



El mercado de futuros y la volatilidad del precio internacional del café¹

Juanita Riaño²

Resumen

El presente artículo estudia el efecto de los precios de futuros del café, el cacao y el azúcar sobre la volatilidad del precio spot del café, durante el período 1986 - 1996. Para esto se supone una relación de causalidad en un solo sentido entre la volatilidad de los precios a futuro y el precio spot; y se estiman modelos de -función de transferencia y ruido (TFNM) que permiten concluir que en el corto plazo los precios de futuros del café y el cacao alteran la senda del precio spot. Para el azúcar la evidencia no permite concluir que este precio tenga algún efecto sobre la volatilidad del precio spot.

1. INTRODUCCIÓN

El café ha sido uno de los principales productos de exportación de Colombia durante muchos años y como tal ha sido pieza importante en el desarrollo económico y social del País. En los últimos años la economía colombiana ha sufrido una transformación estructural, pasando de ser una economía netamente agrícola a una con un gran potencial

minero. A pesar de este cambio es obvio que el café continúa influenciando el desempeño económico del país.

Por otro lado, la volatilidad en los precios de los productos básicos como el café, crea un riesgo importante para aquellos países en desarrollo cuyo sector exportador se encuentra concentrado en éste tipo de bienes. En el caso del café esta característica ha incentivado a los agentes involucrados en su producción y comercialización a recurrir a instrumentos derivados como las operaciones de futuros y opciones, con el fin de protegerse contra los riesgos.

En este sentido el presente documento es pionero en analizar la relación existente en el mercado de futuros y comportamiento del precio *spot*, ya que no existe un consenso sobre el efecto que tiene la entrada de nuevos agentes en los mercados de futuros sobre la formación del precio de los productos básicos. Por un lado, los agentes proveen liquidez a los mercados facilitando su funcionamiento, pero en el corto plazo emiten señales que pueden ocasionar movimientos masivos que distorsionan las tendencias del mercado, induciendo fluctuaciones importantes en el comportamiento de los precios. Por otro lado, existen inversionistas que van en busca de oportunidades de ga-

¹ El presente artículo es una versión revisada del artículo presentado como requisito para obtener el título de Magister en Economía de la Universidad de los Andes.

² El autor agradece la asesoría de Santiago Montenegro Trujillo y los comentarios de Manuel Ramírez. Cualquier error u omisión es responsabilidad única del autor.

nancia extraordinaria, la cual se presenta en períodos de inestabilidad del precio. De allí que una mayor inestabilidad se traduzca en un aumento de la actividad bursátil.

Así, a pesar de la importancia creciente de estos instrumentos financieros, existe un desconocimiento profundo sobre su efecto final en el precio de los productos. Esto hace necesario la comprensión de estos mecanismos con el fin de tenerlos en cuenta en el diseño de políticas destinadas al sector. El resto de documento se organiza de la siguiente forma, en la sección 2 se revisan los aspectos analíticos de la volatilidad del precio internacional, la tercera discute los principales determinantes de los precios de contratos de futuros. La cuarta, presenta una colección de ejercicios empíricos basados en metodologías de series de tiempo. Por último, en la quinta sección se presentan unas conclusiones.

2. LA VOLATILIDAD DE LOS PRECIOS INTERNACIONALES

Una característica de los precios nominales y reales de los productos básicos es la gran volatilidad que poseen. Esta volatilidad genera un riesgo considerable para los países en desarrollo que generalmente tienen su sector exportador altamente concentrado en pocos productos primarios.

La frecuente fluctuación de los precios de los productos básicos puede causar una desorganización y una asignación poco eficiente de los recursos por los efectos directos e indirectos sobre el desempeño de la economía. Entre los efectos directos se destaca principalmente el comportamiento de los ingresos de exportación del país. De otra parte, los efectos indirectos se presentan básicamente en el marco macroeconómico: el riesgo producido por la fluctuación de precios genera incertidumbre que afecta la inversión y la producción. Otro efecto es la apreciación del tipo de cambio real como resultado de un aumento en los precios de los productos.

Los factores a los que se ha asociado la inestabilidad de los precios de los productos básicos se refieren a: condiciones climáticas, acuerdos internacionales y acumulación

de existencias por parte de los países consumidores y productores; a pesar de la importancia de este tipo de factores, el presente documento deja de lado este tipo de análisis tradicional y se centra en la evolución del precio futuro como determinante de la volatilidad del precio *spot*

Una característica particular de los productos básicos es la correlación positiva entre sus precios; característica que debe tenerse en cuenta en la explicación de la volatilidad de los precios *spot*. Como caso particular la correlación entre los precios de los productos primarios aumenta su valor cuando los productos son del mismo tipo, es decir, el precio de un producto agrícola está más correlacionado con el de otro producto agrícola que con el precio de los productos minerales; además la correlación parece ser más fuerte en términos nominales que reales, aunque en éstos últimos sigue apareciendo de manera clara como señala Claessens (1991).

Por otro lado, los precios internacionales, además de reflejar la evolución en el mercado de bienes físicos, parecen mostrar las nuevas tendencias en el mercado mundial. Desde principios de la década de los 80, los inversionistas financieros detectaron las posibilidades que ofrecían los mercados de productos básicos como alternativas en sus portafolios de inversión. De esta forma los productos básicos, empezaron a formar parte de las alternativas de inversión de agentes especuladores, con la consiguiente expansión de los mercados de coberturas, especialmente de futuros y opciones. Como es bien sabido, estas coberturas son instrumentos financieros que a cambio de primas permiten suavizar los cambios inesperados en los precios para que no se traduzcan en pérdidas.

Dicha actividad bursátil se realiza a través de agentes extraordinarios como los fondos de administración que realizan transacciones a corto y mediano plazo, o de «negocios con garantías» (también se conocen como «brokers») que forman parte del sistema bancario. Este tipo de agentes debe contar con inventarios físicos para poder realizar inversiones de largo plazo. Por último, se encuentran los bancos y las instituciones financieras para los cuales el mercado de productos básicos representa una alternativa de ganancia importante descritas en Montenegro (1996).

Cómo indica Powell (1991), una alternativa para reducir el riesgo generado por la volatilidad de los precios de los productos básicos son los diversos instrumentos financieros. Entre éstos instrumentos estabilizadores se destacan los instrumentos de cobertura directa (futuros y opciones), los "swaps", préstamos con pagos principales y/o de interés vinculados ya sea a una tasa de cambio o a el precio de un producto. Claessens (1991) resalta la utilidad de los instrumentos financieros para estabilizar estas tendencias puesto que se basan en mecanismos de mercado y pueden proteger eficazmente sin requerir recursos substanciales ni producir distorsiones en la economía. Por estas razones el mercado de futuros proporciona garantías de precio durante períodos prolongados, lo cual se constituye en una ventaja en términos de estabilidad frente a los spots (entrega inmediata). Según Kaminsky (1990), la volatilidad es una variable con alto poder predictivo sobre el comportamiento del mercado de futuros, por lo que es natural que la estabilidad en las transacciones *spot* este influida por la estabilidad en el mercado de futuros.

La relación entre el mercado de futuros y el de físicos se materializa en el hecho de que las posiciones³ mas cercanas en la Bolsa de Nueva York, se utilizan como punto básico para fijar el precio en el mercado de los físicos. Las fórmulas de comercialización de Colombia, Brasil y de los países centroamericanos tienen en cuenta ésta evolución. Montenegro y Ferrufino (1996). En cuanto al comportamiento de los precios de los productos básicos en los mercados de futuros Myers (1993) concluye que la evidencia empírica sugiere que los movimientos en éstos precios se caracterizan por exhibir una exagerada volatilidad (heterocedasticidad) en el tiempo.

Ante la importancia del mercado de futuros como respuesta a la inestabilidad de los precios internacionales en el caso colombiano se destacan Jaramillo (1989), Leibovich (1989) y Ramírez (1989) que han destacado el papel del mercado de futuros dentro de las nuevas tendencias del mercado mundial del café, especialmente sobre las opor-

tunidades que instrumentos de este tipo tienen debido a la volatilidad del precio del café. Además afirman que puede convertirse en un instrumento de estabilización de precios con fluctuaciones bruscas, reduciendo el riesgo anteriormente mencionado.

Basados en la evidencia expuesta anteriormente, el presente documento hace un análisis de la volatilidad del precio *spot* en la bolsa de Nueva York y la relación con el comportamiento del mercado de futuros, incluyendo variables como el precio futuro del café, del cacao y el azúcar, por ser negociados bajo un mismo esquema en la Bolsa de Nueva York.

3. DETERMINACIÓN DEL PRECIO DE LOS CONTRATOS DE FUTUROS

El marco analítico en la determinación de los precios futuros basados en el precio *spot* puede ser dividido en dos grandes grupos: Los primeros son aquellos que consideran que el precio de los futuros es la anticipación del precio *spot* futuro, Dybing y Ross (1987). Entre ellos es posible considerar que el precio de los futuros es igual en cada momento del tiempo al precio *spot* o, analizar los efectos de excesos de oferta o demanda sobre el precio *spot* si los agentes preveen un exceso de demanda futura, el precio *spot* aumenta inmediatamente pues los agentes se aprovisionan de café para afrontar la escasez y simultáneamente lo hace el precio de futuros, por el impacto que tiene el precio *spot* en cada momento del tiempo. En casos de excesos de oferta el mecanismo opera inversamente.

La segunda aproximación considera el precio de los futuros como una función independiente del precio *spot* vigente en el momento de la firma del contrato. Dentro de este grupo el aspecto más importante es ausencia de arbitraje en los mercados. Esta premisa tendrá una gran importancia en el desarrollo del presente documento.

3 Este concepto relacionado con el momento de entrega de los productos se explicará posteriormente.

El arbitraje puede ser definido como una estrategia de inversión con una utilidad positiva en ausencia de riesgo y sin necesidad de inversión neta por parte del ejecutor; en otras palabras, es la oportunidad ofrecida por el mercado para obtener un beneficio sin necesidad de invertir. En mercados desarrollados, con agentes maximizadores de beneficios cuyas expectativas se forman racionalmente (los agentes utilizan toda la información disponible en el momento de hacer sus predicciones y en promedio no se equivocan), estas oportunidades de ganar sin invertir raramente se presentan en forma espontánea y cuando lo hacen, inevitablemente desaparecen porque muchos jugadores intentan apropiarse de ellas, lo cual las anula.

Es importante asumir que no existe posibilidad de arbitraje cuando se intenta explicar el efecto que sobre los precios spot de un producto tienen los precios de los futuros porque permite el uso del Teorema del Valor Aditivo. Este teorema establece que el precio de un instrumento financiero, como un contrato de futuros que produce un rendimiento, es una combinación lineal del rendimiento de otros instrumentos financieros y por consiguiente es una combinación de los precios de esos instrumentos. Formalmente:

Si R_a y R_b son los rendimientos de dos instrumentos A y B respectivamente, cuyos precios son P_a y P_b , el rendimiento de un activo F se determina de la siguiente manera:

$$R_f = (X R_a) + (Y R_b) \quad (1)$$

por lo que el precio de F será una combinación lineal de la forma:

$$P_f = (X P_a) + (Y P_b) \quad (2)$$

Este teorema permite afirmar que las características de un instrumento financiero pueden ser reproducidas a partir de la combinación de otros instrumentos, más aún, si un instrumento puede ser reproducido, los especuladores necesariamente tendrán que asegurarse que el instrumento reproducido provee un retorno idéntico al original. En el caso de los contratos a futuros, podría ser suficiente identificar las transacciones que permiten adquisiciones (ventas) futuras del bien a un predeterminado precio,

excluyendo las expectativas sobre el comportamiento del precio spot en el futuro. Formalizando el problema y asumiendo que no existen costos de almacenamiento, es posible expresar el valor del contrato de futuros de la siguiente manera:

$$P_T = S_T - F_{T,a} \quad (3)$$

donde S_t es el precio *spot* en el momento t , y $F_{T,a}$ el precio de los futuros acordado en $t = a$. El contrato puede ser definido a través del operador de valor V_t ; por tanto se puede expresar utilizando el teorema del valor aditivo como:

$$V_t(P_T) = V_t(S_T - F_{T,a}) = V_t(S_T) - V_t(F_{T,a}) \quad (4)$$

La expresión $V_t(F_{T,a})$ puede ser considerada igual a $F_{T,a} / (1 + r)$ con r como la tasa de interés del mercado libre de riesgo correspondiente al período comprendido entre t y T . Si el precio del contrato de futuros se asume como un paseo aleatorio (es decir, la mejor predicción es el precio corriente) y no existen eventos extraordinarios que causen un cambio, $V_t(S_T)$ será igual a S_t por lo que el valor del contrato de futuros para entregar en T y firmado en $t = a$, corresponderá a:

$$V_t(P_T) = S_t - \frac{F_{T,a}}{1+r} \quad (5)$$

Para determinar el precio del contrato de futuros firmado en el momento a , se debe tener en cuenta que en estos no ocurren transferencias de fondos entre los agentes en el momento de la firma. Esto es, el valor del contrato $V_a(P_T)$ es cero; por tanto de (5), el precio de los futuros puede ser expresado como:

$$F_{T,a} = S_a(1+r) \quad (6)$$

Es necesario anotar que la anterior derivación supone que el precio spot contiene la información relevante para predecir el precio de los futuros y que no existen costos de almacenaje. Si se relajan estos supuestos, el resultado puede cambiar significativamente. Tomando CA como los costos de almacenaje y CY como la conveniencia del almacenaje (es decir, las oportunidades de ganancia por almacenar), el precio de los futuros estará determinado a través de una estrategia óptima de arbitraje (anula cual-

quier posibilidad de ganancia). Cuando el precio esperado en el futuro es alto, la estrategia consistiría en vender los contratos de futuros y comprar en el mercado de físicos con el financiamiento proveniente de un préstamo que será repagado en la fecha de entrega. Las ganancias de poseer un contrato de futuros pueden ser definidas como:

$$CY + \frac{(FT,a)}{(1+r)} \quad (7)$$

Debido a que se supone que no existe posibilidad de ganancia costos son iguales a los beneficios, el valor del contrato puede ser

$$FT,a = (CA - CY) (1+r) \quad (8)$$

Finalmente, si el arbitraje funciona correctamente, el precio de los futuros intrínseco en el momento t (entre las fechas de firma en a y de entrega en T es la pérdida o ganancia anticipada de contrato:

$$P_t = Q_f \frac{(F_{T,t} - F_{T,a})}{1+r} \quad (9)$$

Donde T es el momento de entrega del contrato, t el momento de negociación o firma y t/T , Q_f la cantidad del activo (bien en cuestión) y F_t el valor del contrato. De esta forma es posible ver que el precio del contrato de futuros no depende del precio *spot* (Valdés, 1994). Esta conclusión es un aspecto básico en la formulación empírica siguiente puesto que permite estudiar la relación entre los precios de los contratos de futuros y los precios *spot* del café con una relación de causalidad (en el sentido de Granger) en un solo sentido.

4. RESULTADOS EMPÍRICOS

Debido a la relación de causalidad particular, es posible emplear modelos de funciones de transferencia y ruido (TFNM) entre los precios de los mercados de futuros del café, el azúcar y el cacao y la volatilidad del precio interna-

cional del café. Generalmente los modelos que simulan o estudian el comportamiento de esta variable trabajan con ecuaciones que describen el comportamiento de la demanda y la oferta utilizando como cierre una descripción de la relación consumo-existencias. Este artículo pretende explicar ese comportamiento utilizando los precios del mercado de futuros del café. También se incluyen otro tipo de variables cuyo efecto sobre las fluctuaciones del precio del producto desea ser establecido como el comportamiento de los precios del cacao y del azúcar, transados en la Bolsa de Nueva York.

El modelo permite concluir que la volatilidad del precio *spot* del café es influenciada únicamente en el corto plazo por las primeras posiciones⁴ de los precios de cacao y de café, pero no existe ninguna relación entre este y el precio de futuros del azúcar.

4.1 Análisis de la Serie del Precio *Spot* 1913-1996

En primera instancia se trabaja con la serie mensual del precio *spot* de café entre 1913 y 1998. El objetivo del análisis es identificar la estructura propia de la serie respecto a su historia, para tenerla en cuenta al incluir las variables cuyo efecto desea ser establecido. Se realiza una estimación ARIMA, es decir una metodología univariable de modelación, en la que se resalta la estacionariedad como requisito básico para la modelización. Esto conduce habitualmente a la diferenciación de la misma, dando lugar a que se estudien los cambios que se presentan en ella, y no el nivel mismo.

Las pruebas realizadas se basan en los procedimientos de Dickey y Fuller (1979, 1981), y Phillips y Perron (1986). Estas pruebas, detalladas en el anexo 1, permiten establecer que el precio *spot* posee una raíz unitaria; porque es necesaria una diferenciación de la serie. Esta diferenciación permite analizar directamente el cambio en la variable.

A través de las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial se determina la mejor representación para esta serie. Este proceso permite concluir, con base en las anteriores consideraciones, que la serie puede ser modelada a través de un ARIMA (2,1,0) con cons-

⁴ Concepto explicado en la sección 4.2.

tante, es decir posee un componente autorregresivo de orden 2, la serie es integrada de orden 1 y no posee componentes de promedio móvil, los coeficientes resultan significativos al 95% (ver anexo 3).

4.2 Relación entre el Precio Spot del Café y el Mercado de Futuros

4.2.1. Consideraciones Generales sobre el Mercado de Futuros

Antes de continuar con la metodología empleada es necesario explicar brevemente el funcionamiento del mercado de futuros. El mercado de futuros tiene su inspiración en el mercado de físicos para entrega futura (en éste, comprador y vendedor acuerdan de manera privada las condiciones de entrega futura del bien), pero en el primero se introducen una serie de normas institucionales que hacen posible agilizar el proceso para que los agentes concurren a un verdadero mercado, en el cual los mecanismos de subasta pública establecen los precios de los bienes objeto de cada uno en particular.

Cada mercado de futuros define un volumen fijo de negociación; a este volumen se le conoce como unidad de transacción o volumen de contrato (explicado en Libreros (1989). En la Bolsa de Café, Cacao y Azúcar en Nueva York, la unidad de transacción para el café es de 250 sacos de 150 libras americanas (37.500 libras), para el azúcar 50 toneladas métricas y para el cacao 10 toneladas métricas (Coffee, Sugar & Cocoa Exchange, Statistical Annual).

Así como la unidad de transacción es fija, también lo son los períodos de entrega, establecidos por los reglamentos de la Bolsa y se conocen como *Posiciones*. Las posiciones para el café y el cacao son marzo, mayo, julio, septiembre y diciembre; para el azúcar son marzo, mayo, julio, septiembre, diciembre y enero. En adelante, se hablará de cada posición según su orden de entrega, la posición inmediata al momento de la negociación se conoce como primera posición y así en su orden según su relación con el momento en que se negocia. Cuando la negociación se acerca al momento de entrega, generalmente ya se ha

agotado el producto para entrega inmediata, entonces se suspende la negociación de esa posición y se pasa a negociar la segunda posición como primera y las siguientes se adelantan. Este artículo trabaja con las 5 posiciones de café y cacao y con las 5 primeras posiciones del azúcar, dado que corresponden a similares períodos de entrega.

La teoría sobre los mercados de futuros afirma que las posiciones más cercanas al momento de la negociación, son más volátiles que aquellas que serán entregadas en plazos más largos. Esto se explica por el hecho de que los agentes que participan en este mercado, lo hacen para cubrirse contra movimientos inesperados del precio del bien en cuestión o en busca de una ganancia extraordinaria, obligándolos a actuar rápidamente ante cualquier información o sospecha de cambio en el comportamiento de la variable; el resultado de estas acciones es más brusco y tiene un mayor impacto en el futuro inmediato, pues para el futuro lejano existe tiempo para verificar información y confirmar sospechas de manera más precisa y calmada, haciendo que el precio del producto fluctúe menos en las posiciones más lejanas. Para verificar este argumento, se utiliza una metodología simple que permite validar la hipótesis anterior.

El Cuadro 1 resume las desviaciones estándar de los productos analizados durante el período 1986-1996. Según el Cuadro, la hipótesis de que las posiciones lejanas tienen una desviación estándar menor se confirma durante el período estudiado, para los tres productos. Por ejemplo, en el período analizado la primera posición del café tiene una volatilidad del 40.1%, la segunda posición de 39.1%. Esta tendencia descendiente continúa. A medida que la posición se aleja, el cambio entre una posición y otra es menor, lo cual permite concluir para los tres productos, que a medida que se aleja el momento de entrega, los agentes se cubren de manera más eficiente desapareciendo las oportunidades de ganancia extraordinaria; esto se traduce en un comportamiento de los precios de futuros más estable.

Dentro de los tres productos estudiados, el café puede ser considerado como el más volátil y el azúcar como el menos, esto podría ser explicado por las características fisi-

Cuadro 1: Desviación Estándar para las Cinco Posiciones en el Mercado de Futuros de los Productos Durante el Periodo 1986 - 1996

Producto	Primera Posición	Segunda Posición	Tercera Posición	Cuarta Posición	Quinta Posición
CAFE	0.401	0.391	0.387	0.380	0.372
CACAO	0.16q	0.163	0.159	0.157	0.155
AZÚCAR	0.085	0.067	0.060	0.057	0.049

cas de los dos productos. El azúcar puede ser considerado como un bien de primera necesidad mientras que el café es claramente un bien de lujo, esto hace que las fuerzas de oferta y demanda del primero sean más estables y además sean los principales determinantes del precio, lo cual podría no ser el caso del café. Esta explicación, obliga a que los agentes cuyo único interés en este tipo de productos es la oportunidad de ganancia extraordinaria no encuentren buenas oportunidades en ese mercado y no participen en él, eliminando así una fuente de inestabilidad en el precio (ver sección 2).

4.2.2. Análisis de Funciones de Transferencia

Para establecer el papel del mercado de futuros en las variaciones del precio spot del café, se realiza un análisis de funciones de transferencia. Estos modelos son útiles para describir sistemas económicos donde adicional a la dinámica propia de cierta serie, el comportamiento es afectado por la dinámica de otra serie asociada a esta que ayuda a explicarla. Adicionalmente, por la naturaleza estocástica se adiciona un proceso de ruido que afecta el sistema. El análisis utiliza el precio internacional del café en la Bolsa de Nueva York y las cinco primeras posiciones de los precios de futuros del café, el cacao y el azúcar, transados también en la Bolsa de Nueva York, las series corresponden al período 1986-1996 para frecuencias mensuales.

4.2.2.1. Modelos de Funciones de Transferencia⁵

Las series de tiempo a menudo son afectadas por eventos, circunstancias o aspectos que alteran su comportamiento inercial. A continuación se desarrollará una breve descripción del método que permite analizar los efectos de estas intervenciones. Para esto se utilizan las funciones de transferencia y se asume que la periodicidad de ocurrencia de las intervenciones se conoce. El objeto del análisis es determinar si existe alguna evidencia de que estas intervenciones afectan el comportamiento de la serie estudiada, que en el presente caso hace referencia al precio spot del café.

Para entender las funciones de transferencia, es necesario partir de dos series de tiempo, X y Y; tales que Y afecte a X (en un solo sentido); pero que un cambio en X no afecte a Y, de hecho se supone una respuesta de X con cierto rezago ante un impulso en Y, este tipo de cambios se conoce como una respuesta dinámica; los cuales son la base de los modelos de funciones de transferencia.

Adicionalmente es necesario suponer que tanto X como Y son distribuidas en intervalos equidistantes. Se utilizan las funciones de transferencia para modelar la naturaleza y la magnitud de los efectos de la intervención y así establecer si un comportamiento inusual en cierta serie de tiempo está relacionado con cambios en otra variable. Basados

⁵ Algunos aspectos más detallados se encuentran en Box, Jenkins y Reinsel (1994)

en el estudio de Box y Tiao (1975) el modelo general se puede expresar como:

$$X_t = \frac{\omega(B)B^b}{\delta(B)} Y_t + N_t \quad (10)$$

donde B es el operador de rezados, $\delta^{-1}(B)\omega(B)B^b\epsilon_t$ representa el efecto de la transferencia sobre la serie X. N_t es el ruido del proceso que representa los antecedentes de la serie sin transferencia. Se asume que N_t sigue un modelo ARIMA de orden (p, q, d) estadísticamente independiente de la variable de intervención.

La herramienta básica empleada en la identificación del proceso es la función de correlación cruzada entre las variables objetivo. Sin embargo, es necesario que las series sean estacionarias, o que su diferenciación conduzca a esta propiedad. Después de diferenciar las series de veces el modelo puede ser escrito en la siguiente forma:

$$X_t = V_0 Y_t + V_1 Y_{t-1} + V_2 Y_{t-2} + \dots + n_t \quad (11)$$

donde $X_t = \nabla^d X_t$, $Y_t = \nabla^d Y_t$ y $n_t = \nabla^d N_t$ son procesos estacionarios con media cero. En este caso los coeficientes V_j miden la respuesta en el momento j de una transferencia de la variable y sobre x, j periodos adelante.

4.2.2 Estimación del Modelo de funciones de Transferencia

A través de funciones de transferencia se intenta determinar el papel que juegan los precios de futuros del café, de cacao y de azúcar en la determinación del precio internacional del café en la Bolsa de Nueva York en el contrato "C" pues los tres productos se negocian en este contrato. El análisis parte de los aspectos anteriormente descritos sobre la determinación de los precios de futuros y su relación con el precio *spot*, suponiendo que este último no tiene influencia en la formación del precio de futuros del mismo producto, y de los precios del cacao y el azúcar. Para vali-

dar este supuesto se realizó la prueba de causalidad en el sentido de Granger. Esta prueba asume que la información relevante para la predicción de dos variables está contenida únicamente en la historia de estas variables, lo cual se denomina relación de causalidad.

Los resultados obtenidos, permiten entender que los precios de futuros de los tres productos se forman exógenamente a partir de expectativas sobre el comportamiento de estos productos y del rendimiento que surge por la tenencia de los mismos en el futuro. No dependen del comportamiento actual del precio de los físicos pues las relaciones encontradas son unidireccionales: los precios de futuros causan el precio spot pero no al contrario (anexo 2).

Este supuesto permite abordar el problema suponiendo que los precios del mercado de futuros del café, el azúcar y el cacao son elementos que transfieren información al comportamiento del precio spot del café. El objetivo del análisis es determinar si estas transferencias efectivamente logran desviar la senda que la variable en cuestión sigue.

Las series de precios de futuros en cada posición para los tres productos son expresadas logarítmicamente, encontrándose que todas poseen una raíz unitaria (anexo 1), lo cual las hace no estacionarias, por lo que es necesaria la diferenciación. En total se analizaron 15 series que representan las variaciones porcentuales de las variables. Posteriormente se estimaron los modelos de funciones de transferencia, empleando al precio *spot* del café como variable dependiente y a los precios de su mercado y de los otros dos productos como independientes⁶.

El análisis para cada posición como factor de transferencia busca establecer el modelo de funciones de transferencia cuya forma polinomial general rezagada es:

$$X_t = \frac{(\omega_0 + \omega_1 B + \dots + \omega_n B^n)}{(1 - \delta_1 B - \dots - \delta_m B^m)} Y_t \quad (12)$$

⁶ Los resultados de analizar el efecto de las quince posiciones conjuntas (no reportados) no permiten determinar relaciones de transferencia claras, por lo que tan solo se centrará en el efecto individual.

donde n es el número de rezagos en el numerador, m en el denominador y Y_t la variable cuyo efecto desea ser establecido, bajo la hipótesis de que el efecto es cero, para cada período de tiempo.

La idea central que esta hipótesis plantea es que el precio de cada posición evaluada tiene efectos sobre la volatilidad del precio *spot* del café en el momento i -ésimo. Los resultados se verificaron por medio de las funciones de correlación cruzada entre los residuos del modelo estimado y los residuos de la estimación que incluye la constante y los componentes autorregresivos de orden 2 y 4 (ausente en el análisis anterior). Estas funciones de correlación cruzada permiten establecer la forma funcional adecuada de las funciones de transferencia para obtener residuos ruido blanco al estimarlas. Las formas funcionales fueron establecidas a través de las funciones de correlación cruzada. Los resultados del análisis para todas las posiciones y las funciones de correlación cruzada se presentan en el Anexo 4.

Analizando las posiciones de café como factores de intervención en el comportamiento del precio *spot* del café, se puede afirmar que sólo las tres primeras posiciones del café pueden ser consideradas como factores que alteran la senda del precio *spot*. Un cambio en los precios de estas posiciones afecta inmediatamente el comportamiento de la variable dependiente, además, el cambio ocurrido en esos precios, dos meses atrás, transfiere información que altera el comportamiento hoy del precio *spot*. Cabe anotar que las tres posiciones funcionan bajo la misma estructura de rezagos:

$$Dlp_{spot} = \omega_0 + \omega_1 B^2 Dlp_{spot} + \omega_2 B^4 Dlp_{spot} + \frac{(\omega_3 + \omega_4 B^2)}{1 - \omega_5 B^{12}} Y_t + \varepsilon_t \quad (13)$$

donde Y_t es el logaritmo de la posición diferenciada del café, y ε_t es el término aleatorio. Para una mejor interpretación de la estructura estimada, esta se puede reescribir como sigue:

$$Dlp_{spot} = \omega_0 (1 - \omega_5) + \omega_1 Dlp_{spot_{t-2}} + \omega_2 Dlp_{spot_{t-4}} - \omega_1 \omega_5 Dlp_{spot_{t-14}} + \omega_2 Dlp_{spot_{t-4}} - \omega_2 \omega_5 Dlp_{spot_{t-16}} + \omega_3 Y_t + \omega_4 Y_{t-2} + \varepsilon_t + \omega_5 \varepsilon_{t-12} \quad (14)$$

Se presentan a continuación los parámetros estimados con sus respectivos t-student para la primera posición:

	ω_0	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4	ω_5
	2.24	0.28	0.30	0.04	0.06	0.83
t-student	(1.02)	(2.52)	(2.69)	(2.81)	(2.43)	(5.37)

La estimación de los parámetros sugiere que el efecto inmediato producido por un aumento en la variación porcentual en la cotización de la primera posición de café, es menor que el efecto que se presenta producto de un cambio ocurrido hace dos meses en la misma variable.

Ambos efectos van en la misma dirección. Aumentos en las variaciones de los precios de la primera posición, aumentan la variación porcentual del precio *spot*. Un aumento hoy, de 1% en la variable independiente aumenta la volatilidad del precio *spot* en 4%. Ese mismo aumento ocurrido hace dos meses, la aumenta en 6.2%.

Cambios en el precio de la segunda y tercera posición tienen efectos en la misma dirección que el que tienen los cambios en la primera posición, sobre la variación en el precio del café para entrega inmediata y en el mismo momento. Una parte del efecto de la transferencia se presenta inmediatamente y la otra con un rezago de dos meses. A continuación se presentan los parámetros estimados para la segunda y la tercera posición respectivamente.

Segunda posición:

	ω_0	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4	ω_5
	3.360	0.270	0.300	0.042	0.036	0.870
t-student	(0.79)	(2.47)	(2.41)	(2.21)	(2.34)	(5.97)

Un aumento de uno por ciento en la variación porcentual del precio de la segunda posición, aumenta 4.2% hoy la volatilidad en el precio *spot* y ese mismo cambio ocurrido hace dos meses lo hace en 3.6%.

Tercera posición:

	$\bar{\omega}_0$	$\bar{\omega}_1$	$\bar{\omega}_2$	$\bar{\omega}_3$	$\bar{\omega}_4$	$\bar{\omega}_5$
	4.37	0.27	0.30	0.053	0.04	0.90
t-student	(0.64)	(2.45)	(2.71)	(2.05)	(2.01)	(6.08)

De nuevo, el efecto es el mismo. Un aumento de 1% en la variación del precio de la tercera posición, aumenta el cambio en el precio 5.3% inmediatamente y ese mismo cambio, ocurrido dos meses atrás hace que las variaciones en el precio *spot* se aumenten 4%.

Puede concluirse que aumentos en la variación de las cotizaciones de futuros de las primera, segunda y/o tercera posición de café produce un aumento en las variaciones del precio *spot*.

Este resultado puede ser explicado por el hecho de que los agentes que participan en el mercado ven en las variaciones del precio de futuros una oportunidad de ganancia extraordinaria que debe ser aprovechada. Al tratar de hacerlo, a través del arbitraje, estos agentes emiten señales que modifican las expectativas del mercado sobre el comportamiento de los físicos en un futuro próximo, esta reacción se traduce en cambios bruscos sobre el precio del café para entrega inmediata. Es decir, lo hacen más volátil, pues su comportamiento no refleja únicamente los fundamentales sino que además incluye el componente de expectativas de los agentes especuladores, quienes entran bien sea comprando y almacenando o vendiendo para obtener una ganancia adicional tergiversando las señales del mercado.

Este almacenamiento por conveniencia, también es característico de agentes interesados en el café por sus características físicas, quienes a través de este comportamiento buscan reducir costos, lo cual sumado a las presiones de los especuladores aumenta la volubilidad del precio *spot*.

El que para las posiciones más lejanas de café no fuera posible encontrar evidencia que evitara rechazar la hipótesis alternativa, se puede explicar porque a largo plazo los agentes se cubren más eficientemente. Pueden formar

sus expectativas de manera mas apropiada dado un mejor conjunto de información más amplio haciendo que las oportunidades de ganancia extraordinaria por ese motivo, se reduzcan. Así, a largo plazo, sólo los agentes interesados en el bien por sus características físicas participan en el mercado. Estos agentes logran anticiparse a acontecimientos futuros relacionados con la oferta y demanda de café estabilizando el funcionamiento del mercado y por esta vía el precio de los físicos para entrega inmediata.

En cuanto a la relación entre el cambio en el precio spot con las variaciones en los precios de futuros de otros productos, se pudo establecer que dos de las cinco posiciones del cacao, la primera y la segunda, pueden ser consideradas como factores que transfieren información al precio *spot* del café.

Las dos posiciones del cacao que transfieren información, siguen una estructura de rezagos igual entre si pero diferente a la que opera en el caso del café.

La estructura de rezagos que opera para las dos posiciones se presenta a continuación:

$$Dlp_{spot} = \bar{\omega}_0 + \bar{\omega}_1 B^2 Dlp_{spot} + \bar{\omega}_2 B^2 Dlp_{spot} + \frac{(\bar{\omega}_3 + \bar{\omega}_4 B)}{1 - \bar{\omega}_5 B^2} Y_1 + \varepsilon_1 \quad (15)$$

En este caso, Y_1 el logaritmo del precio diferenciado de la posición de futuros del cacao. Al igual que en los casos anteriores, B es el operador de rezagos y ε_1 el término aleatorio. Esta estructura puede ser reescrita de la siguiente manera para facilitar su interpretación:

$$Dlp_{spot} = \bar{\omega}_0 (1 - \bar{\omega}_5) + \bar{\omega}_1 Dlp_{spot_{t-2}} - \bar{\omega}_1 \bar{\omega}_5 Dlp_{spot_{t-14}} + \bar{\omega}_2 Dlp_{spot_{t-4}} - \bar{\omega}_2 \bar{\omega}_5 Dlp_{spot_{t-16}} + \bar{\omega}_3 Y_1 + \bar{\omega}_4 Y_{1,t-1} + \varepsilon_1 + \bar{\omega}_5 \varepsilon_{1,t-2} \quad (16)$$

Esta estructura indica que un cambio en el precio de cada una de las posiciones (léase primera y segunda) afecta la volatilidad del precio *spot* del café. En ambos casos, la respuesta se presenta una parte en el momento en que se presenta el cambio y otra con un mes de rezago.

La probabilidad de que la respuesta del precio *spot* a cambios en los precios de futuros sea inmediata es más alta que la probabilidad de que ésta se presente un mes

después, aunque su efecto es mayor. Los signos de 0₃ y 0₄ son negativos, lo cual indica que como alternativas de inversión el cacao y el café son activos sustitutos en el portafolio de los agentes.

Un aumento en el precio de futuros del cacao, negociado para entrega próxima reduce la volubilidad del precio del café. Esto podría explicarse por la intervención de los fondos de inversión y demás inversionistas. Un aumento en las variaciones del precio de futuros del cacao representa una mayor opción de ganancia en el futuro, tanto para quienes poseen este tipo de instrumento como para quienes poseen cacao directamente, lo cual reduce la demanda por café, (por lo menos la demanda proveniente de aquellos agentes a quienes no les interesa el bien con fines comerciales sino la posibilidad de ganancia) y por esta vía la inestabilidad en su precio, pues será determinado por los fundamentales.

Además de la sustituibilidad entre el cacao y el café explicada en términos de alternativas de inversión, también es necesario tener en cuenta la sustituibilidad producto de las características físicas de los bienes. Tanto el cacao como el café son cultivos permanentes cuya explotación se lleva a cabo en su mayoría por unidades campesinas no muy tecnificadas y forman parte de lo que se conoce como economía campesina; por el lado del consumo, el café y el cacao son dos productos claramente sustitutos, en su consumo directo como bebidas y como materia prima.

Así, la variación en el precio *spot* del café explicada por las variaciones del precio de las dos primeras posiciones de cacao puede ser explicada tanto por el comportamiento de los fundamentales como por razones especulativas.

Los parámetros estimados para la primera y segunda posición se presentan a continuación:

Primera Posición:

	ω_0	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4	ω_5
	0.34	0.33	0.29	-0.007	-0.07	-0.056
t-student	(1.07)	(3.00)	(2.63)	(-3.67)	(-2.24)	(-6.34)

Un aumento de uno por ciento en la variación del precio de la primera posición reduce la volubilidad del precio *spot* del café hoy 0.7% y ese mismo cambio ocurrido hace un mes la reduce 7%. Este último efecto es mucho menos contundente que el primero pues la probabilidad de que se presente es menor.

En el caso de la segunda posición:

	ω_0	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4	ω_5
	0.27	0.3	0.22	-0.028	-0.011	-1.14
t-student	(0.62)	(2.52)	(2.88)	(-3.01)	(-2.18)	(-10.34)

El patrón se cumple de la misma manera. Un aumento de 1% en la variación porcentual del precio de la segunda posición del cacao, reduce las variaciones en el precio *spot* del café 2.8%, ese mismo cambio, ocurrido hace un mes la reduce hoy.

En el caso del azúcar no se pudo probar que las posiciones de azúcar puedan ser consideradas como factores de transferencia de ruido que altera el comportamiento del precio *spot* del café durante el período estudiado. Esto podría explicarse por el hecho de que los dos productos no son alternativas de inversión sustitutas, el primero ofrece mejores posibilidades de ganancia. O porque por sus características físicas y agronómicas no son similares.

El azúcar es un cultivo temporal industrializado, lo que permite mayor control sobre la oferta haciendo que ésta responda más rápido a cambios en la demanda (que es relativamente estable), evitando así que el precio tenga fluctuaciones bruscas, mientras que el café es un cultivo permanente que no permite este tipo de ajuste. Además el consumo de los dos productos no puede ser comparado pues sus usos son diferentes. Esto influye en las posibilidades de ganancia extraordinaria que ofrecen los productos.

Es importante anotar que cuando se menciona que un efecto sobre la variable dependiente es más contundente que otro, se está hablando de la probabilidad de que exist

ta una transferencia por parte de las variables independientes.

Como es de esperarse, el efecto del mercado de futuros del café es más fuerte y más contundente sobre las variaciones en el precio spot del café que el efecto del mercado de futuros de cacao sobre estas mismas.

Es necesario tener en cuenta que en ninguna las regresiones no se obtuvo un R^2 mayor de 55%, lo cual permite afirmar que aunque las variables mencionadas son factores de transferencia de ruido no son los únicos que afectan la volatilidad del precio spot del café.

5. CONCLUSIONES

Actualmente los instrumentos financieros como futuros y opciones se han convertido en una alternativa para los agentes que buscan protegerse del riesgo que para ellos y sus economías representa la alta variabilidad en los precios de los productos básicos, ¿pero qué papel juegan estos instrumentos en la dinámica del precio internacional del café? Esta es la pregunta básica de este artículo.

El análisis econométrico permite concluir que este tipo de instrumentos tienen un efecto importante sobre la volatilidad del precio *spot* del café.

1. Aunque las estimaciones permiten establecer que sí existe intervención por parte del mercado de futuros del café en la volatilidad del precio *spot*, también permiten concluir que sólo las tres posiciones de futuros de éste, pueden ser consideradas como factores de intervención.
2. De las cinco posiciones en el mercado de futuros del café, sólo las tres primeras (las más cercanas) afectan la variable, lo cual valida los supuestos teóricos sobre el efecto en el precio *spot* del precio de futuros expuestos en la primera parte de este artículo: Los futuros en el corto plazo emiten señales al mercado que ocasionan movimientos masivos de los agentes distorsionando las tendencias del mercado de físicos.
3. La relación entre las primeras posiciones y la volatilidad de este precio es directa, un aumento en las variaciones

del precio de los futuros permite preveer una escasez o un exceso de oferta, lo cual lleva a los agentes a modificar por un lado sus tenencias de físicos dada la racionalidad de los agentes, y por el otro genera una posibilidad de ganancia extraordinaria. Estos dos hechos hacen que sobre el precio de los físicos existan presiones adicionales a aquellas ejercidas por los fundamentales del mercado, lo cual lo hace más volátil.

4. Por otro lado, el que los agentes formen sus expectativas de manera racional, hace que en un período de tiempo más largo, las posibilidades de ganancia extraordinaria desaparezcan, de tal manera que las transacciones de futuros no tengan efecto alguno sobre la volatilidad del precio *spot* pues los agentes se anticipan evitando que existan tendencias que presionen al mercado a comportarse diferente a lo establecido por las fuerzas de oferta y demanda. Lo anterior explica por qué las posiciones más lejanas no afectan el precio *spot*.
5. En cuanto a la relación planteada entre la volatilidad de éste y la del azúcar, las estimaciones no permiten concluir que existe ninguna relación entre ellos. Los agentes no los consideran comparables como alternativas de inversión, ni como bienes físicos, por lo que los precios de futuros del azúcar funcionan como factores de transferencia de ruido sobre la volatilidad del precio *spot* del café.
6. Entre las razones a las que se les puede atribuir este fenómeno dada la naturaleza de corto plazo del análisis, se puede destacar el hecho de que el precio del azúcar esté determinado principalmente por los fundamentales puesto que es un bien que cubre necesidades básicas. Esto anula la posibilidad de que en ese mercado participen agentes cuyo único fin sea el obtener ganancias extraordinarias sin grandes inversiones.
7. En el caso del cacao, las negociaciones de futuros sí pueden ser consideradas como factores de intervención en la volatilidad del precio *spot* del café.
8. La relación de sustituibilidad agronómica y de consumo, que existe entre los dos productos, hace que exista una relación de sustituibilidad entre los dos como

alternativas de inversión. Así, si las variaciones en el precio de las posiciones de cacao aumentan, las variaciones en el precio *spot* del café disminuyen.

9. Lo anterior se explica porque el cambio en el precio de futuros del cacao puede ser interpretado como una escasez o exceso de oferta futura del mismo por los inversionistas, para quienes aparece entonces, la posibilidad de ganancia extraordinaria en el momento de liquidación de los contratos. Esto reduce la volatilidad del precio *spot* del café, pues durante ese período de tiempo, los agentes interesados en el café por sus características físicas, sean quienes intervienen en el mercado haciendo que su precio sea determinado por las fuerzas de oferta y demanda. Así, durante este período el precio *spot* no tiene presiones extraordinarias por lo menos provenientes del comportamiento de los bienes sustitutos que lo hagan desviarse de su senda.
10. Sólo los movimientos de las dos primeras posiciones del cacao tienen efecto sobre la variable en consideración, pues en el largo plazo los agentes anulan de nuevo cualquier posibilidad de ganancia extraordinaria.
11. La relación existente entre el mercado de físicos y el de futuros, hace evidente la necesidad de desarrollar herramientas de observación y cuantificación del comportamiento de este último por parte de los países productores, pues todo nuevo instrumento que se utilice con la intención de estabilizar el precio o de contribuir a desinflar las «burbujas especulativas» que aparecen periódicamente, generando expectativas que causan inquietud entre los consumidores, finalmente redundan en beneficio de los productores. En el caso colombiano, los estudios sobre el tema deben ser promovidos y apoyados por la Federación Nacional de Cafeteros pues su objetivo primordial como institución, es el de proteger a los productores y a través de ellos al país de los continuos movimientos bruscos del precio internacional.

Las conclusiones encontradas a partir de la evidencia empírica, por algunos autores como Myers (1993), sobre la heterocedasticidad (volatilidad en el tiempo) característi-

ca de los precios de los productos básicos, plantean la posibilidad de estudiar el precio *spot* del café suponiendo que este sigue un proceso Browniano simple y con base en este análisis, sería interesante determinar el efecto del mercado de futuros sobre esa variable para obtener resultados que pudiesen ser comparados con los obtenidos por este trabajo en aras de lograr un mayor entendimiento del fenómeno.

La utilización del mercado de futuros como instrumento estabilizador de los ingresos de países productores es una buena manera de aprovechar su efecto, pero no se debe olvidar el hecho de que esta cobertura se puede lograr únicamente en el corto plazo pues es entonces cuando el efecto de especuladores se hace más evidente.

Finalmente, dada la importancia que posee el sector cafetero para el país, vale la pena recomendar el desarrollo de trabajos de investigación posteriores que profundicen en la relación encontrada por este artículo, para tenerlo en cuenta en el diseño de políticas destinadas a beneficiar al sector.

BIBLIOGRAFÍA

1. AKIYAMA, Takamasa y PANAYOTIS N, Verangis. "El Impacto de Cuotas de Exportación del Acuerdo Internacional del Café sobre el Mercado Mundial de Café" en Ensayos de Economía Cafetera, año 2, número 3, 1989.
2. ANDERSON, R.W. and POWELL, A. "Securitization and Commodity Contingency in International Lending". En The Economic Journal, Diciembre de 1989.
3. Asesores del Gobierno en Asuntos Cafeteros «La Evolución de la Bolsa de Café de Nueva York durante 1.995 y entre Enero y Mayo de 1.996» documento 06 de 1.996
4. BOHMAN, Mary. «Rent Seeking and International Commodity Agreements: The Case of Coffee». en Economic Development and Agriculture Change. Vol. 44 # 2.
5. BOX, George; JENKINS, Gwilym and REINSEL, Gregory. «TIME SERIES ANALYSIS: Forecasting and Control». Third Edition, 1.994
6. CÁRDENAS G, Jorge. "Tendencia de la Economía Internacional del Café" en Ensayos de Economía Cafetera, año 5, número 2, 1.992.
7. CHOE, BJ «Commodity Price Forecast and Future Prices». en Paper 436, The World Bank (1.990).

8. CLAESSENS, Stijin. «Manejo del Riesgo del Precio de los Productos Básicos Utilizando Instrumentos Financieros» en Ensayos de Economía Cafetera, año 5, número 7, 1.991.
9. CLAVIJO, Sergio; JARAMILLO, Carlos Felipe y LEIBOVICH, José (compiladores). «El Negocio Cafetero ante el Mercado Cafetero». Informe de la Comisión Mixta para el Estudio del Café.
10. CLAVIJO, Sergio; LEIBOVICH, José y FERRUFIÑO Adriana. «Análisis del comportamiento de las Variables Cafeteras Fundamentales». en Ensayos de Economía Cafetera No 4 año 4, 1.993.
11. COFFE, SUGAR & COCOA EXCHANGE, INC. «Statistical Annual». 1.989, 1.990, 1.991, 1.992, 1.993, 1.994 y 1.995.
12. JARAMILLO, Carlos Felipe. «El Mercado de Futuros y el Manejo de Riesgos en el Sector Cafetero.» en Ensayos de Economía Cafetera, No 4, año 2, 1.989.
13. JARVIS, Ls, BOHMAN, M, SUMMER, DA, SUSLOW, VY «Acuerdo Internacional del Café y Asociación de Productores» en El Negocio Cafetero ante el Mercado Libre, 1.991, Clavijo, Jaramillo y Leibovich (compiladores).
14. JUNGUITO, Roberto y PIZANO, Diego (coordinadores) «Producción de Café en Colombia». (1.991) FEDESARROLLO y Fondo Cultural Cafetero.
15. JUNGUITO, Roberto y PIZANO, Diego (compiladores) «El Comercio Exterior y la Política Internacional del Café». (1.993) FEDESARROLLO y Fondo Cultural Cafetero.
16. KAMINISKY, G. and KUMMAR, M. «Efficiency in Commodity Future Markets». IFM Working Paper.
17. Landells Mill Commodities Studies «Tendencias en el Consumo y Canales de Comercialización del Café.» en El Negocio Cafetero ante el Mercado Libre, 1.991, Clavijo, Jaramillo y Leibovich (compiladores).
18. LAPP, John and SMITH, Vincent H. «Aggregate Sources of Relative Price Variability among Agricultural Commodities, en Journal of Agricultural Economics, vol 74, #1.
19. LEIBOVICH, José. «La inestabilidad de los Precios internacionales del Café y el Mercado de Futuros», en Ensayos de Economía Cafetera No 4, año 2, 1.989
20. LIBREROS D, Eduardo. «Bolsa de Futuros de Café; Principales Características», en Ensayos de Economía Cafetera No 4, año 2, 1.989.
21. MONTENEGRO, Santiago y FERRUFIÑO, Adriana. «El Nuevo Mercado Mundial del Café». documento de la Oficina de Asesores del Gobierno en Asuntos Cafeteros 1.996.
22. MONTENEGRO, Santiago. «La Crisis del Café» documento preparado para la Nueva Historia de Colombia. Editorial Planeta.
23. MYERS, Robert and HANSON, Steven. «Pricing Commodity Options When the Underlying Futures Price Exhibits Time Varying Volatility» en Journal of Agricultural Economics, vol 75 #1.
24. Oficina de Asuntos del Gobierno en Asuntos Cafeteros. «Los Nuevos Inversionistas en el Mercado de Futuros de Productos Básicos y la Evolución de la Bolsa de Café en Nueva York». diciembre 11 de 1.995
25. POWELL, Andrew, «Riesgos de Tasa de Interés, Tasa de Cambio y Productos Básicos en Colombia» en Ensayos de Economía Cafetera, número 7, año 5, 1.991.
26. POWELL, Andrew, «A General Method of Moments for Estimating the Parameters of Stochastic Process for Asset Prices: An Application to the Jump-Diffusion Process of Oil Futures» en Applied Economics Discussion Paper Series # 76. Oxford: Institute of Economics and Statistics.
27. RAMÍREZ, María José. «Utilización del Mercado de Futuros para la Estabilización de los Ingresos de los Exportadores de Café». en Ensayos de Economía Cafetera No 4, año 2, 1.989.
28. VALDES, Rodrigo. «New Financial Instruments: An Introduction to Futures and Options» en External Shocks and Stabilization Mechanism. 1994.