presencia de esta los productores ponen presión a la baja de los precios futuros. Al tener capacidad limitada de asumir riesgo, la cobertura de demanda por parte de los productores puede más que compensar el impacto de las buenas noticias, generando que los precios futuros disminuyan.

El *open interest* para el periodo $t = 0$ es igual a las posiciones tomadas por los inversionistas informados o a las posiciones tomadas por los inversionistas desinformados. Ambas cantidades son iguales debido a la condición de equilibrio del mercado, específicamente

$$O_0 = \lambda|D_0^I| = (1 - \lambda)|D_0^U| = \pi\omega_0(1 - \omega_1)|Y^H| \quad (56)$$

La conclusión derivada de este modelo es que el *open interest* en el estado alto es siempre mayor que en el estado bajo, debido a la cobertura de demanda por parte de los productores. El *open interest* en el estado alto del periodo 1 se calcula como la cantidad de posiciones largas. Cuando $Y^H > 0$, los inversionistas informados son los únicos que están largos en el mercado de futuros, mientras que cuando $Y^H < 0$, tanto los inversionistas informados como los productores están largos en contratos futuros. Por lo tanto el *open interest* para el estado alto del periodo 1 es

$$O_1^H = \begin{cases} \lambda D_1^I = \frac{\lambda(1 - \omega_1)(S^H - \bar{S})}{\gamma\sigma^2} + \omega_1 Y^H & \text{Si } Y^H > 0 \\ \lambda D_1^I + \lambda D_1^P = \frac{\lambda(1 - \omega_1)(S^H - \bar{S})}{\gamma\sigma^2} - (1 - \omega_1)Y^H & \text{Si } Y^H < 0 \end{cases} \quad (57)$$

Para el estado bajo del periodo 1, los únicos que toman posiciones largas son los inversionistas desinformados.

$$O_1^L = (1 - \lambda)D_1^U = \frac{\lambda(1 - \omega_1)(\bar{S} - S^L)}{\gamma\sigma^2} \quad (58)$$

Como resultado, $O_1^H > O_1^L$ debido a que $(S^H - \bar{S}) = (\bar{S} - S^L)$ al ser $\pi = 0,5$. Esta aseveración es verdad independiente de la dirección de cobertura de demanda, es decir, si $Y^H > 0$ o si $Y^H < 0$.

El retorno de futuros entre los periodos 0 y 1 se definen como $R_1 = F_1 - F_0$. Similarmente, el retorno de futuros entre los periodos 1 y 2 se definen como $R_2 = S_2 - F_1$. El retorno esperado de los contratos futuros entre los periodos 1 y 2 es

$$E_1[R_2] = \begin{cases} (1 - \omega_1)(S^H - \bar{S}) + \frac{\omega_1\gamma\sigma^2 Y^H}{\lambda} & \text{Estado alto} \\ (1 - \omega_1)(S^H - \bar{S}) & \text{Estado bajo} \end{cases} \quad (59)$$

Se asume que los parámetros del modelo satisfacen la restricción

$$Y^H > \frac{-\lambda(1 - \omega_1)(S^H - S^L)}{\omega_1\gamma\sigma^2} \quad (60)$$

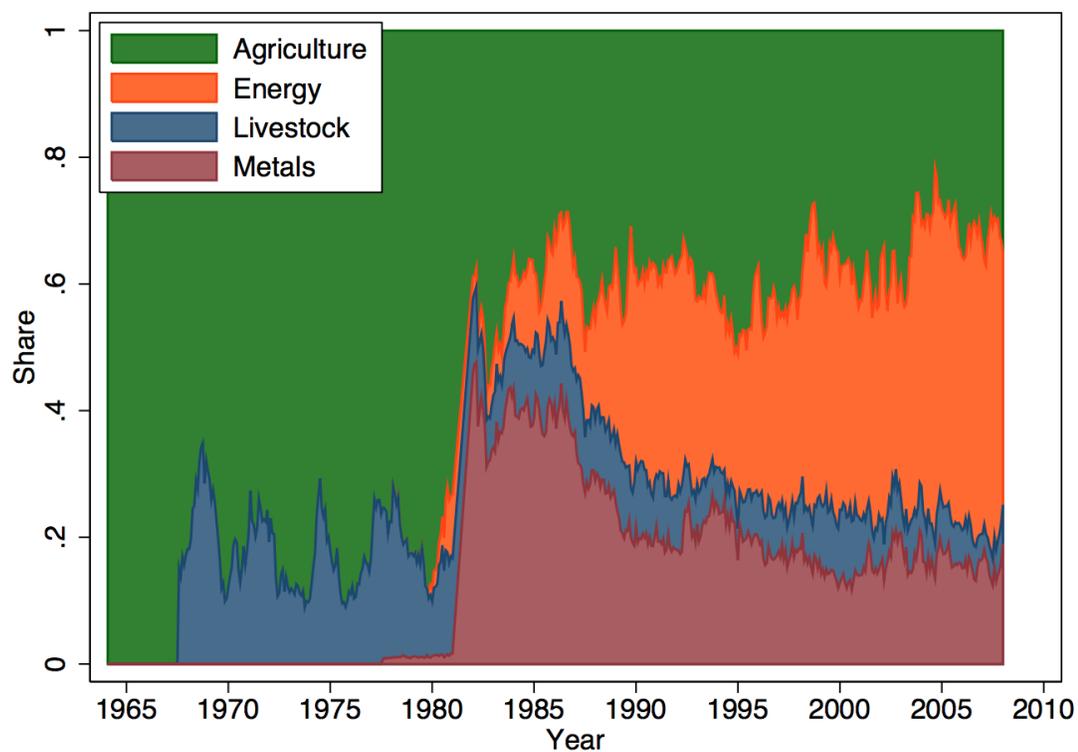
que garantiza que los retornos esperados en el estado alto son mayores que los esperados en el estado bajo. Esta restricción abarca el caso extremo en el cual una gran cobertura de demanda en posiciones largas genera que los precios futuros sub-reaccionen completamente a las noticias sobre el periodo 1.

Atendiendo a estas consideraciones, si $Y^H < (S^H - S^L)/\gamma\sigma^2$ un alto retorno R_1 significa un alto retorno esperado $E_1[R_2]$. En caso contrario, un alto retorno R_1 es señal de un

bajo retorno esperado. En cambio, una alta tasa de crecimiento del *open interest* O_1/O_0 siempre es señal de un alto retorno esperado $E_1[R_2]$, independiente de la dirección de cobertura de demanda, es decir, de si $Y^H > 0$ o $Y^H < 0$.

La proposición indica que en presencia de una baja cobertura de demanda, un alto retorno en el periodo 1 es siempre señal de un alto retorno esperado para el periodo 2. En cambio, a medida que aumenta la cobertura de demanda de los productores, no necesariamente un alto retorno en el periodo 1 implica un alto retorno esperado para el siguiente periodo. Por otra parte, un alto crecimiento del *open interest* es siempre señal un alza en la actividad económica y por lo tanto de un alto retorno esperado. Se concluye del modelo que el crecimiento del *open interest* es mejor predictor que los retornos pasados y que su poder predictivo se genera a partir de la sub-reacción de los inversionistas desinformados frente a las noticias sobre el futuro de la economía.

ANEXO 2: PARTICIPACIÓN DE LOS SECTORES DURANTE EL PERIODO 1965-2008.



Fuente: Hong y Yogo (2012).

ANEXO 3: EVOLUCIÓN DE LOS CONTRATOS FUTUROS DE COMMODITIES.

De los 30 commodities que estudiaron Hong y Yogo (2012), *Broilers* fue el único no comprendido en la presente tesis ya que no existen contratos abiertos durante el periodo analizado (Hegde, 2004). Si bien se consideraron las materias primas *Aluminuim*, *Butter*, *Propane* y *Pork Bellies*, estas fueron descontinuadas de las bolsas de valores de Estados Unidos durante el periodo estudiado.

Los primeros contratos de *Aluminuim* comenzaron a comercializarse en la bolsa de metales de Londres (LME). Estos eran transados en libras, por lo que CME decidió en 1983 crear un contrato de aluminio en dólares en Estados Unidos. En 1987 la LME lanzó un contrato en dólares, quitando la ventaja competitiva de COMEX. En 1999, COMEX volvió a abrir un contrato de aluminio con el objetivo de ofrecer a los fabricantes estadounidenses un precio de referencia para cobertura local. Pese a los estímulos, este contrato no logró competir con el fuerte dominio de LME en este mercado. El año 2009 la CME retiró de la lista el último contrato futuro de aluminio. El año 2014 debido a altas demoras en las entregas y la falta de transparencia en la fijación de los precios, CME volvió a incluir contratos de aluminio. Estos continúan vigentes, pero no han logrado competir contra los ofrecidos en la bolsa de metales de Londres.

Durante el año 2005, CME comenzó a comercializar un nuevo contrato de futuros de *Butter*, el cual se liquida en efectivo contra el anuncio del precio mensual de *National Agricultural Statistics Service Grade AA Butter*. La cantidad de commodity asignada en este nuevo contrato son 20.000 libras y tiene la ventaja que el tiempo y lugar de entrega no tienen relevancia al momento de su vencimiento. Como consecuencia, hubo una drástica caída en la demanda del contrato físico de futuros de mantequilla, llevando a que este sea retirado de lista en Septiembre del año 2010.

Después de una larga tendencia de bajos volúmenes de transacción, en Julio del 2011 los contratos de *Pork Bellies* fueron sacados de lista en la bolsa de valores CME debido a que estos no estaban siendo considerados como mecanismo de cobertura por los usuarios finales. La industria del tocino ha sufrido cambios en el último tiempo, los consumidores han aumentado la demanda a lo largo de todo el año y han privilegiado que esté fundamentalmente fresco. Estos factores generaron una disminución en la necesidad de almacenar el tocino congelado, provocando una reducción en sus inventarios.

Los contratos de futuro de *Propane* se transan en la bolsa New York Mercantile Exchange desde Agosto de 1987. Debido al poco éxito que estaba teniendo, en Septiembre del año 2009, NYMEX dejó de ofrecer estos derivados. El propano es producto del gas natural y el petróleo, por lo que productores y consumidores que necesitan cubrirse frente del riesgo de su precio, comenzaron a utilizar contratos de futuros de *Crude Oil* y *Natural Gas* debido a que estos proporcionan mayor liquidez.

ANEXO 4: BOLSAS DE VALORES EN QUE SE TRANSAN LOS COMMODITIES UTILIZADOS.

Los contratos de futuros sobre los commodities que han sido incluidos en la base de datos se transan en cuatro bolsas de valores. *Chicago Board of Trade (CBOT)* es una de las más antiguas que ha permitido la comercialización de contratos de futuros y de opciones. Esta fue creada en 1848 con el objetivo de transar productos agrícolas básicos. En 1969 agregó su primer producto no agrícola, un contrato futuro de plata. Con el tiempo, CBOT ha incorporado contratos de futuros sobre metales, energías y subyacentes financieros.

Chicago Mercantile Exchange (CME) es un mercado de derivados financieros y materias primas. Esta se creó en el año 1898, originalmente con el nombre *Chicago Butter and Egg Board*, para transacción de productos agrícolas. Durante el año 2007, *CME* y *CBOT* se fusionaron bajo el nombre *CME Group* convirtiéndose en el mercado de derivados más grande de Estados Unidos. En el año 2008 *CME Group* compró al *holding* dueño de la bolsa de valores *New York Mercantile Exchange*.

New York Mercantile Exchange (NYMEX) comercializaba diversos metales como oro, plata, paladio, platino y también commodities energéticos. En el año 1994 se fusionó con *Commodity Mercantile Exchange (COMEX)*, mercado que comercializaba similares subyacentes sobre metales. La fusión dio paso a la mayor bolsa de futuros de materias primas física del mundo especializada en energía y metales preciosos. En el año 2008 *CME Group* adquirió *NYMEX Holdings*.

Intercontinental Exchange (ICE) es el mercado de derivados más reciente en comparación con los expuestos. Fue creado en el año 2000 con el objetivo de entregar a los mercados *OTC* de energía mayor grado de transparencia y eficiencia a través de una plataforma electrónica. Fue fundada por los mayores operadores de energía del mundo.

Si bien el primer objetivo era especializarse en el mercado de energías, como gas natural y petróleo, posteriormente también incorporaron productos agrícolas como azúcar, algodón y café.

ANEXO 5: ESPECIFICACIONES DE LOS CONTRATOS DE FUTUROS DE COMMODITIES.

A continuación se detallan las especificaciones de los contratos de futuros que se encuentran en la base de datos utilizada para esta investigación. Se especifican para cada uno de estos, el símbolo asignado, las unidades de su precio y los meses de madurez que fueron establecidos para sus contratos. Cabe considerar que el *open interest* entre contratos transados electrónicamente o a viva voz es el mismo, debido a que este representa la cantidad de contratos abiertos total que existe en la economía.

Sector	Commodity	Exchange	Cantidad contrato
Agriculture	Butter	CME	40.000 libras
	Cocoa	ICE	10 toneladas métricas
	Coffee	ICE	37.500 libras
	Corn	CBOT	5.000 bushels
	Cotton	ICE	50.000 libras
	Lumber	CME	110.000 pies tablar
	Oats	CBOT	5.000 bushels
	Orange Juice	ICE	15.000 libras
	Rough Rice	CBOT	2.000 centenas
	Soybean Meal	CBOT	100 toneladas
	Soybean Oil	CBOT	60.000 libras
	Soybeans	CBOT	5.000 bushels
	Sugar	ICE	112.000 libras
	Wheat	CBOT	5.000 bushels
Energy	Crude Oil	NYMEX	1.000 barriles
	Gasoline	NYMEX	42.000 galones
	Heating Oil	NYMEX	42.000 galones

	Natural Gas	NYMEX	10.000 millones BTU
	Propane	NYMEX	42.000 galones
Livestock	Feeder Cattle	CME	50.000 libras
	Lean Hogs	CME	40.000 libras
	Live Cattle	CME	40.000 libras
	Pork Bellies	CME	40.000 libras
Metal	Aluminum	NYMEX	44.000 libras
	Copper	NYMEX	25.000 libras
	Gold	NYMEX	100 onza troy
	Palladium	NYMEX	100 onza troy
	Platinum	NYMEX	50 onza troy
	Silver	NYMEX	5.000 onza troy

Aluminum pertenece al sector Metal y sus contratos se encuentran en la bolsa NYMEX. Estos utilizan el símbolo AL y cada uno de ellos tiene una cantidad asignada de 44.000 libras. Sus precios se presentan en dólares por libra. Los contratos futuros de aluminio tienen fecha de maduración en todos los meses del año.

Butter es parte del sector Agricultura. Sus contratos de futuro se transan en la bolsa CME bajo la sigla DB. En cada uno de ellos se comercializan 40.000 libras y sus precios se entregan en unidades de centavos por libra. Los contratos de futuros de mantequilla tienen fecha de vencimiento en Febrero, Marzo, Mayo, Julio, Septiembre, Octubre.

Cocoa integra el sector Agricultura y es identificado con el símbolo CC. Se transa en Intercontinental Exchange y la cantidad establecida en cada contrato es de 10 toneladas métricas. Sus contratos se encuentran en unidades de centavos por toneladas métricas y tienen fecha de vencimiento en Marzo, Mayo, Julio, Septiembre o en Diciembre.

Coffee se incorpora en el sector Agricultura y utiliza el símbolo KC en la bolsa ICE. Su tamaño de contrato es 37.500 libras y se cotiza en unidades de centavos por libras. Sus contratos tienen fecha de maduración en Marzo, Mayo, Julio, Septiembre, Diciembre.

Copper pertenece al sector Metal y se comercializa bajo la sigla HG en *New York Mercantile Exchange*. La cantidad transada en cada contrato de cobre son 25.000 libras y su precio está en dólares por libras. Existen contratos futuros de cobre con fecha de maduración para todos los meses del año.

Corn integra en el sector Agricultura y emplea el símbolo C para los contratos *open outcry* en *CBOT* y ZC para los electrónicos en *eCBOT*. Se transan 5.000 bushels en cada contrato y estos son cotizados en centavos por bushel. Los futuros de maíz tiene fecha de maduración en los meses Marzo, Mayo, Julio, Septiembre y Diciembre.

Cotton integra el sector Agricultura y utiliza el símbolo CT en la bolsa de valores ICE. Se transan 50.000 libras en cada contrato de futuro de algodón y su valor se cotiza en centavos por libras. Las fechas de maduración abarcan los meses de Marzo, Mayo, Julio, Diciembre.

Crude Oil es el commodity más importante del sector Energía. Utiliza el símbolo CL en el mercado *NYMEX*. En cada contrato se transan 1.000 barriles, equivalente a 42.000 galones de crudo. Su precio se encuentra en unidades de dólares por barril y existen contratos con fecha de maduración para todos los meses del año.

Feeder Cattle pertenece al sector Ganado. Su sigla en el mercado *open outcry* de CME es FC y en el mercado electrónico GLOBEX es GF. La cantidad de cada contrato son 50.000 libras y sus precios están en unidades de centavos por libras. Sus contratos tienen

fecha de maduración en los meses de Junio, Marzo, Abril, Mayo, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre.

Gasoline incorpora al sector Energía y se transa en el mercado *NYMEX*. Sus contratos se identifican con la sigla RB y cada uno de ellos implica un acuerdo de 42.000 galones del commodity. Sus precios se encuentran en dólares por galón y existen fechas de maduración para todos los meses.

Gold se incluye en el sector Metal, ocupa el símbolo GC en la bolsa de valores *NYMEX*. Sus contratos electrónicos se comercializan en la plataforma *GLOBEX*. Cada uno de estos tiene asignado 100 onzas troy y su precio se cotiza en dólares por onza troy. Existen contratos con fecha de maduración para todos los meses.

Heating Oil pertenece al sector Energía y se transa en la plataforma *NYMEX* bajo la sigla HO. En cada contrato se comercializan 42.000 galones y su precio está en unidades de dólares por galón. Hay contratos con madurez para cada mes del año.

Lean Hogs es parte del sector Ganado. Sus contratos se transan en la bolsa *CME* bajo el símbolo HE para transacciones *open outcry* y LH para el mercado electrónico. En cada contrato se comercializan 40.000 libras y los precios de estos se entregan en dólares por libra. Existen contratos con fechas de vencimiento para Febrero, Abril, Junio, Julio, Agosto, Octubre y Diciembre.

Live Cattle conforma el sector Ganado. Su símbolo *open outcry* es LC mientras que el manejado para transacciones electrónicas es LE. La cantidad establecida en cada uno de estos es 40.000 libras y su precio está en unidades de centavos por libra. Sus contratos tienen fecha de vencimiento en los meses de Febrero, Abril, Junio, Agosto, Octubre y Diciembre.

Lumber está incluido en el sector Agricultura. Se le atribuye el símbolo LB para el mercado *open outcry* de CME y LS para el mercado electrónico. Cada contrato incluye una cantidad de transacción de 110.000 pies tablar y los precios se presentan en dólares por cada 1000 pies tablar. Sus contratos tienen posibles fechas de maduración en los meses de Junio, Marzo, Mayo, Julio, Septiembre y Noviembre.

Natural Gas incorpora el sector Energía y se comercializa bajo el símbolo NG en NYMEX. En cada contrato se transan 10.000 millones de *british thermal units* y su precio se cotiza en dólares por cada millón de *BTU*. La madurez de los contratos abarca todos los meses del año.

Oats se clasifica en el sector Agricultura y se comercializa en la bolsa de valores *CBOT*. Utiliza el símbolo O para contratos *open outcry* y ZO para los que se venden electrónicamente. La cantidad asignada en cada uno son 5000 bushels. Los precios se observan en centavos por unidad de bushel y sus contratos tienen fecha de vencimiento en los meses de Marzo, Mayo, Julio, Septiembre, Diciembre.

Orange Juice también integra el sector Agricultura. Este contrato se puede adquirir en la bolsa Intercontinental Exchange bajo el símbolo de OJ. Cada contrato tiene una cantidad de 15.000 libras y sus precios se encuentran en centavos por libra. Los contratos vencen en los meses de Junio, Marzo, Mayo, Julio, Septiembre y Noviembre.

Palladium integra el sector Metal y es identificado con el símbolo PA en el mercado *NYMEX*. La cantidad establecida en cada contrato son 100 onzas troy. Sus contratos están en unidades de centavos por onza troy y tienen fecha de vencimiento en Marzo, Mayo, Julio, Septiembre, Diciembre.

Platinum pertenece al sector Metal y al igual que estos se transa en bolsa *NYMEX*. Sus contratos utilizan en símbolo PL incluye 50 onzas troy y sus precios se observan en

unidades de dólares por onza troy. Existen contratos con madurez en todos los meses del año.

Pork Bellies está incluido en el sector Ganado y se comercializa en el mercado de *CME* bajo la sigla PB. La cantidad transada en cada contrato son 40.000 libras y los precios de estos se observan en centavos por unidad de libras. Las fechas de vencimiento disponibles para este contrato son: Febrero, Marzo, Mayo, Julio, Agosto.

Propane conforma el sector Energía. Sus contratos futuros se intercambian en la bolsa NYMEX con la sigla PN para contratos *open outcry*. La cantidad asociada a cada contrato futuro de propano es de 60.000 libras y sus precios están en centavos por libra. Existen contratos con madurez para todos los meses del año.

Rough Rice pertenece al sector Agricultura y se comercializa en la bolsa *CBOT* con la sigla RR para transacciones *open outcry* y ZR para las electrónicas. La cantidad asignada a un contrato es de 2.000 centenas, *hundredweight*, y las cotizaciones se presenta en dólares por centenas. Los contratos disponibles tienen madurez en Enero, Marzo, Mayo, Julio, Septiembre y Noviembre.

Silver está incluido en el sector Metal y es transado en *NYMEX* bajo el código SI. La cantidad asignada a cada contrato es 5.000 onzas troy y el precio se cotiza en dólares por onza troy. Los contratos tienen fecha de vencimiento en Enero, Marzo, Mayo, Julio, Septiembre y Diciembre.

Soybeans participa del sector Agricultura y se comercializa en la bolsa *CBOT* utilizando la sigla S para contratos a viva voz y ZS para los transados electrónicamente. A cada contrato están asociados 5.000 bushels y los precios están en unidades de centavos por bushel. Existen contratos con vencimiento en los meses de Marzo, Mayo, Julio, Agosto, Septiembre, Noviembre.

Soybean Meal pertenece al sector Agricultura y se tranza en la bolsa *CBOT*. Se identifica con el símbolo *SM* para contratos *open outcry* y *ZM* para contratos comercializados electrónicamente. Las cantidades establecidas son 100 toneladas por contrato y los precios se observan en dólares por tonelada. Los contratos vencen en los meses de Enero, Marzo, Mayo, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Diciembre.

Soybeans Oil conforma el sector Agricultura. Sus contratos futuros se intercambian en la bolsa *CBOT* con la sigla *SO* para contratos *open outcry* y *ZO* para la plataforma electrónica. La cantidad asignada a cada contrato es de 60.000 libras y sus precios están en centavos por libra. Existen contratos con vencimiento en los meses de Enero, Marzo, Mayo, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Diciembre.

Sugar se incluye en el sector Agricultura. Sus contratos se encuentran en la bolsa *ICE* bajo el símbolo *SB*. En cada contrato de azúcar se están vendiendo y comprando 112.000 libras. Sus precios se entregan en centavos por libras y los contratos tienen fechas de vencimiento en Enero, Marzo, Mayo, Julio y Octubre.

Wheat incorpora el sector Agricultura y los futuros sobre este commodity se encuentran disponibles en el mercado *CBOT* con la sigla *W* para los contratos *open outcry* y *ZW* para los contratos electrónicos. Cada futuro de trigo contiene 5.000 bushels y sus precios se cotizan en unidades de centavos por bushel. Existen contratos con fecha de vencimiento en Marzo, Mayo, Julio, Septiembre y Diciembre.

ANEXO 6: RESUMEN ESTADISTICO DE LAS VARIABLES PARA EL PERIODO 2005-2015. COMMODITY MARKET INTEREST Y COMMODITY PAST RETURNS SUAVIZADAS A 6 MESES.

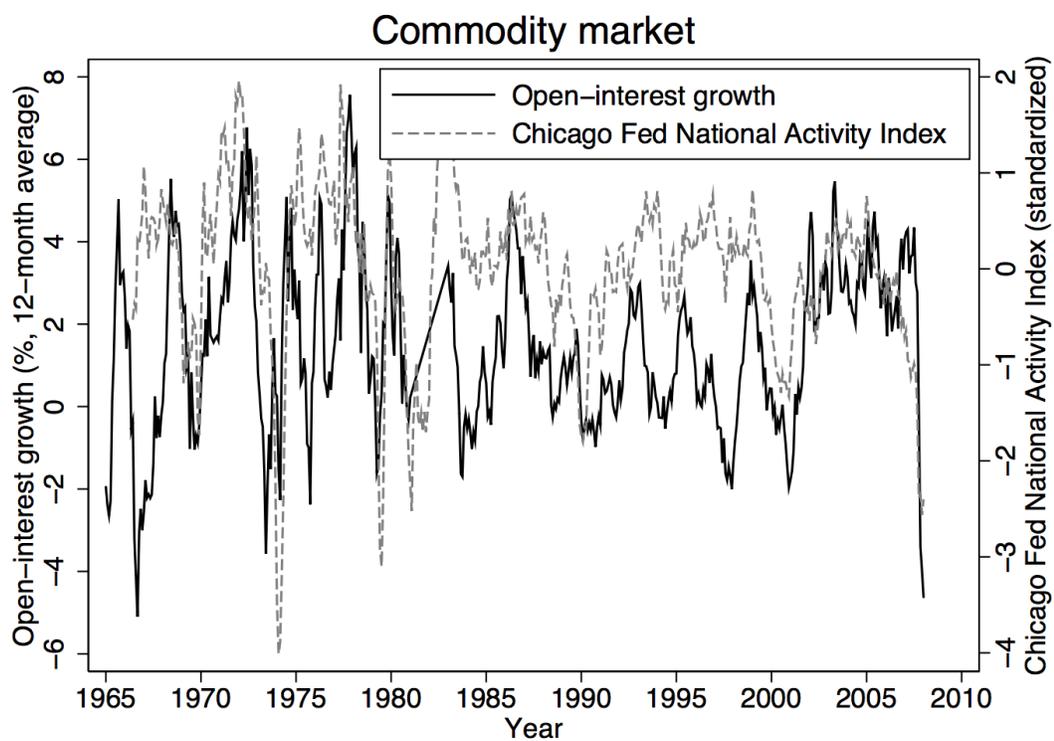
Variable	Mean (%)	Desviación estandar (%)	Auto- correlación	Correlación con					
				Short rate	Yield spread	Chicago Fed National Activity Index	Commodity market imbalance	Commodity returns	Commodity basis
Short rate	1,27	1,84	0,99						
Yield spread	3,51	1,49	0,98	-0,92					
Chicago Fed National Activity Index	-0,34	0,97	0,76	0,11	-0,29				
Commodity market interest	1,31	3,75	0,87	0,36	-0,29	0,50			
Commodity returns	0,41	2,29	0,89	0,34	-0,27	0,50	0,94		
Commodity basis	0,40	0,26	0,83	0,22	-0,04	-0,55	-0,04	-0,16	
Commodity market imbalance	13,03	4,65	0,76	-0,30	0,27	0,31	0,46	0,50	-0,27

ANEXO 7: RESUMEN ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES PARA EL PERIODO 1965-2008.

Variable	Promedio (%)	Desviación estándar (%)	Auto- correlación	Correlación con					
				Short rate	Yield spread	Chicago Fed National Activity Index	Commodity market imbalance	Commodity returns	Commodity basis
Short rate	5,52	2,71	0,97						
Yield spread	2,64	1,60	0,92	-0,54					
Chicago Fed National Activity Index	0,01	0,86	0,93	-0,02	-0,12				
Commodity market interest	1,47	2,06	0,90	0,01	-0,10	0,36			
Commodity returns	1,08	1,30	0,93	0,05	-0,35	0,29	0,51		
Commodity basis	0,14	0,62	0,79	0,24	-0,24	-0,11	-0,07	0,03	
Commodity market imbalance	17,84	13,80	0,90	0,27	-0,31	0,17	0,31	0,44	0,15

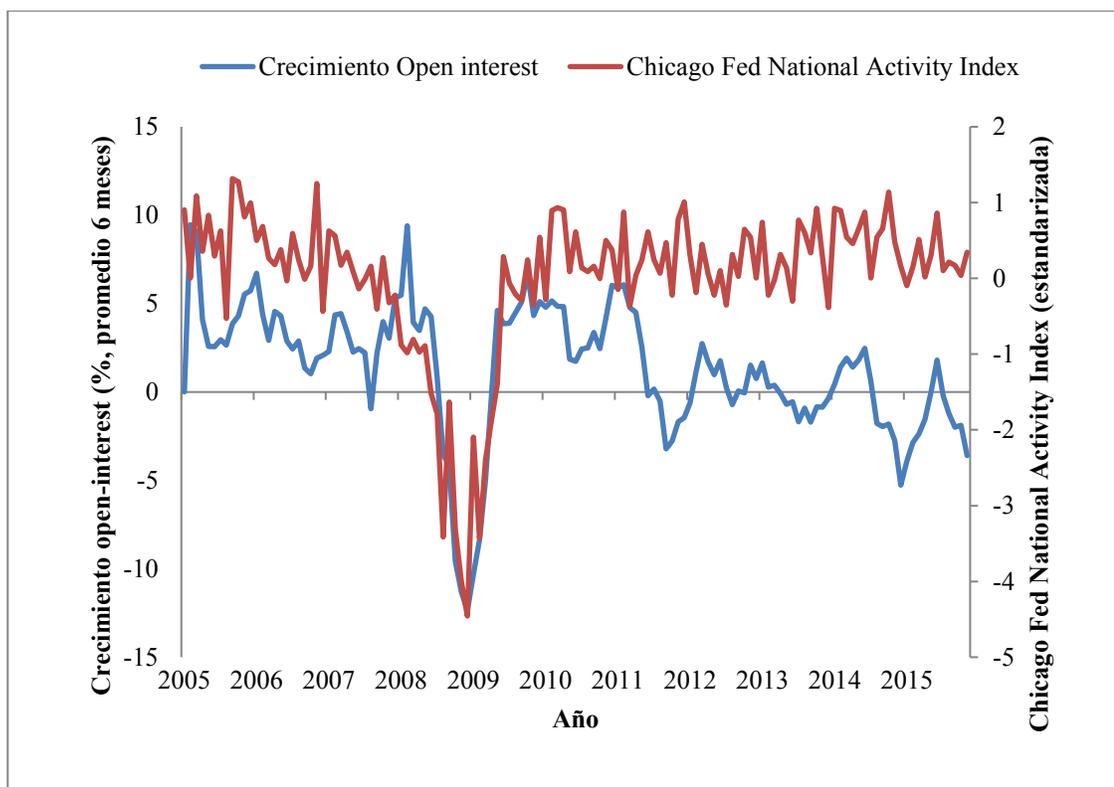
Fuente: Hong y Yogo (2012).

ANEXO 8: COMMODITY MARKET INTEREST Y CHICAGO FED NATIONAL ACTIVITY INDEX 1965-2008.

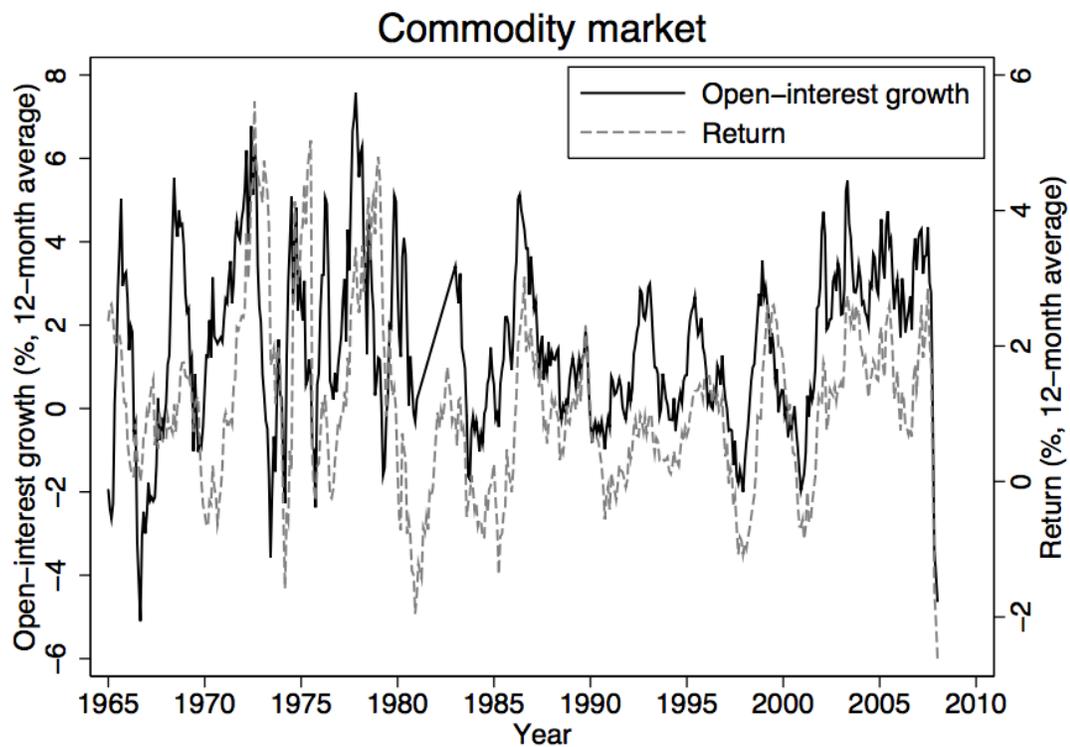


Fuente: Hong y Yogo (2012).

ANEXO 9: COMMODITY MARKET INTEREST SUAVIZADA CON UN PROMEDIO GEOMETRICO DE LOS ÚLTIMOS 6 MESES Y CHICAGO FED NATIONAL ACTIVITY INDEX DURANTE 2005-2015.

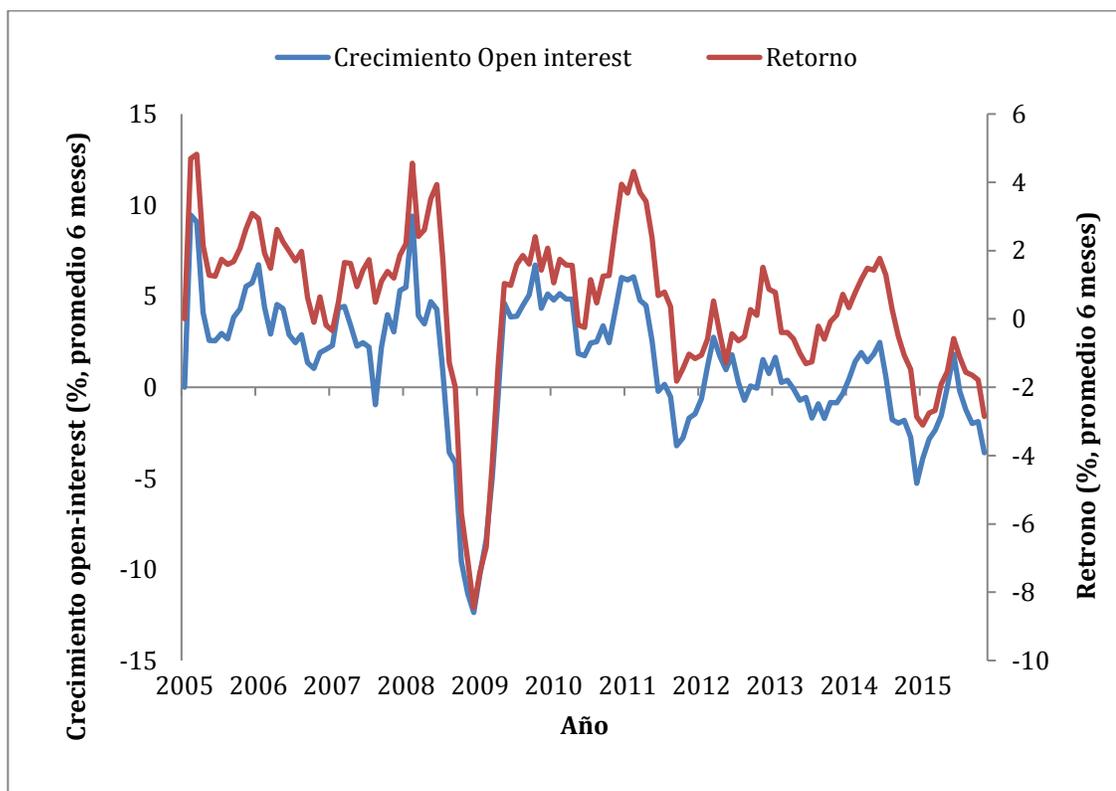


ANEXO 10: COMMODITY MARKET INTEREST Y COMMODITY RETURNS DURANTE 1965-2008.



Fuente: Hong y Yogo (2012).

ANEXO 11: COMMODITY MARKET INTEREST Y COMMODITY RETURNS DURANTE 2005-2015. AMBAS VARIABLES SUAIVIZADAS CON UN PROMEDIO GEOMETRICO DE LOS ÚLTIMOS 6 MESES



ANEXO 12: RESULTADOS ECONOMÉTRICOS PARA EL PERIODO 1965-2008.

Predictor variable	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Short rate	-0.51 (-2.42)	-0.48 (-1.85)	-0.44 (-2.10)	-0.50 (-1.98)	-0.55 (-2.39)	-0.50 (-1.99)	-0.52 (-2.50)	-0.55 (-2.12)
Yield spread	-0.51 (-2.68)	-0.44 (-2.03)	-0.37 (-2.03)	-0.48 (-2.41)	-0.45 (-2.17)	-0.42 (-1.90)	-0.58 (-2.78)	-0.57 (-2.54)
Commodity basis	-0.57 (-2.05)	-0.52 (-1.91)	-0.56 (-2.01)	-0.52 (-1.91)	-0.59 (-2.04)	-0.53 (-1.92)	-0.66 (-2.02)	-0.62 (-1.88)
Commodity market interest		0.73 (2.50)		0.77 (1.85)		0.69 (2.42)		0.68 (1.88)
Commodity returns			0.32 (1.39)	-0.08 (-0.22)				
Commodity market imbalance					0.34 (1.50)	0.12 (0.60)		
Chicago Fed National Activity Index							0.47 (2.09)	0.30 (0.93)
R^2 (%)	2.58	4.96	2.98	4.98	3.01	5.02	4.26	6.20

Fuente: Hong y Yogo (2012).

ANEXO 13: RESULTADOS ECONÓMICOS PARA LOS PERIODOS 1965-1986 Y 1987-2008.

Predictor Variable	Commodity Return		Spot-Price Growth	
	1965-1986	1987-2008	1965-1986	1987-2008
Short rate	-0.90 (-2.98)	0.07 (0.17)	-0.93 (-3.38)	-0.05 (-0.09)
Yield spread	-0.35 (-1.01)	-0.20 (-0.75)	-0.28 (-0.95)	-0.16 (-0.43)
Agregate basis	-0,40 (-1.40)	-0.40 (-1.14)	0.34 (1.26)	0.81 (1.78)
Open-interest growth	0.69 (1.92)	0.73 (2.60)	0.34 (1.24)	0.77 (2.06)
R^2 (%)	6.49	5.72	4.51	3.60

Fuente: Hong y Yogo (2010)

ANEXO 14: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL MERCADO DE OPCIONES.

Han (2008) analizó el efecto que tiene el *investor sentiment* en los precios de las opciones sobre el índice S&P 500. Este se midió a través de la diferencia entre los inversionistas con tendencia alcista y bajista¹⁵, la diferencia entre las posiciones largas y cortas de los *non-commercial traders*, y los errores de estimación entre un modelo de predicción del S&P 500 y el valor real del índice. Los resultados del estudio muestran que cuando el *investor sentiment* es pesimista, la *volatility smile* tiende a ser más profunda y el parámetro *risk-neutral skewness* del retorno mensual del índice más negativo. Por otro lado cuando el *investor sentiment* es alcista con respecto a los futuros movimientos del mercado, la *volatility smile* tiende a ser más plana, y *risk-neutral skewness* menos negativo. Los resultados se vuelven estadísticamente más significante cuando existen mayores límites al arbitraje en estas opciones.

Easley, David, O'Hara, y Srinivas (1998) desarrollaron un modelo teórico donde los inversionistas pueden utilizar el mercado de opciones bajo ciertas condiciones. Esto depende de la probabilidad de que ocurra un evento de información, de la probabilidad de que este sea señal de un estado alto o un estado bajo en la economía, y de la proporción de inversionistas informados. Si los inversionistas se informan de que viene un estado alto en la economía, comprarán calls y venderán puts, los autores lo denominan como transacciones de opciones positivas. Cuando los inversionistas informados tienen señales de un próximo estado bajo en la economía, venderán puts y comprarán calls, proceso denominado como transacciones de opciones negativas. Los autores encontraron un resultado esperado, que cambios en los precios de las acciones lideran cambios en los volúmenes de transacción de opciones, debido a que induce a los inversionistas a realizar cobertura mediante opciones. El resultado sorprendente del

¹⁵ También conocido como *bull-bear spread*.

artículo es que volúmenes de transacción de opciones, tanto positivos como negativos, contienen información predictiva sobre el retorno futuro de la acción, debido a que movimientos en los volúmenes de transacción de opciones preceden cambios en los precios de la acción.

Cremers y Weinbaum (2010) encontraron que las desviaciones en la relación *put-call parity* contienen información sobre el retorno futuro del mercado de acciones. Encontraron evidencia empírica de retornos positivos para acciones que tienen *calls* con alto *spread* de volatilidad, y evidencia de retornos negativos para acciones con *puts* con bajo *spread* de volatilidad. Demostraron que este cambio en los precios no estaba influido por ventas cortas y que el grado de predictibilidad aumenta con mayor liquidez de la opción y disminuye con un aumento en la liquidez de la acción. Las desviaciones de la relación *put-call parity* ocurren con mayor frecuencia en escenarios donde existe una mayor asimetría de información. Por otro lado, demostraron que los precios de las opciones conducen a los precios de las acciones para periodos extensos, contemplando días y no minutos.

Hu (2014) descompuso el desbalance que existe en el mercado de acciones, en el inducido por transacciones de opciones y en el que es propio del mercado de acciones. Encontró que el desbalance ocasionado por transacciones de opciones, tiene mayor poder predictivo sobre los retornos de acciones. Cuando un cliente abre una opción, los *market makers* toman la posición contraria para ganar el *bid-ask spread*. Dada la escasez del mercado de opciones, se torna difícil eliminar inmediatamente la exposición sostenida, por lo tanto, para diversificar su riesgo, estos toman posiciones en el mercado de acciones, generando un flujo de información desde el mercado de opciones al mercado de acciones. La predictibilidad inducida por el desbalance de opciones aumenta mientras mayor sea el nivel de asimetría de información, mayor sean los costos de las ventas cortas y cuando exista una mayor actividad en el mercado de opciones. Esta predictibilidad no revierte a la media en horizontes largos, por lo que los autores

concluyen que esta contiene información permanente en vez de información por una presión temporal.

Fodor, Krieger, y Doran (2011) encontraron evidencia empírica que demuestra que la información a nivel de precios se encuentra previamente disponible en el mercado de opciones que en el mercado de acciones. Agruparon distintas empresas de acuerdo a su nivel de cambio en el *open interest* de sus opciones. Por cada grupo, midieron el poder predictivo sobre los retornos de la acción que tiene el cambio del *open interest* de *calls* y *puts*. Encontraron que altos incrementos en el *open interest* de opciones *puts*, predicen bajos retornos de acciones. Y por otro lado, altos incrementos en el *open interest* de opciones *calls* predicen un aumento en los retornos de acciones, siendo última relación relativamente más débil que la anterior.

Muravyev, Pearson, y Broussard (2013) no encontraron información predictiva en el mercado de opciones que no se perciba en el mercado de acciones. Se centraron en eventos donde el precio de la acción discrepa del precio de la acción implícito en la opción, calculado con la relación *put-call parity* y los valores *bid* y *ask*. Los autores concluyeron que en estos eventos, los precios de las opciones son los que se ajustan a los precios de las acciones para eliminar la diferencia. Los cambios de los precios de las acciones no se distinguieron de los periodos donde no existen estos eventos y las discrepancias resultaron ser adelantadas en mayor medida por movimientos en los precios de las acciones. Si bien llegaron a conclusiones contradictorias sobre si el mercado de acciones lidera el mercado de opciones, tampoco encontraron una influencia significativa para el mercado de opciones.

ANEXO 15: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE BYUN Y KIM (2013).

Byun y Kim (2013) adaptaron el modelo de Hong y Yogo (2012) para el mercado de opciones. Utilizaron acciones que pertenecen al índice S&P 500 durante el periodo 1996-2010. Los autores estudiaron el *open interest* del mercado de opciones motivados bajo la posibilidad de que los productores y consumidores también utilicen este mercado como mecanismo de cobertura de demanda. Byun y Kim (2013) plantean que los productores y consumidores, aparte de entregar la dirección en que realizan su cobertura de demanda, también revelan información sobre sus expectativas del futuro estado de la economía a través del precio strike en el cual ejecutan sus opciones.

Para entender la manera en que Byun y Kim (2013) adaptaron el modelo, es necesario resaltar que Hong y Yogo (2012) divide a la economía en dos estados: un estado alto y un estado bajo. Cuando se anticipa un aumento en la demanda y por lo tanto un estado alto en la economía, los consumidores y los inversionistas informados toman posiciones largas en contratos de futuros, y los productores toman posiciones cortas. Por otro lado, cuando se anticipa un estado bajo en la economía, son los inversionistas desinformados los que toman posiciones largas y los inversionistas informados las posiciones cortas. Dada esta estructura, es necesario determinar que tipo de opciones se utilizan en cada uno de los estados de la economía. Para esto se clasificaran las opciones según su *moneyness*¹⁶. Existen tres categorías: At the money (ATM), In the money (ITM) y Out of the money (OTM). En la Tabla 6 se detalla la relación entre el precio del subyacente y el precio de ejercicio para cada una de estas categorías.

¹⁶ Moneyness mide la diferencia entre el precio del subyacente y el precio de ejercicio

Tabla 6. Clasificación de opciones según *moneyness*.

Moneyiness	Call	Put
In the money (ITM)	Precio subyacente > Precio de ejercicio	Precio subyacente < Precio de ejercicio
At the money (ATM)	Precio subyacente = Precio de ejercicio	Precio subyacente = Precio de ejercicio
Out of the money (OTM)	Precio subyacente < Precio de ejercicio	Precio subyacente > Precio de ejercicio

Las opciones OTM no tienen sentido ser ejecutadas debido a que provocarían una pérdida innecesaria para quien compró el derecho. En el caso de las opciones call (OTMC), una posición larga apuesta a comprar el subyacente a un precio mayor del cual se está vendido actualmente, esperando que en el futuro el precio del subyacente aumente en mayor medida que el precio de ejercicio. Para las opciones put (OTMP), el precio strike es menor al precio actual, y quien compra el derecho a ejercer esta opción, espera poder vender el subyacente a un menor valor en el futuro, estimando una baja mayor en el precio de este.

Las opciones ITM generan un valor al ser ejecutadas, y por esta misma razón, el costo de comprarlas es mayor que el de las opciones OTM. Las posiciones largas en opciones call (ITMC) apuestan a poder comprar el subyacente a un precio menor al cual se transa actualmente, y por lo tanto quien adquiere este derivado espera que el precio del subyacente se mantenga o disminuya. Las opciones put (ITMP) entregan el derecho a vender el subyacente a un precio mayor, estimando que en el futuro el precio de este se mantenga o aumente.

Por lo tanto, la manera general de adaptar el modelo de Hong y Yogo (2012) al mercado de opciones planteado por Byun y Kim (2013), sería considerar que los productores y consumidores que prevén un estado alto en la economía tomarían posiciones largas en ITMP y OTMC respectivamente, debido a que estos esperan que el precio del subyacente aumente. Mientras que cuando los productores y consumidores anticipen un estado bajo en la economía, tomarán posiciones largas en OTMP y ITMC respectivamente, ya que estas opciones apuntan a un menor precio del activo.

En la Tabla 7 y en la Tabla 8 se detalla la clasificación realizada por Byun y Kim (2013) para adaptar a opciones el modelo Hong y Yogo (2012). En estas tablas, se muestran que tipo de opciones *call* y opciones *put* son utilizadas por los productores y consumidores, inversionistas informados e inversionistas desinformados.

Tabla 7. Estructura de las posiciones de los participantes en las opciones call.

Call option	Position of options	
State of economy	Long	Short
High	Hedgers (OTMC), Informed traders (OTMC, ITMC)	Uninformed traders (OTMC, ITMC)
Low	Hedgers (ITMC), Uninformed traders (OTMC, ITMC)	Informed traders (OTMC, ITMC)

Fuente: Byun y Kim (2013).

Tabla 8. Estructura de las posiciones de los participantes en las opciones put.

Put option	Position of options	
State of economy	Long	Short
High	Hedgers (ITMP), Uninformed traders (ITMP, OTMP)	Informed traders (ITMP, OTMP)
Low	Hedgers (OTMP), Informed traders (ITMP, OTMP)	Uninformed traders (ITMP, OTMP)

Fuente: Byun y Kim (2013).

Observamos que en la Tabla 7 y Tabla 8, los productores y consumidores que realizan cobertura de demanda (*hedgers*), utilizan posiciones largas en OTMC y ITMP cuando anticipan un estado alto en la economía. Por otro lado, cuando anticipan un estado bajo de la economía, estos toman posiciones largas en ITMC y OTMP. Los inversionistas informados cuando prevén un estado alto, entran en posiciones largas en opciones *calls* y en posiciones cortas en opciones *puts*. Por otro lado, cuando los inversionistas informados anticipan un estado bajo, toman posiciones cortas en opciones *calls* y largas en opciones *puts*, ya que estiman que el precio del subyacente caerá. Los inversionistas desinformados al no tener conocimiento sobre el futuro estado de la economía, toman las posiciones contrarias que los demás participantes.

Byun y Kim (2013) encontraron que para las opciones sobre el índice S&P 500, el crecimiento del *open interest* de ITMP y OTMC tiene un poder predictivo positivo y estadísticamente significativo para sus retornos. Y por otro lado encontraron que el crecimiento del *open interest* de ITMC y OTMP tiene un poder predictivo negativo pero estadísticamente insignificantes sobre sus retornos futuros.