

Materias primas: ¿Qué cambió en la última década?

Documento de trabajo 06/2012

Agosto 2012



Estudios y Análisis Económico

www.laCaixa.es/estudios

Eduardo Pedreira
Mercados Financieros
epedreira@lacaixa.es

Miguel A. Canela
IESE Business School
mcanela@iese.edu

La responsabilidad de las opiniones emitidas en los documentos de esta colección corresponde exclusivamente a sus autores. La **Caja de Ahorros y Pensiones de Barcelona** no se identifica necesariamente con sus opiniones.

© Caja de Ahorros y Pensiones de Barcelona – “la Caixa”, 2011

© Eduardo Pedreira

© Miguel A. Canela

Resumen

- En la última década el comportamiento cíclico de las materias primas ha registrado cambios significativos. Cuando se analiza el período comprendido entre los años 1960 y 1999, la evidencia empírica muestra que las materias primas desplegaron una asimetría negativa, es decir que, en promedio, los períodos contractivos solían durar más tiempo que los expansivos, y la caída en los precios durante las recesiones solía ser mayor que el incremento que se registraba durante los períodos de crecimiento.
- Sin embargo, cuando el análisis se realiza incluyendo el período más reciente (hasta 2010), los datos muestran que la asimetría negativa prácticamente desaparece, debido a que en los últimos años la asimetría ha sido marcadamente positiva.
- Además del cambio en el comportamiento de los ciclos individuales, se estudia si existe algún grado de correlación o sincronización (co-movimiento) en la evolución cíclica de las diferentes materias primas. Los resultados que se documentan indican que el co-movimiento encontrado es significativo y que no es constante en el tiempo.
- Si bien el objetivo de la nota no es investigar cuáles son las variables que han impulsado este cambio, se puede señalar que la reducción de la volatilidad en los principales fundamentos económicos, la irrupción de China en el comercio mundial o la mayor integración y el amplio desarrollo de los mercados de capitales internacionales, son algunos de los factores que explican este nuevo comportamiento.

El comportamiento cíclico de las materias primas ha experimentado una profunda transformación en los últimos años. Una adecuada comprensión y estimación de estos cambios es importante para distintos tipos de agentes. Es relevante para los responsables de política económica cuando diseñan estrategias anti-cíclicas de estabilización, especialmente en los países cuyas exportaciones dependen críticamente de estos productos. A nivel del sector privado, las empresas que venden o compran materias primas pueden utilizar ese conocimiento para mejorar la gestión de riesgos y, de esta forma, reducir las pérdidas que se podrían derivar de fluctuaciones inesperadas. En el ámbito de la gestión de inversiones, también resulta de interés conocer las pautas cíclicas de los precios de productos que han pasado a ocupar un lugar significativo en muchas carteras.

Los factores que presumiblemente han dado pie a la nueva configuración de los ciclos de las *materias primas* son múltiples. En primer lugar, a lo largo de la última década se han registrado cambios de profundo calado a nivel internacional en la dinámica macroeconómica: fuerte reducción en la volatilidad de las principales variables económicas, irrupción de China en el comercio mundial, etc. Lo mismo ha ocurrido en el ámbito de los mercados financieros: mayor integración y amplio desarrollo de los mercados de capitales internacionales, elevada innovación financiera, automatización y estandarización de las operaciones, utilización de las materias primas como objeto de inversión, intermediación y fuente de especulación. El comportamiento de los precios de las *materias primas* no ha sido ajeno a este nuevo escenario global, situación que se ha manifestado a través de cambios significativos en la duración de las diferentes fases cíclicas, así como en la magnitud de la variación de los precios (amplitud) en los períodos de expansión y de contracción.

Esta nota pretende analizar las características de los ciclos presentes en los mercados de materias primas a partir del análisis de los precios, con especial énfasis en los cambios acontecidos a lo largo de la última década.

Para este cometido, se utilizarán técnicas que habitualmente se emplean para el estudio de los ciclos económicos. En concreto, se utiliza el algoritmo desarrollado por Bry y Boschan (1971), que permite fechar de forma objetiva los puntos de giro ("*turnings points*") presentes en una serie. Una vez establecidos los puntos de giro es posible construir estadísticas que permiten identificar características relacionadas a las diferentes fases cíclicas de una variable.

A pesar de que en términos de ciclos económicos una década es un período relativamente corto para realizar una valoración definitiva, la evidencia empírica encontrada indica que una gran parte de este cambio puede tener carácter permanente. Hay elementos, sin embargo, que tienen un claro carácter transitorio y, por tanto, irán cediendo terreno de forma paulatina.

También se analizan las relaciones existentes entre los ciclos de las distintas *materias primas*. La percepción popular es que los precios de las materias primas tienden a fluctuar de forma coordinada y la evidencia que aquí se documenta apunta precisamente en esa dirección. Sin embargo, oscilaciones en los precios de las materias primas agrícolas relacionadas a una fuerte sequía no deberían impactar de forma significativa en, por ejemplo, la evolución de los precios de los metales. Cashin, McDermott y Scott (1999b), señalan que encontrar un movimiento conjunto superior o inferior al que se podría explicar con variables económicas abre la posibilidad de interpretar estos movimientos como irracionales (comportamiento de "rebaño" o "moda") y, por tanto, a rechazar la hipótesis de que la formación de precios en estos mercados se hace de forma competitiva. En la nota se analiza la existencia de co-movimiento entre las materias primas. Para medir el grado de co-movimiento se usan dos técnicas. La primera es la correlación lineal entre los ciclos de las materias primas (series binarias). La segunda, llamada medida de concordancia, ayuda a valorar el grado de sincronización entre dos series.

¿Cómo se determina la fecha en la que el ciclo de una materia prima alcanza un pico o un valle?

La datación de los ciclos económicos tiene una larga tradición en Estados Unidos, ya que este país cuenta con el *Business Cycle Dating Committee* del *National Bureau of Economic Research* (NBER), organismo oficial que se encarga de determinar los ciclos económicos. El procedimiento usado por el NBER se basa fundamentalmente en el trabajo de Burns y Mitchell (1946). Estos autores definieron los ciclos de una serie en términos de los puntos de giro a lo largo de la misma.

Uno de los algoritmos más utilizados para localizar los puntos de giro es el desarrollado por Bry y Boschan (1971), que precisamente replica muy bien los resultados del NBER. El algoritmo de Bry y Boschan es básicamente un procedimiento que reconoce patrones en una serie de datos. El algoritmo de Bry y Boschan consta de tres pasos claves:

- (i) Se procede a buscar un conjunto inicial de puntos de giro en la versión alisada de una serie ajustada estacionalmente (media móvil de 12 meses).
- (ii) Se verifica que las expansiones y las contracciones se van alternando. En el caso de que se daten dos expansiones de forma consecutiva, se opta por aquella que tenga mayor valor en la serie original.
- (iii) Se eliminan determinados puntos de giro con el fin de asegurar que tanto las fases como el ciclo completo exceden la duración mínima elegida inicialmente.

El procedimiento utilizado en esta nota es una variante del desarrollado por Bry y Boschan (1971), presentada por Harding y Pagan (2002), pero que conserva los tres principios de reconocimiento de patrones¹.

- ✓ La diferencia principal consiste en omitir el paso que suaviza la serie.

Harding y Pagan argumentan que al no alisar los datos, se evita eliminar las observaciones anómalas, algo que permite conservar ciertos movimientos que pueden ser muy relevantes en los precios de las materias primas.

¹ En el anexo A se detallan los diferentes pasos.

La elección de la duración de las fases y el ciclo es, debido a la arbitrariedad, uno de los aspectos que se le pueden criticar a la metodología. En esta nota se exige que el ciclo completo dure como mínimo cinco trimestres y las fases tengan una duración de al menos dos trimestres. Si bien es posible argumentar que sería más acertado fijar diferentes duraciones para las fases y ciclos de determinadas materias primas, se considera más apropiado usar una regla que sea homogénea para todas las series.

Tanto el procedimiento desarrollado por Bry y Boschan (1971) como la variante de Harding y Pagan (2002) comparten dos ventajas técnicas. La primera deriva de la naturaleza del método, la cual implica que la datación de los puntos de giro en la serie es relativamente independiente de la muestra usada. De agregarse nuevas observaciones al final de la serie se podría tener que revisar el último pico o valle, pero el resto de los puntos identificados permanecerán sin cambios.

La segunda, surge de la definición de ciclo adoptada en esta nota -denominada como "ciclo clásico"- la cual está en línea con los trabajos de Watson (1994), Cashin, McDermott y Scott (1999a) y Cashin, McDermott y Scott (1999b). El ciclo clásico describe un período expansivo (contractivo) como un período de incremento (caída) sostenido en la serie y no como una etapa de crecimiento por encima (debajo) de la tendencia.

Un planteamiento alternativo es computar el ciclo en términos de la desviación de la serie original respecto de su tendencia, método conocido como "ciclo de crecimiento". Sin embargo, la ventaja de utilizar el ciclo clásico es que permite trabajar con las series en niveles y, por tanto, evita la elección subjetiva de un método para extraer la tendencia.

¿Qué características presentan los ciclos de las materias primas?

El análisis se ha realizado con datos mensuales para 12 materias primas individuales y 4 índices agregados de materias

primas, obtenidos de la base de datos del Fondo Monetario Internacional (FMI). La muestra abarca el período comprendido entre enero de 1960 y diciembre de 2010.

Para calcular el precio real de las materias primas se ha procedido a deflactar el precio nominal con un índice de precios de exportaciones de 11 países ponderados por el peso de su PIB en términos de PPA (paridad de poder adquisitivo).

Con el objetivo de contrastar la robustez de los resultados logrados con los que han sido documentados en estudios previos, se ha realizado la exploración para diferentes subperíodos. Por esta razón, los resultados del análisis se presentan para tres períodos: 1960:1-2010:1, 1960:1-1999:8 y 1999:1-2010:1.

En el gráfico 1 se pueden observar los ciclos estimados para algunas materias primas durante el período 1960:1-2010:1. Los períodos expansivos aparecen sombreados en color gris y los recesivos en blanco. El “valle” de una contracción se encuentra al comienzo del área gris y el “pico” de la expansión se encuentra al final. A primera vista se puede apreciar que no todos los movimientos de las series se identifican como picos o valles.

En la tabla 1 se exhiben las características más relevantes asociadas a los puntos de giro presentes en las diferentes materias primas, diferenciando los períodos expansivos de los contractivos. Para cada fase del ciclo se presentan los resultados correspondientes a la duración promedio (en meses), la amplitud agregada promedio (en porcentaje de variación) y la amplitud mensual promedio (media geométrica a partir de la duración). Además, en la última columna de la tabla se informa del porcentaje de tiempo que cada materia prima ha permanecido en recesión.

Enero de 1960 a diciembre de 2010

La tabla 1.A presenta los resultados obtenidos para el total de la muestra. La primera constatación importante es que, si bien se puede apreciar una cierta asimetría negativa (en el sentido de que los períodos contractivos duran más y en ellos la variación absoluta de

precios es superior), la misma no es tan clara como se documenta en otros trabajos². Es importante observar que las duraciones no son homogéneas, una circunstancia que apoya el argumento de que las materias primas no presentan una tendencia a subir y bajar de forma conjunta.

Como se puede observar, el comportamiento de los metales es mixto. Por una parte se encuentran el níquel, el oro y la plata, metales que registran una clara asimetría positiva, ya que la magnitud de la duración y la amplitud es mayor en las expansiones. En el caso de la plata, la duración promedio del ciclo expansivo es de 29 meses, período durante el cual el precio se incrementa en torno al 73%. Las contracciones duran aproximadamente 23 meses y la caída en precio es del 67%. Respecto al oro, si bien la duración de las expansiones y recesiones es prácticamente igual, el porcentaje de variación del precio en las expansiones -en términos absolutos- es trece puntos porcentuales superior al de las recesiones. Por otra parte, se encuentran el aluminio y el cobre, ambos desplegando una asimetría negativa.

El petróleo registra un comportamiento singular, ya que las recesiones tienden a ser más prolongadas, pero en términos absolutos la variación de los precios en las expansiones es ocho puntos porcentuales superior a la que se produce durante las fases recesivas.

Las materias primas relacionadas con el agro presentan una asimetría con sesgo negativo, tanto a nivel de la duración como de la amplitud.

Otro aspecto importante es la rapidez con la que varían los precios a lo largo de cada una de las fases. La velocidad de cambio se puede determinar a través de la amplitud mensual relativa (promedio geométrico entre la amplitud total y la duración). En los 51 años que comprende la muestra, la caída mensual promedio de los precios durante las recesiones ha sido del 2,7%, mientras que el incremento mensual promedio en las expansiones ha sido ligeramente inferior al

² Ver los estudios de Cashin, McDermott y Scott (1999a) y Cashin, McDermott y Scott (1999b).

1,8%. En algunas materias primas, la diferencia en la velocidad a la que caen y a la que suben los precios es de una magnitud muy importante. En particular, en la tabla 1.A llaman la atención el níquel y la plata.

Enero de 1960 a agosto de 1999

En la Tabla 1.B se documentan los resultados obtenidos para el período comprendido entre enero de 1960 y agosto de 1999. Es decir, excluyendo la década más reciente.

La conclusión global es que los resultados aquí alcanzados son consistentes con los documentados en estudios previos realizados por instituciones internacionales como el FMI o el Banco de la Reserva de Nueva Zelanda. Sin embargo, sobresale el hecho de que difieren de forma importante con los presentados en el apartado anterior, que incluye los años más recientes.

En primer lugar, la asimetría es claramente negativa. Es decir, los períodos contractivos duran más que los expansivos y la caída en los precios durante las recesiones es mayor que el incremento que se produce durante los períodos de crecimiento. La asimetría negativa a la que se hace referencia se puede apreciar en el gráfico 2, donde se ordena la duración de las contracciones de mayor a menor.

La medida de amplitud (porcentaje de variación) revela que durante este período la caída promedio de los precios durante las recesiones es mayor que el incremento promedio durante las fases expansivas. La diferencia de amplitud entre las dos fases se puede observar en el gráfico 2.B, que ordena las amplitudes de las contracciones de mayor a menor.

Es interesante notar como la plata presenta un comportamiento diferente en este período menos extenso. En la tabla 1.B se puede ver que la asimetría es prácticamente nula, ya que tanto la duración como la amplitud en las diferentes fases del ciclo son iguales. El caso del petróleo es especial, ya que la duración de las recesiones es sensiblemente mayor que las expansiones, mientras que la amplitud es marginalmente mayor en las recesiones que en las expansiones.

En cuanto a la velocidad de cambio en los precios durante este período, la caída mensual promedio de los precios en las recesiones se sitúa en torno al 2,6%, mientras que el incremento promedio es de tan sólo el 1,8% mensual en las expansiones. En algunos casos la diferencia entre la velocidad a la que caen los precios y a la que suben es de una magnitud muy importante. Por ejemplo, la caída mensual promedio en el precio de la plata durante las recesiones es del 5,5%, mientras que el incremento mensual promedio a lo largo de las expansiones es del 2,3%.

Enero de 1999 a diciembre de 2010

Es muy destacable la enorme diferencia que existe entre los dos períodos analizados en los apartados anteriores y el abarcado por la última década y pico. Los resultados que se presentan en la tabla 1.C muestran que estos últimos doce años han sido una época ampliamente dominada por las fases expansivas, tanto a nivel de duración como de amplitud (columnas 10 y 11). En segundo lugar, es interesante comprobar que el estelar comportamiento desplegado por las materias primas durante 1999-2010 ha provocado que la asimetría negativa existente en los períodos anteriores se haya tornado positiva.

Así, la duración promedio de las expansiones en los últimos ciclos se ha incrementado un 25%, hasta alcanzar los 25 meses, frente a los 20 meses del período 1960-1999. A su vez, la persistencia de los períodos recesivos ha caído desde los 25 meses hasta los 16 (-36%).

Algo similar ha ocurrido con la amplitud. En la fase expansiva de los últimos ciclos, los precios han subido en promedio un 58% frente al 42% del período previo, mientras que la corrección promedio de los precios es del 40%, respecto al 47% anterior.

Cuando se analiza cada materia prima de forma individual, se puede apreciar una heterogeneidad importante. El caso de los metales es realmente llamativo, ya que pasan de tener una asimetría negativa a otra marcadamente positiva, donde la duración y la amplitud de las expansiones duplican con creces las magnitudes registradas durante las recesiones. El comportamiento desplegado

por el oro y la plata es similar, mientras que el del níquel es algo más moderado. La evolución del aluminio es una clara excepción dentro del grupo de los metales.

En el petróleo la asimetría también se ha convertido en positiva. Sin embargo, tal como se aprecia en la tabla 1.C, el cambio se debe al efecto combinado de una caída muy importante en la duración de las recesiones, y un fuerte incremento en la amplitud promedio de las expansiones.

En cuanto a la velocidad de cambio en los precios, las columnas 5 y 8 de la tabla 1.C dejan entrever un patrón muy interesante. Mientras que, en general, la asimetría de las materias primas estudiadas se ha vuelto muy positiva, la velocidad de cambio mensual de las caídas prácticamente se ha duplicado, al tiempo que la velocidad de las subidas apenas ha variado. En promedio, la caída mensual en el precio de las materias primas es del 5%, mientras que los incrementos son del 2%.

Correlación y grado de sincronización entre las materias primas

Las medidas de correlación y sincronización que se presentan en esta nota se han computado sobre los ciclos (series binarias). Esto permite recoger la observación de Cashin, McDermott y Scott (1999b), acerca de que la correlación como medida de co-movimiento, al basarse en la covarianza entre los precios, incluye tanto la frecuencia como la amplitud.

¿Por qué es importante conocer si la correlación o la sincronización entre las materias primas es baja o elevada? Confirmar que existe poca o ninguna sincronización implicaría que no se podría rechazar la hipótesis de que estos mercados son competitivos.

La tabla 2 muestra la matriz de correlaciones entre los ciclos de las materias primas. Las correlaciones con magnitudes mayores a 0,0792 son estadísticamente significativas al

5%³. Para el período 1960-2010, sólo 40 de las 120 correlaciones se sitúan por debajo del valor crítico. En general, las correlaciones más elevadas se dan entre materias primas de la misma familia (metales-cobre, cobre-oro, maíz-alimentos, etc.). Así, el índice de los metales registra una elevada correlación con el aluminio, el cobre, el níquel y la plata, mientras que el índice referido al agro despliega sus mayores coeficientes con la lana, los alimentos, el maíz y la soja. Una situación similar se puede observar para el período 1960-1999 (utilizando el valor crítico oportuno).

En general, domina la impresión de que existe una cierta correlación entre las diferentes materias primas analizadas, una situación que impide rechazar la hipótesis de que estos mercados son competitivos. Una posible explicación para esa elevada correlación es que, durante el período 1960-1999, el contexto cíclico dominante, tanto a nivel de duración como amplitud, fue la fase contractiva. Existen numerosos estudios que documentan que en períodos negativos, la relación entre los activos, aunque no pertenezcan a una misma clase, tiende a ser mayor.

En el período más reciente se puede apreciar una disminución en la magnitud de las correlaciones, así como también un incremento de los coeficientes no significativos (54 de 120). En este período, la fase expansiva ha sido la dominante, razón posiblemente por la cual observamos una disminución en el co-movimiento entre los productos analizados.

Además de la correlación, otra forma sencilla para valorar el grado de sincronización que existe entre las materias primas es por medio de un índice de concordancia. La concordancia consiste en estudiar la cantidad de tiempo que los precios de dos series permanecen en la misma fase. Siguiendo la metodología empleada por Cashin, McDermott y Scott (1999b), el grado de concordancia entre dos ciclos se ha calculado por medio de la siguiente expresión:

³ El valor crítico para el 5% se computa como $1,96/T^{0,5}$, siendo T el número de observaciones.

$$C_{ij} = T^{-1} \left\{ \sum_{t=1}^T (S_{i,t} S_{j,t}) + (1 - S_{i,t})(1 - S_{j,t}) \right\}$$

donde T es el número de observaciones, S_{it} (S_{jt}) es una variable dicotómica que toma el valor 1 cuando la serie x_i (x_j) se encuentra en una fase expansiva y 0 cuando la variable atraviesa una fase de contracción. C_{ij} mide la proporción del tiempo en que las dos series permanecen en el mismo estado.

La tabla 3.A muestra el porcentaje de meses en el que dos índices de bolsa coinciden en la fase expansiva o recesiva. La cifra que debe tenerse en cuenta es la distancia desde el 50%⁴. La información contenida en esta tabla nos permite llegar a las mismas conclusiones que se han alcanzado con el análisis de las correlaciones. En líneas generales, se puede afirmar que para el total de la muestra existe un buen grado de sincronización (es no significativa en 30 de 120 pares). Al igual que en la tabla 2.C, la tabla 3.C refleja una caída del nivel de sincronización entre los años 1999 y 2010, cuando la fase expansiva ha sido la dominante, tanto a nivel de duración como de amplitud. En este período, los pares de concordancia que no son significativos casi se duplican hasta ser 50 de 120.

La frontera eficiente y el cambio en los patrones del ciclo de las materias primas

Desde el punto de vista de un gestor de carteras, el cambio en el patrón de las fases del ciclo de las materias primas que se ha documentado tiene varias implicaciones importantes. En el gráfico 3 se presentan las tres fronteras eficientes⁵ (media-varianza) que se obtienen en los diferentes períodos estudiados.

Lo primero que llama la atención es el notable desplazamiento que registra la frontera eficiente cuando se incluye el período más reciente. En segundo lugar, es de resaltar el fuerte dominio que tiene la frontera obtenida

⁴ En dos series que no estén relacionadas, el valor esperado del valor de concordancia puede ser 50%.

⁵ Para la optimización se usan las dieciséis series de materias primas y con la restricción de que no se permiten las ventas en corto.

para el período 1999-2010 sobre las otras dos. Esta situación se explica en gran medida por la reducción en el grado de sincronización entre los ciclos de las materias primas que se ha documentado es congruente con un incremento de las ganancias por diversificación, es decir, para un mismo nivel de riesgo es posible obtener un mayor retorno del portafolio. Además, el cambio que se ha producido en la asimetría –inducida por un incremento en la amplitud y duración de las expansiones, acompañado de una caída de la amplitud y duración de las recesiones– favorece un entorno de menor riesgo.

Conclusión

En esta nota se analizan las propiedades de los ciclos presentes en los precios de las materias primas, identificando resultados interesantes. En primer lugar, los datos analizados corroboran que entre 1960 y 1999, los ciclos de las materias primas registraron asimetría negativa, ya que las recesiones fueron más prolongadas que las expansiones. En segundo lugar, se documenta que en la etapa más reciente, 1999-2010, la asimetría es muy positiva, evidenciando que las propiedades de los ciclos no son constantes sino que, por el contrario, varían a lo largo del tiempo. Tercero, a diferencia de otros estudios, la evidencia que se documenta apunta que los precios de las materias primas tienden a moverse de forma conjunta. Esto implica que la hipótesis de que los mercados de materias primas son competitivos podría ser rechazada. Sin embargo, para el período 1999-2010, la evidencia no es tan contundente como para los otros dos sub-períodos analizados. En los últimos años se observa una clara disminución de los pares de correlaciones, así como de las medidas de concordancia que resultan significativas.

Estos cambios en las pautas cíclicas están asociados a las importantes transformaciones macroeconómicas y financieras que se han producido a nivel global en la última década. En el apartado económico, se puede destacar la creciente influencia de los países emergentes dentro del orden macroeconómico

internacional, con especial protagonismo de China. En el apartado financiero, el abundante exceso de liquidez, la mayor integración de los mercados de capitales, la elevada innovación financiera y el hecho de que las materias primas se hayan convertido en un activo financiero más, han sido factores que han acelerado y profundizado los cambios identificados.

El análisis regular de los ciclos económicos, por parte de los gobiernos o empresas es importante ya que, por una parte, les permite evaluar la fase en la que se encuentra la economía y, por otra, les será de ayuda para identificar cuándo se podría producir el próximo cambio de fase. En el caso de las autoridades públicas, la información obtenida será de gran ayuda para diseñar o planificar políticas anti-cíclicas efectivas de estabilización. A nivel de las empresas, especialmente las relacionadas con el sector exportador de materias primas, un conocimiento detallado de los ciclos de los precios de las materias primas puede resultar de utilidad en al menos dos aspectos. En primer lugar, conocer la fase cíclica en la que se encuentra una determinada materia prima, y la duración aproximada que la misma puede tener, ayudarían en el proceso de decisión relacionado con las inversiones de medio y largo plazo, como por ejemplo, la de incrementar la capacidad de extracción de los metales, gas o petróleo. En segundo lugar, este conocimiento puede ser utilizado para mejorar la gestión del riesgo y así reducir las posibles pérdidas. Por un lado, una empresa o gobierno que considere que el ciclo alcista del petróleo está cercano a su fin, puede vender futuros para cubrirse ante una caída en el precio⁶. Por otro lado, esta información se puede explotar para optimizar los costes de las coberturas.

⁶ Un ejemplo de esta situación es la operativa realizada en el año 2007 por Agustín Carstens, Secretario de Hacienda y Crédito Público de México, vendiendo forwards, la cual generó importantes beneficios para las arcas del estado.

Anexo A: Pasos del algoritmo de Harding y Pagan (2002) para datar las fases del ciclo

Paso 1: Selección inicial

- Se realiza una selección inicial de picos y valles. Cada pico (valle) se sitúa en el máximo (mínimo) local de la serie, usando una ventana de dos meses antes y después del punto elegido.

Paso 2: Alternancia de fases

- Se comprueba que las expansiones y contracciones se van alternando. El algoritmo verifica que la fecha de los picos y valles no coincidan.

Paso 3: Cumplimiento de restricciones adicionales

- Se eliminan determinados puntos de giro con el fin de forzar que las fases (pico-valle y valle-pico) tengan una duración mínima de dos trimestres.
- Se verifica que el ciclo (pico-pico y valle-valle) tenga una duración mínima de al menos cinco trimestres.

Paso 4: Selección final

- El algoritmo selecciona las fechas finales para las expansiones y contracciones.

Tabla 1. Duración y amplitud de las expansiones y contracciones

1 A: 1960:1-2010:12												
	Ciclos completos	Expansiones		Contracciones			Mayor dur.	Mayor ampl.	D_e - D_c columna 3 - 6 en meses	A_e - A_c columna 4 - 7 en %		
		Duración ¹	Amplitud ² total mensual ⁴	Duración	Amplitud total mensual ⁴	Tiempo ³						
Metales	13	19	41	1,8	22	-40	-2,3	56	C	E	-2	1
Aluminio	10	27	46	1,4	31	-53	-2,4	52	C	C	-4	-7
Cobre	13	15	49	2,7	19	-49	-3,5	54	C	E	-4	0
Níquel	10	34	73	1,6	23	-70	-5,1	40	E	E	10	3
Oro	11	22	44	1,7	21	-31	-1,8	53	E	E	1	13
Plata	9	29	73	1,9	23	-67	-4,8	53	E	E	6	6
Petróleo	13	21	59	2,2	23	-51	-3,0	51	C	E	-2	8
Agro	13	19	25	1,2	21	-27	-1,5	52	C	C	-2	-2
Maíz	13	20	44	1,9	24	-45	-2,4	55	C	C	-5	-1
Trigo	12	16	44	2,3	31	-46	-1,9	67	C	C	-15	-2
Soja	12	17	50	2,4	25	-50	-2,8	52	C	E	-8	0
Algodón	13	17	39	2,0	18	-43	-3,1	50	C	C	-1	-4
Lana	13	20	43	1,8	24	-44	-2,4	55	C	C	-4	-1
Alimentos	13	19	21	1,0	21	-24	-1,3	51	C	C	-2	-3
Carne	12	27	34	1,1	21	-33	-1,9	47	E	E	6	1
Bebidas	11	26	49	1,6	25	-49	-2,7	49	E	E	1	0

1 B: 1960:1-1999:8												
	Ciclos completos	Expansiones		Contracciones			Mayor dur.	Mayor ampl.	D_e - D_c columna 3 - 6 en meses	A_e - A_c columna 4 - 7 en %		
		Duración ¹	Amplitud ² total mensual ⁴	Duración	Amplitud total mensual ⁴	Tiempo ³						
Metales	11	15	33	1,9	23	-40	-2,2	71	C	C	-7	-7
Aluminio	9	21	43	1,7	31	-50	-2,2	68	C	C	-9	-7
Cobre	11	14	46	2,7	21	-51	-3,3	69	C	C	-7	-5
Níquel	8	32	54	1,4	26	-62	-3,7	57	E	C	6	-8
Oro	7	23	48	1,7	27	-44	-2,1	70	C	E	-5	4
Plata	7	25	75	2,3	24	-74	-5,5	69	E	E	1	1
Petróleo	9	22	47	1,8	30	-49	-2,2	66	C	C	-8	-2
Agro	11	18	27	1,3	22	-27	-1,4	65	C	E	-4	0
Maíz	10	18	41	2,0	26	-47	-2,4	68	C	C	-8	-6
Trigo	9	15	39	2,2	33	-41	-1,6	77	C	C	-18	-2
Soja	8	16	50	2,6	33	-56	-2,5	69	C	C	-17	-6
Algodón	11	15	37	2,1	19	-41	-2,8	64	C	C	-4	-4
Lana	11	18	33	1,6	21	-44	-2,7	63	C	C	-3	-11
Alimentos	10	19	20	1,0	27	-27	-1,2	68	C	C	-8	-7
Carne	9	30	33	1,0	18	-38	-2,6	54	E	C	12	-5
Bebidas	9	24	49	1,7	25	-53	-3,0	63	C	C	-1	-4

1 C: 1999:1-2010:12												
	Ciclos completos	Expansiones		Contracciones			Mayor dur.	Mayor ampl.	D_e - D_c columna 3 - 6 en meses	A_e - A_c columna 4 - 7 en %		
		Duración ¹	Amplitud ² total mensual ⁴	Duración	Amplitud total mensual ⁴	Tiempo ³						
Metales	2	42	94	1,6	16	-43	-3,5	28	E	E	26	51
Aluminio	1	14	49	2,9	33	-77	-4,4	28	C	C	-19	-28
Cobre	4	19	59	2,4	10	-42	-5,3	30	E	E	9	17
Níquel	2	17	115	4,6	13	-98	-26,9	23	E	E	5	17
Oro	2	29	42	1,2	12	-8	-0,7	24	E	E	17	34
Plata	2	41	63	1,2	17	-37	-2,8	26	E	E	25	26
Petróleo	4	20	72	2,8	9	-55	-9,0	29	E	E	11	17
Agro	2	19	19	0,9	19	-27	-1,6	40	E	C	0	-8
Maíz	3	29	51	1,4	11	-37	-4,2	29	E	E	18	14
Trigo	3	21	60	2,3	21	-50	-3,2	53	C	E	-1	10
Soja	3	23	57	2,0	9	-36	-5,0	24	E	E	14	21
Algodón	3	25	47	1,5	11	-42	-5,1	29	E	E	15	5
Lana	2	28	87	2,3	27	-32	-1,4	56	E	E	1	55
Alimentos	4	21	24	1,0	8	-16	-2,3	26	E	E	13	8
Carne	2	19	41	1,8	29	-17	-0,6	60	C	E	-10	24
Bebidas	2	34	49	1,2	11	-17	-1,8	38	E	E	24	32

1. En meses. 2. En porcentaje de variación.
3. Es el porcentaje total del tiempo que cada materia prima está en recesión.
4. Es el promedio geométrico.
Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Matriz de correlaciones entre los ciclos de las materias primas

2 A: 1960:1-2010:12

	Metales	Aluminio	Cobre	Niquel	Oro	Plata	Crudo	Agro	Maíz	Trigo	Soja	Algodón	Lana	Aliment.	Carne
Aluminio	0,45														
Cobre	0,65	0,32													
Niquel	0,36	0,19	0,22												
Oro	0,03	0,10	0,21	0,00											
Plata	0,33	0,17	0,34	-0,03	0,29										
Crudo	0,26	0,27	0,30	0,17	0,05	0,26									
Agro	0,24	0,22	0,14	0,01	0,07	0,19	0,16								
Maíz	0,01	-0,08	0,06	0,06	0,20	0,26	-0,03	0,16							
Trigo	-0,07	-0,23	0,02	0,06	0,11	0,01	0,02	0,11	0,56						
Soja	0,04	0,12	0,08	0,06	0,34	0,41	0,05	0,15	0,31	0,09					
Algodón	0,23	0,13	0,21	0,06	0,05	0,32	0,17	0,26	0,23	0,11	0,25				
Lana	0,16	0,21	0,12	0,17	0,09	0,03	-0,08	0,35	0,09	0,03	0,09	0,21			
Aliment.	0,10	0,12	0,17	-0,01	0,25	0,33	0,00	0,29	0,56	0,34	0,47	0,22	0,16		
Carne	0,03	-0,15	0,05	0,00	0,20	-0,04	-0,01	0,12	0,01	-0,04	0,06	0,09	0,18	0,03	
Bebidas	0,19	-0,14	0,19	0,10	0,06	0,21	0,17	0,25	0,09	0,06	0,07	0,13	0,07	-0,04	0,00

2 B: 1960:1-1999:8

	Metales	Aluminio	Cobre	Niquel	Oro	Plata	Crudo	Agro	Maíz	Trigo	Soja	Algodón	Lana	Aliment.	Carne
Aluminio	0,38														
Cobre	0,69	0,31													
Niquel	0,25	0,05	0,24												
Oro	-0,03	0,01	0,13	-0,02											
Plata	0,23	0,19	0,27	-0,13	0,26										
Crudo	0,16	0,21	0,21	0,14	-0,01	0,21									
Agro	0,20	0,19	0,12	-0,05	0,14	0,23	0,14								
Maíz	0,00	-0,13	0,00	0,09	0,19	0,26	-0,07	0,15							
Trigo	-0,08	-0,37	-0,02	0,09	0,12	0,02	-0,01	0,01	0,54						
Soja	-0,08	0,07	-0,05	0,03	0,27	0,37	-0,04	0,15	0,25	0,08					
Algodón	0,19	0,14	0,16	0,06	0,00	0,28	0,14	0,22	0,15	-0,02	0,15				
Lana	0,22	0,16	0,19	0,15	0,11	0,17	-0,08	0,39	0,16	-0,04	0,07	0,23			
Aliment.	0,01	0,08	0,06	-0,08	0,30	0,32	-0,15	0,23	0,50	0,33	0,47	0,11	0,20		
Carne	0,15	-0,17	0,15	0,03	0,27	0,15	0,10	0,15	0,18	0,02	0,11	0,28	0,10	0,15	
Bebidas	0,16	-0,17	0,13	0,14	0,00	0,07	0,09	0,25	-0,06	0,03	0,00	0,00	0,12	-0,13	0,10

2 C: 1999:1-2010:12

	Metales	Aluminio	Cobre	Niquel	Oro	Plata	Crudo	Agro	Maíz	Trigo	Soja	Algodón	Lana	Aliment.	Carne
Aluminio	0,54														
Cobre	0,31	0,16													
Niquel	0,66	0,64	-0,07												
Oro	-0,13	0,11	0,13	-0,27											
Plata	0,38	-0,09	0,42	-0,02	0,26										
Crudo	0,45	0,34	0,42	0,16	-0,04	0,22									
Agro	0,29	0,24	0,09	0,20	-0,29	-0,02	0,14								
Maíz	-0,19	-0,13	0,12	-0,13	-0,36	-0,06	0,03	0,26							
Trigo	-0,31	-0,05	-0,05	-0,21	-0,15	-0,18	-0,07	0,31	0,58						
Soja	0,12	0,00	0,23	-0,08	0,25	0,26	0,10	0,00	0,10	-0,11					
Algodón	0,25	-0,03	0,18	-0,02	-0,19	0,32	0,19	0,45	0,29	0,30	0,28				
Lana	0,02	0,37	-0,19	0,35	-0,02	-0,41	-0,02	0,31	-0,02	0,20	0,11	0,07			
Aliment.	-0,05	-0,16	0,24	-0,09	-0,33	0,13	0,18	0,30	0,60	0,27	0,11	0,22	-0,06		
Carne	-0,10	0,13	-0,09	0,10	0,19	-0,43	-0,14	0,16	-0,26	-0,17	0,16	-0,32	0,52	-0,21	
Bebidas	0,06	-0,27	0,22	-0,25	0,10	0,56	0,26	0,14	0,23	0,13	0,10	0,36	-0,21	0,20	-0,31

Significativos al 1%.

Significativos al 5%.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Matriz de porcentajes de sincronización entre los ciclos de las materias primas

3 A: 1960:1-2010:12

	Metales	Aluminio	Cobre	Niquel	Oro	Plata	Crudo	Agro	Maíz	Trigo	Soja	Algodón	Lana	Aliment.	Carne
Aluminio	74														
Cobre	78	65													
Niquel	65	64	71												
Oro	53	49	62	60											
Plata	60	59	56	49	70										
Crudo	67	66	67	64	58	53									
Agro	65	56	70	70	65	54	57								
Maíz	55	50	57	67	68	62	53	64							
Trigo	49	42	53	55	62	57	51	52	62						
Soja	56	53	57	61	66	58	61	56	82	61					
Algodón	51	55	60	57	61	59	57	58	61	58	60				
Lana	50	47	62	53	65	53	49	67	56	57	59	67			
Aliment.	48	50	56	60	64	66	53	52	62	75	59	61	56		
Carne	70	61	58	43	69	66	55	57	58	47	61	46	50	46	
Bebidas	64	52	63	55	61	68	64	55	65	53	61	58	49	61	67

30 no significativas

3 B: 1960:1-1999:8

	Metales	Aluminio	Cobre	Niquel	Oro	Plata	Crudo	Agro	Maíz	Trigo	Soja	Algodón	Lana	Aliment.	Carne
Aluminio	75														
Cobre	75	62													
Niquel	57	61	67												
Oro	47	51	60	57											
Plata	59	65	56	44	70										
Crudo	62	68	65	60	49	46									
Agro	60	56	68	68	60	54	51								
Maíz	57	50	62	72	68	59	50	65							
Trigo	50	47	58	60	64	60	51	51	64						
Soja	59	61	60	67	66	60	61	55	78	59					
Algodón	51	55	59	57	70	58	61	60	61	63	62				
Lana	50	50	63	57	69	58	51	69	57	57	58	66			
Aliment.	48	50	61	64	71	67	52	56	63	79	65	65	63		
Carne	70	56	56	35	61	66	48	52	57	46	62	51	52	49	
Bebidas	61	51	63	49	56	62	60	54	66	57	66	60	54	61	64

26 no significativas

3 C: 1999:1-2010:12

	Metales	Aluminio	Cobre	Niquel	Oro	Plata	Crudo	Agro	Maíz	Trigo	Soja	Algodón	Lana	Aliment.	Carne
Aluminio	69														
Cobre	89	75													
Niquel	94	76	83												
Oro	70	40	65	64											
Plata	60	40	54	59	72										
Crudo	85	60	75	79	80	80									
Agro	85	61	79	79	77	77	79								
Maíz	47	26	42	44	69	69	60	58							
Trigo	43	24	38	37	58	58	49	51	69						
Soja	45	23	45	39	65	65	58	53	81	67					
Algodón	52	51	63	51	38	38	44	49	60	41	56				
Lana	46	35	57	40	51	51	38	57	56	58	63	74			
Aliment.	42	49	37	42	46	46	55	35	60	65	42	49	35		
Carne	74	51	63	75	89	89	80	77	58	49	56	26	40	35	
Bebidas	67	52	62	72	79	79	74	56	63	42	44	53	33	61	74

51 no significativas

Las celdas sombreadas son estadísticamente significativas.

Es el porcentaje de meses en que coinciden las recesiones/expansiones de las diferentes materias primas.

Fuente: elaboración propia.

Gráfico 1. Fechas de las expansiones y contracciones

Logaritmo neperiano de los índices de precios en términos reales.
Fuente: Elaboración propia.

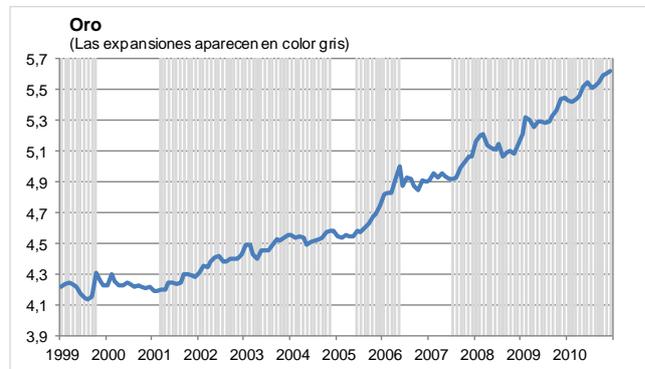
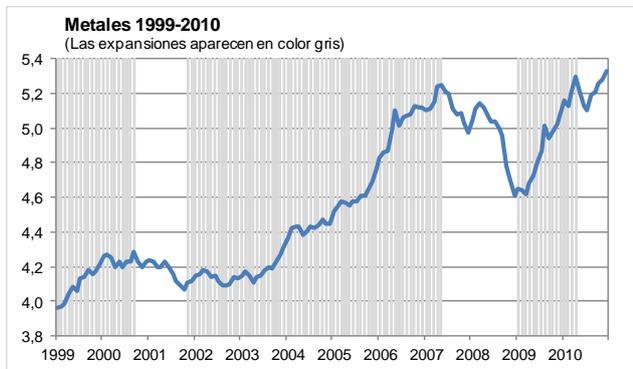
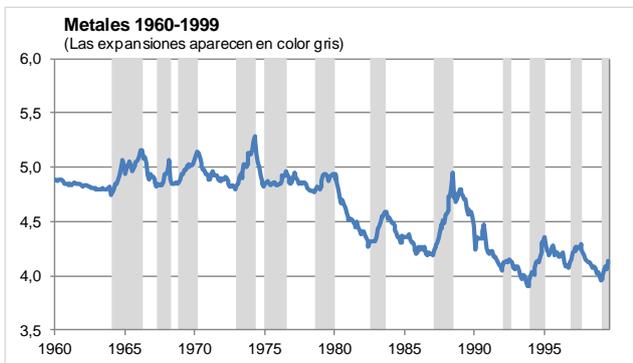
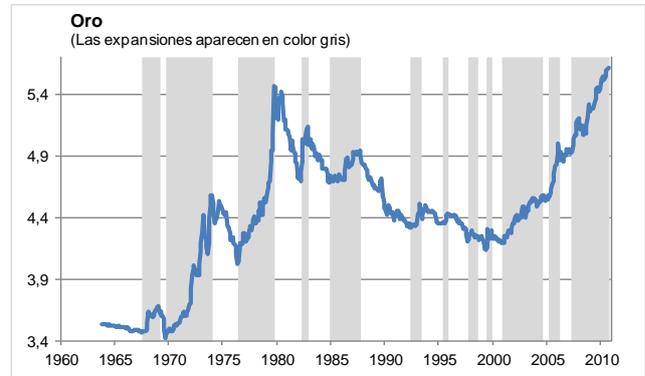
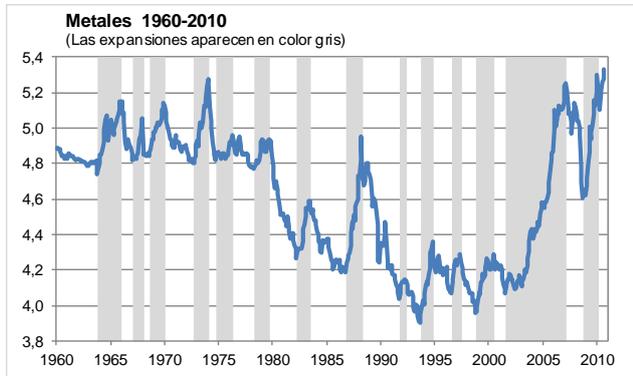


Gráfico 2. Amplitud y duración promedio de las fases expansivas y contractivas

Logaritmo neperiano de los índices de precios en términos reales.
Fuente: Elaboración propia.

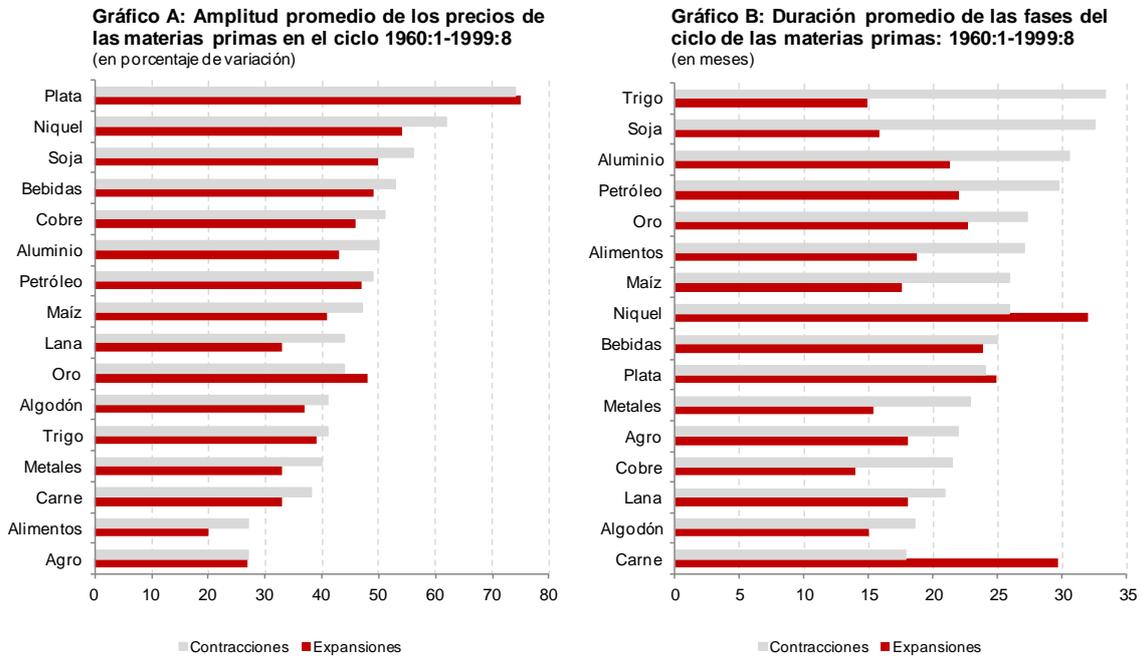
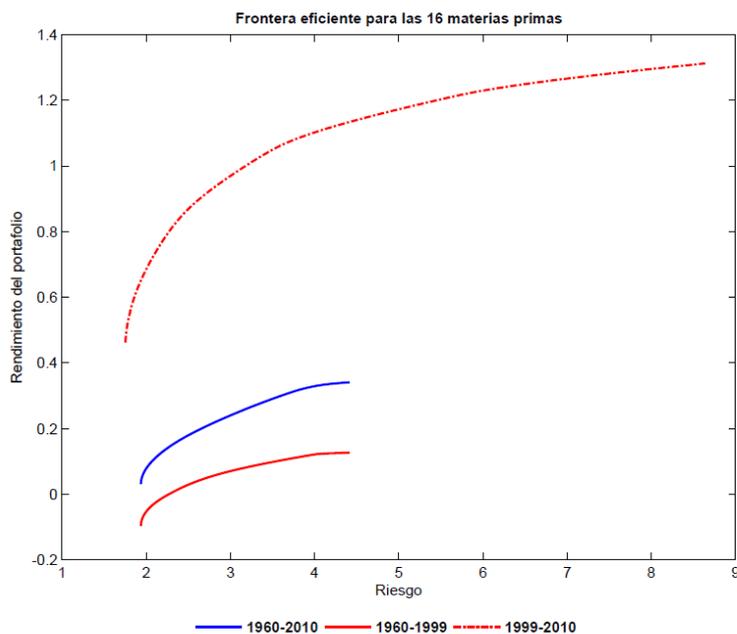


Gráfico 3. Frontera eficiente para diferentes períodos

Optimización basada en la media-varianza, 100 portafolios.
Fuente: Elaboración propia.



Referencias

Bry, Gerhard y Charlotte Boschan; "Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs", National Bureau of Economic Research, 1971.

Burns A. F. y W. C. Mitchell, "Measuring Business Cycles", National Bureau of Economic Research, 1946.

Cashin, Paul, C John McDermott y Alasdair Scott; "Booms and slumps in world commodity prices", International Monetary Fund & Reserve Bank of New Zealand, 1999a.

Cashin, Paul, C John McDermott y Alasdair Scott; "The Myth of co-moving commodity prices", Reserve Bank of New Zealand, 1999b.

Harding, Don y Adrian R. Pagan; "Dissecting the Cycle: A Methodological Investigation", Journal of Monetary Economics, 49 (2), 2002.

McDermott, C John y Alasdair Scott; "Concordance in business cycles", Reserve Bank of New Zealand, July 1999.

Watson, Mark W., "Business Cycle Durations and Postwar Stabilization of the U.S. Economy," American Economic Review, Vol. 84 (March), 1994.