



*La volatilidad del sector primario exportador: Una aproximación al caso peruano **

Mauricio de la Cuba

Arturo Ormeño

1. Introducción

Las economías cuyo sector exportador depende fuertemente de productos primarios son consideradas mucho más vulnerables a choques externos. Estos choques externos suelen deteriorar los precios internacionales de los productos exportados, con los consecuentes efectos sobre la cuenta corriente, el tipo de cambio real y el consumo privado. Para el caso de la economía peruana, por ejemplo, las agencias calificadoras como Moodys y Fitch suelen considerar que la dependencia de productos primarios es una fuente de marcada debilidad.

Este análisis, sin embargo, no toma en cuenta dos aspectos. En primer lugar, no considera el hecho de que la volatilidad puede variar dependiendo de la estructura que tenga el sector primario, ya que no todos los precios de los commodities responden de igual forma ante cambios en el entorno internacional.

En segundo lugar, tampoco considera que la volatilidad de los precios de exportación puede depender también del grado de diversificación que tengan el sector exportador. Si los precios de los productos primarios no tienen una correlación perfecta, mientras mayor sea el número de productos exportados por un país, menor debería ser la volatilidad de los términos de intercambio ante choques externos.

En tal sentido, el presente trabajo busca una primera aproximación sobre los efectos que ambos factores tienen en la volatilidad del índice agregado de los precios de exportación para el caso de una economía como la peruana, cuya dependencia de productos primarios representa alrededor de dos tercios de las exportaciones totales.

El trabajo se organiza en cuatro partes. En la primera se presentan algunos conceptos básicos sobre el sector exportador peruano. La evidencia empírica sobre la relación entre estructura productiva, diversificación y volatilidad en los precios se analiza en la segunda parte. La explicación a esta evidencia se presenta en la tercer parte a través de una primera aproximación sobre los determinantes macroeconómicos de los precios de las exportaciones. Las conclusiones se presentan al final del documento.

* Mauricio de la Cuba es Jefe del Departamento de Análisis del Sector Externo y Arturo Ormeño se desempeñó como Analista del Departamento de Balanza de Pagos entre el 2000 y 2002, de la Gerencia de Estudios Económicos del BCR. Este trabajo fue presentado en el XVIII Encuentro de Economistas de la Gerencia de Estudios Económicos del BCR. Los comentarios vertidos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de los autores y no representa necesariamente la posición del Banco Central de Reserva del Perú.



2. Conceptos previos

La estructura de las exportaciones tradicionales

Tradicionalmente el sector exportador peruano se ha basado en el sector primario; sin embargo, su estructura ha mostrado cambios importantes a nivel de productos. En las primeras décadas del siglo pasado, por ejemplo, productos vinculados a la actividad agropecuaria (algodón, azúcar y lana), representaban cerca del 40 por ciento de las exportaciones; en la actualidad dichos productos tienen una participación inferior al uno por ciento. El petróleo tuvo una expansión significativa en la década de los treinta y la harina de pescado y el hierro se convirtieron en importantes productos de exportación hacia finales de los años cincuenta.

Cuadro 1
Exportaciones 1998-2000
(estructura porcentual)

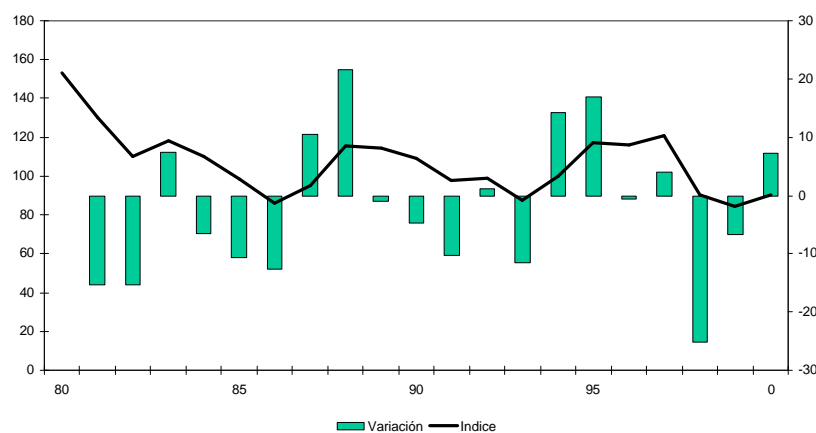
	1980	1985	1990	1995	2000
PESQUEROS	5.0	4.2	10.4	14.1	13.6
Harina de pescado	5.0	3.9	10.2	12.7	12.4
Aceite de pescado	0.0	0.3	0.2	1.3	1.1
AGRÍCOLAS	5.9	9.0	8.2	6.6	6.5
Algodón	1.8	1.8	1.1	0.3	0.1
Azúcar	0.6	1.0	1.2	0.5	0.3
Café	3.4	6.1	5.9	5.7	6.1
Resto de agrícolas 1/	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
MINEROS	36.4	51.0	38.0	39.4	54.5
Cobre 2/	19.0	26.0	18.3	15.9	16.0
Estaño	0.1	0.5	0.5	1.4	2.1
Hierro	2.4	2.9	1.8	1.8	0.8
Oro	0.6	1.7	0.3	8.2	22.2
Plata refinada	2.1	3.9	2.5	2.0	2.7
Plomo 2/	4.2	6.3	5.1	3.8	3.8
Zinc	6.7	8.6	8.9	5.1	6.3
Resto de mineros 3/	1.2	1.1	0.5	1.3	0.5
PETRÓLEO CRUDO Y DERIVADOS	6.6	10.5	5.5	3.7	2.7
PRODUCTOS TRADICIONALES	52.6	73.5	61.5	62.4	76.5
EXPORTACIONES NO TRADICIONALES	47.4	26.5	38.5	37.6	23.5
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

La dinámica de cambio en la estructura de exportaciones se ha observado también en las últimas décadas. El cuadro adjunto muestra que la estructura de las exportaciones para los años 1980, 1985, 1990, 1995 y 2000 ha presentado cambios importantes. El oro ha pasado a constituir el principal producto de exportación con una participación cercana al 22 por ciento de las exportaciones totales; el cobre, tradicionalmente el producto de mayor participación, explica hacia el 2000 el 16 por ciento y la harina de pescado el 12 por ciento. Otros productos tradicionales importantes son el zinc y el café, con participaciones de 6 por ciento. Dentro de los productos clasificados como no tradicionales destacan los textiles que, en la actualidad, constituyen el cuarto producto de exportación.

La evolución reciente de los precios de exportación

Luego de alcanzar niveles máximos hacia 1980, el índice de precios de las exportaciones disminuyó sostenidamente en los primeros años de la década; a partir de entonces el índice agregado ha mostrado un comportamiento fluctuante con variaciones en ambos sentidos. Destacan el aumento observado en los años 1986 y 1987 y en los años 1993-1994. Asimismo, es particularmente significativa la caída observada en el año 1998 (luego del inicio de la crisis asiática) lo que constituye la mayor disminución de los últimos cuarenta años. Otras disminuciones importantes se observan en períodos de escaso dinamismo en la economía mundial como en los 1981- 1982 y en 1990-1991.

Gráfico 1
Exportaciones 1998-2000



En este punto, cabe preguntarse si esta volatilidad en los precios de las exportaciones tradicionales constituye un factor importante en la volatilidad de los ingresos por exportaciones. Una forma de aproximarlos es descomponiendo la variación de los ingresos por exportaciones en dos efectos: el efecto precio y el efecto cantidad. Ello se puede expresar formalmente en la siguiente relación:

$$P_1 * X_1 - P_0 * X_0 = \Delta(XP) = X_0 * \Delta P + P_0 * \Delta X + \Delta X * \Delta P$$

$$D(XP) = X_1 D P + P_0 D X$$

(efecto precio) + (efecto cantidad)

Donde P y X corresponden a los precios y volúmenes de exportaciones, respectivamente, para el año corriente (1) respecto al año previo (0). Así, el efecto precio recoge la ganancia (o pérdida) en los ingresos por exportaciones derivados de los cambios en los precios de los productos de exportaciones, considerando para ello los volúmenes de exportación corrientes. Del cuadro 2, se observa que la modificación de los precios internacionales de los productos de exportación es la principal fuente de variabilidad en los ingresos por exportaciones en 10 de los 19 años analizados (1981-2000). Asimismo, en siete de los diez períodos en que las exportaciones tradicionales han mostrado caída, el efecto precio ha sido la principal fuente de variación. Destaca el efecto precio en particular durante los períodos señalados anteriormente: 1981- 1982, 1990-1991 y 1998-1999.



Cuadro 2
Efecto Precio y Efecto Cantidad de las Exportaciones
(millones de US\$)

	valor esperado 1/ (I)	valor observado (II)	efecto precio (III)=(II)-(I)	efecto cantidad	efecto total
1981	3143	2562	-581	92	-489
1982	2910	2532	-378	-30	-407
1983	2347	2459	111	-74	37
1984	2590	2431	-159	-28	-187
1985	2498	2259	-239	-172	-411
1986	2093	1884	-209	-375	-584
1987	1759	1951	192	67	259
1988	1622	1943	321	-8	313
1989	2482	2490	7	547	554
1990	2447	2259	-188	-231	-419
1991	2541	2359	-182	100	-81
1992	2559	2562	3	203	206
1993	2740	2318	-422	-244	-667
1994	2820	3162	342	845	1187
1995	3424	3990	565	827	1393
1996	4234	4213	-20	224	203
1997	4610	4705	95	491	586
1998	4546	3712	-834	-993	-1827
1999	4697	4142	-555	430	-125
2000	4621	4817	196	675	871

1/ estimado a partir de los volúmenes corrientes multiplicado por los precios del año previo

3. Estructura de las exportaciones y Volatilidad: la evidencia empírica

En el punto anterior se ha visto que la evolución de los precios internacionales de los productos primarios es una importante fuente de variación de los ingresos por exportaciones. Sin embargo, ello no responde a las siguientes preguntas: ¿es ésta una volatilidad alta? ¿depende la volatilidad de la estructura del sector primario? ¿el hecho de contar con una estructura diversificada hace que esta volatilidad, aunque importante, sea menor que aquella que tendría una estructura menos diversificada?. A continuación se presenta evidencia empírica sobre estas preguntas. Para ello, se trabaja en dos niveles. Primero realiza diversas simulaciones de acuerdo con la estructura de exportaciones peruanas; en segundo lugar, se evalúa la misma relación en términos comparativos con otros países de América Latina.

La evidencia para el caso peruano

Evaluando las volatilidades individuales

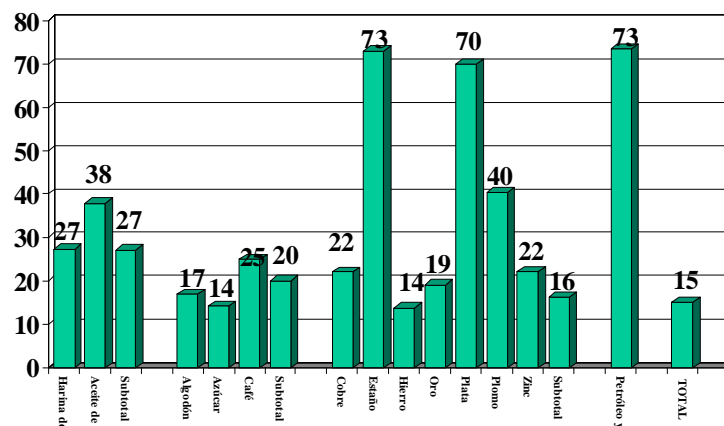
La primera evidencia importante se encuentra al evaluar el grado de volatilidad de los diferentes productos. Tal como se desprende del gráfico 2, no todos los precios tienden la misma volatilidad. El rango de volatilidad (medido a través de la desviación estándar¹) varía entre 14 y 73.

Los productos con mayor volatilidad son el petróleo, estaño y plata. Mientras que los productos cuyos precios han mostrado menor volatilidad son el hierro, el azúcar. Los precios de los principales productos de exportación de Perú, como el oro y el cobre, presentan un nivel de volatilidad más cercana hacia el rango inferior.

Cabe señalar que estas estimaciones (y los *rankings* que de ellos se derivan) pueden estar sujetas a modificaciones si es que se cambia el período muestral; sin embargo, estimaciones con diferentes períodos muestrales² confirman en términos generales estos resultados.

Otro aspecto importante, que se evaluará con más detalle en el siguiente punto, se refiere al hecho de que la volatilidad del índice promedio es, con excepción del hierro y el azúcar, inferior a los precios individuales. Así, la volatilidad del índice agregado medido a través del Índice Paasche, se ubica en 15 por ciento. Similares resultados se encuentran trabajando con el Índice Laspeyres (base 94 y base 2000).

Gráfico 2
Desviación estándar de los precios de los principales productos de exportación*



* Desviación estándar calculada para los índices nominales de exportación 1980-200 (1994=100)

La estructura de exportación y el efecto de nuevos productos

La menor volatilidad del índice agregado, respecto a los índices individuales, debe indicar que la diversificación de la producción tiene un efecto sobre el índice agregado de precios internacionales. La implicancia de ello es que la desviación estándar debe disminuir conforme más productos ingresen a la estructura de exportaciones.

¹ Similar resultado se da si se trabaja con el coeficiente de variabilidad

² Se cuenta con series no definitivas de precios desde 1960. En dichas series, el precio de la plata y el petróleo también muestran el mayor coeficiente de variabilidad.



El ejercicio que se presenta a continuación estima los índices agregados de los precios de exportación, a partir de la cual se calcula la desviación estándar. Se empieza con el caso de un sector exportador donde el cobre es el único producto. A partir de ello, se empiezan a agregar nuevos productos de acuerdo con su importancia en el comercio. Así, la segunda estructura de exportación lo constituye el cobre y el oro. En la tercera se añade la harina de pescado y así, sucesivamente, hasta completar los trece productos que constituyen las principales exportaciones tradicionales. Las cantidades asignadas corresponden a los volúmenes de exportación efectivamente observados (índice de Paasche); también se ha trabajado con índices que mantienen ponderaciones constantes (índice de Laspeyres con base 1994 y con base 2000).

El cuadro 3 muestra que conforme se añaden más productos la volatilidad del índice de precios, va disminuyendo de una desviación estándar de 22 (caso de un sector exportador basado exclusivamente en el cobre) a una desviación estándar de 20 por ciento, si se incluye el oro. En el tercer escenario, en el que se añade la harina de pescado, la desviación estándar se reduce a 19. Así, sucesivamente, la inclusión de nuevos productos hace que la volatilidad del índice agregado de precios disminuya hasta 16 por ciento. La única excepción a esta tendencia decreciente se observa cuando se incluyen el petróleo y la plata. Similar tendencia se muestra con los índices Laspeyres; aunque en el caso del índice con base 2000 la tendencia a la reducción es más baja cuando se incluye el oro (debido a la mayor ponderación que tiene en dicho año).

Cuadro 3
Desviación estándar y coeficiente de variabilidad
(1980-2000)

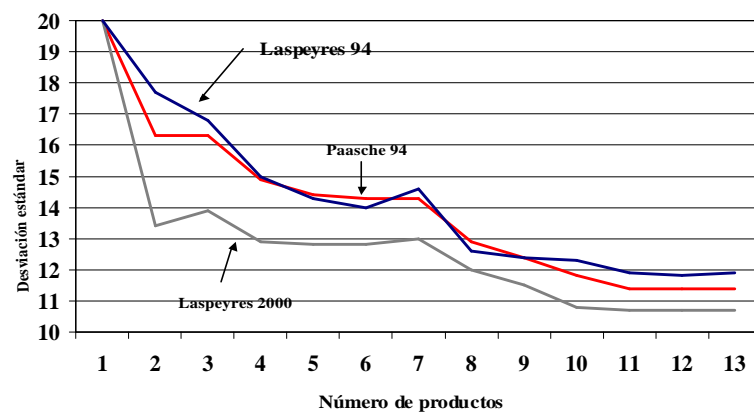
Estructura de exportación	Paasche (94=100)		Laspeyres (94=100)		Laspeyres (2000=100)	
	d.s.	c.v.	d.s.	c.v.	d.s.	c.v.
i. Cobre	21.9	24.5	21.9	25.5	26.5	24.5
ii = i + oro	19.8	22.2	17.7	20.3	20.6	16.9
iii = ii + harina de pescado	19.2	20.2	17.4	17.8	18.0	15.4
iv= iii + zinc	17.7	17.9	16.2	16.3	15.9	13.9
v= iv + café	15.2	15.8	15.1	15.5	15.6	13.4
vi= v + plomo	14.6	14.8	15.0	15.4	16.5	13.9
vii= vi + plata	14.8	14.7	15.3	15.6	17.6	14.7
viii=vii + petróleo	17.6	16.4	15.3	15.1	17.0	14.8
ix= viii + estaño	17.6	16.3	15.7	15.4	17.7	15.2
x=ix + aceite de pescado	17.5	16.2	15.0	14.7	16.8	14.4
xi=x+hierro	16.8	15.7	14.6	14.4	16.6	14.3
xii=xi+ azúcar	16.6	15.5	14.4	14.2	16.5	14.2
xiii=xii+algodón	16.1	15.1	14.4	14.2	16.5	14.2

Una limitación de estos resultados es que son sensibles al período muestral con el que se trabaje, dado el carácter no estacionario que tienen la mayoría de precios. Por ello, es importante extender el análisis en dos direcciones: en primer lugar evaluar períodos alternativos y, en segundo lugar, evaluar los resultados en términos de los retornos; es decir, en las variaciones en los precios.

Esta segunda aproximación se presenta en el gráfico 3 donde se observa la desviación estándar de los retornos (en este caso, equivalente a la variación de precios de los productos de exportación). Puede verse que conforme más productos se añaden a la estructura de exportación, menor es la desviación estándar.

Asimismo, se observa que los beneficios de la diversificación son mayores al inicio; conforme más productos entran en la estructura los beneficios sobre la volatilidad tienden a reducirse, lo cual es consistente con el ejercicio realizado por Fana (1976) para el caso de un portafolio de acciones³.

Gráfico 3
Desviación estándar: variaciones de los índices de precios



Un análisis comparativo con América Latina

El análisis de la estructura del sector exportador y de su grado de diversificación puede extenderse, con fines comparativos, hacia América Latina. De acuerdo con lo visto en el punto anterior aquellos países con estructuras diversificadas en productos con poca volatilidad serán los que presenten un índice de precios de exportación más estable. En el otro extremo, aquellos países con fuerte concentración en pocos productos cuyos precios sean altamente inestables tenderán a tener la mayor volatilidad.

El grado de concentración de las exportaciones

No existe un indicador definitivo que mida el grado de concentración de las exportaciones. Una aproximación al grado de concentración se puede dar a través del uso de tres criterios:

Criterio 1: la participación del primer producto de exportación dentro de las exportaciones.

Criterio 2: La participación de los tres principales productos dentro del total de exportaciones.

Criterio 3: El número de productos que explican el cincuenta por ciento de las exportaciones totales.

Del cuadro adjunto muestra los valores de estos tres indicadores considerando la estructura de exportación entre 1980-2000. Los tres indicadores presentan resultados similares. Así, Venezuela, que presenta la mayor concentración de todos los países de la muestra, tienen un sector exportador que depende casi exclusivamente de un solo producto (petróleo). Otros países con alta concentración son Paraguay, Ecuador y Honduras. Lo sigue Chile cuyas exportaciones de cobre representan alrededor del 40 por ciento de las exportaciones totales. En el

³ Fana (1976) encontró que los mayores efectos de la diversificación ocurrían cuando se incluían nuevas acciones en una cartera. Luego de que la cartera quedaba compuesta de 20 títulos diferentes, los beneficios de la diversificación sobre la volatilidad (riesgo) eran poco significativos. Una diferencia, respecto a la estimación hecha por Fana, es que en este caso los productos son introducidos de acuerdo con un peso determinado por los volúmenes de exportación (según sea el índice con el que se trabaje) y no con pesos iguales.



otro extremo, los sectores exportadores más diversificados se encuentran en Brasil, Argentina y México, aunque en estos casos conviene destacar que parte importante de los productos exportados no corresponden a productos primarios.

Cuadro 4
Indicadores de Concentración

País	Criterio 1: Participación del principal producto de exportación		Criterio 2: Participación de los tres principales productos		Criterio 3: Número de productos que explican el 50% de las exportaciones	
	Participación	Posición	Participación	Posición	Número	Posición
Argentina	10,47	2	26,51	2	7,67	2
Bolivia	22,02	5	45,97	8	4,09	6
Brasil	8,78	1	18,90	1	-	-
Chile	40,94	15	51,65	11	3,09	10
Colombia	29,81	10	51,95	12	3,27	9
Costa Rica	28,08	9	47,44	9	4,00	7
Ecuador	41,65	16	73,78	16	1,82	14
El Salvador	34,73	12	43,60	7	4,80	4
Guatemala	25,62	8	43,09	6	6,00	3
Honduras	36,91	13	64,85	14	2,27	12
México	22,85	6	34,79	4	1,67	15
Nicaragua	25,44	7	51,30	10	3,45	8
Panamá	33,02	11	56,85	13	2,73	11
Paraguay	38,45	14	65,64	15	2,09	13
Perú	19,07	4	42,28	5	4,64	5
Uruguay	12,98	3	30,98	3	8,13	1
Venezuela	79,43	17	84,54	17	1,00	16

* sobre la base de observaciones para el período 1980-1999

Del cuadro se observa que, bajo estos indicadores, Perú presenta un grado de diversificación intermedio. De la muestra de 17 países, se ubica en el quinto lugar, aun cuando los indicadores no difieren sustancialmente de los de otros países como Bolivia, Costa Rica y Guatemala.

De las relaciones señaladas en el punto anterior es de esperar que el grado de diversificación (o de concentración que presenta cada país) influya en la volatilidad en los términos de intercambio. Para evaluar esta segunda relación para los países de América Latina de la muestra se ha visto la relación entre el grado de concentración de las exportaciones (aproximado a través del criterio 2 señalado anteriormente) y la volatilidad de los precios unitarios de exportaciones para el período 1980-2000⁴.

El Gráfico 4 muestra que, en términos generales, existe una relación positiva entre el grado de concentración y la volatilidad de los precios unitarios, medida este último a través de la desviación estándar del índice (base 1990 =100). Así, aquellos países que presentan mayor concentración en sus exportaciones tienden a una menor volatilidad.

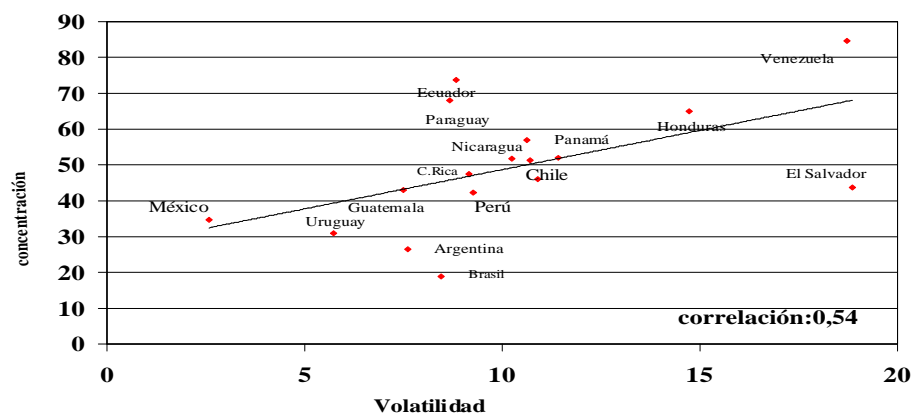
Mientras que Venezuela, cuyas exportaciones están concentradas en un solo producto, tiene una alta volatilidad otros países con alto grado de diversificación como Brasil, Argentina, Uruguay y México (cuyas estructuras de exportación incluyen incluso productos no primarios) tienen las menores volatilidades. El coeficiente de correlación entre grado de concentración y la volatilidad para la muestra de 17 países es 0,54⁵.

⁴ Fuente CEPAL

⁵ Si se trabaja con el criterio 1 el coeficiente de correlación alcanza a 0,63.

Como se observa del gráfico y del coeficiente de correlación la relación entre concentración y volatilidad no es perfecta. Ello debido a que, como se ha señalado anteriormente, no sólo es importante el grado de concentración o diversificación sino, además, qué productos son los que componen la estructura productiva. Venezuela, por ejemplo, tiene la mayor volatilidad debido no sólo a su concentración sino además al hecho de que su principal producto (petróleo) muestra variaciones significativas en sus precios. Por el contrario, otros países con similar grado de concentración (como Ecuador y Paraguay) muestran una volatilidad sustancialmente menor.

Gráfico 4
Concentración y volatilidad: América Latina



4. ¿Qué determina la volatilidad de las exportaciones primarias?: una aproximación cuantitativa

En la sección anterior se evaluó la volatilidad de los precios de los *commodities* de exportación peruanos, a la vez que se presentó evidencia empírica de cómo estas diferentes volatilidades, y sus interrelaciones, repercuten en beneficios al evaluar la evolución de un índice agregado de precios.

El siguiente paso en este análisis consiste en evaluar con mayor detalle aquellos aspectos que se encuentran detrás de la volatilidad de los índices agregados. Especial énfasis se coloca sobre los resultados que se puede obtener al considerar como medida de interrelación al estadístico de la correlación. Varios trabajos de investigación e instituciones privadas consideran esta medida al evaluar el grado de vulnerabilidad externa de países primarios exportadores. Sin embargo, existen aspectos asociados a este estadístico que deben considerarse para efectuar un análisis concienzudo.

Adicionalmente, y con el objetivo de determinar las verdaderas interrelaciones entre las cotizaciones de los principales productos de exportación peruanos, se plantea una aproximación econométrica de sus determinantes, con el objetivo final de explicar de mejor manera la evidencia empírica mostrada anteriormente.

La volatilidad agregada: descomponiendo los efectos

En términos formales, la volatilidad de un índice agregado puede expresarse como una función de los índices individuales a través de la siguiente fórmula:

$$Var(\text{Índice}^{\text{ponderado}}) = \sum_{i=1}^N a_i^2 * Var_i + 2 \sum \sum a_i a_j * Co\ var_{(i,j)}$$



En este sentido son tres los factores que afectan la evolución del índice: la varianza de cada producto i , ($Vari_i$); la covarianza entre estos productos, ($Covari_{i,j}$) y la ponderación asignada a cada uno de los productos (α_i), la cual se calcula sobre la participación relativa de los ingresos generados por cada producto sobre el total de ingresos de exportación.

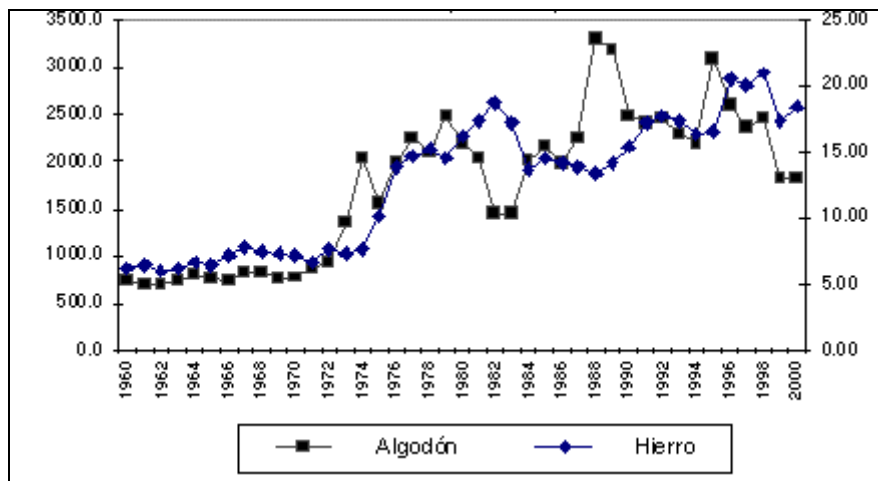
El tercer factor (la ponderación de los productos) depende del año base utilizado, el cual se determina a criterio de la persona que está construyendo el índice (que por lo general se recomienda que sea un año típico en las exportaciones). En tanto, los dos primeros (varianza y covarianza) dependen de varios factores a los cuales se clasificarán como estocásticos y no estocásticos. Los primeros son meros eventos casuísticos cuya presencia dependerá de factores como el horizonte de tiempo en que se efectúa el análisis (diferentes periodos), el tipo de datos utilizados (en niveles o en variaciones) y la frecuencia de los mismos (mensual, trimestral o anual). Por otro lado, los factores no estocásticos (como los determinantes macroeconómicos de las cotizaciones) permitirán descubrir las verdaderas interrelaciones entre estos precios y, por consiguiente, el grado de vulnerabilidad efectiva de un país ante *shocks* en sus términos de intercambio.

Factores estocásticos (1): Naturaleza de las cotizaciones según la teoría de series de tiempo

La teoría de series de tiempo indica que los estadísticos de varianza y covarianza no se verán significativamente afectados ante cambios en el periodo de análisis sólo si las series en mención son estacionarias en media. Sin embargo, en el caso de que estas series presenten algún tipo de tendencia (determinística o estocástica), entonces la variación o extensión del periodo de tiempo implicará que estos estadísticos adopten valores diferentes. Asimismo, *shocks* estructurales comunes a las series pueden influir sobre estadísticos como la correlación, sesgándolos a indicar significancia.

En este sentido, y a manera de ilustración se presentan en el siguiente gráfico las cotizaciones de las exportaciones peruanas de algodón y hierro, dos productos cuyos precios teóricamente no deberían de estar relacionados:

Gráfico 5
Cotizaciones internacionales del Algodón y el Hierro
(US\$/TM)



Ambas cotizaciones no han sido deflactadas, por lo que se encuentran en dólares corrientes por tonelada (US\$/TM). De esta manera se busca intensificar el efecto que puede ocasionar la presencia de alguna tendencia (en este caso, generada por la inflación) sobre los estadísticos de volatilidad. En este sentido, para el periodo 1980-2000, las desviaciones estándar de las cotizaciones del hierro y del algodón fueron de 491,8 y 2,3, respectivamente. Luego, al ampliar el periodo a 1960-2000, estos estadísticos se incrementaron a 780,4 y 4,9 en

el caso del precio de exportación del hierro y del algodón, respectivamente. De esta manera queda evidenciada la dependencia de los resultados a la extensión del periodo bajo análisis.

Adicionalmente, el efecto de la extensión del periodo de tiempo se hace más marcado en el cálculo de las covarianza, lo cual finalmente se refleja en el cálculo del coeficiente de correlación. La existencia de algún tipo de tendencia determinística o estocástica compartida entre dos series hace que esta medida se incremente de manera significativa, sesgando este estadístico a indicar significancia en la medida que se incrementa el horizonte sobre el cual ésta es calculada. A manera de ejemplo, se puede citar los resultados obtenidos de aplicar el coeficiente de correlación entre los precios del hierro y del algodón: la correlación entre ambos para el periodo 1980-2000 fue de -0,22 (y estadísticamente no significativa⁶); en cambio, la calculada para el periodo 1960-2000 fue de 0,77 (positiva y significativa).

Ante la evidencia de la existencia de efectos distorsionadores generados por el factor “periodo de tiempo” sobre un par cotizaciones (hierro y algodón), se procede a calcular la matriz de correlaciones de los niveles de todos los precios de los *commodities* de exportación peruanos con el objetivo de determinar hasta que punto las correlaciones entre este conjunto de precios se encuentran afectadas este factor. La matriz de correlaciones se calcula para los periodos 1980-2000 y 1960-2000 y los resultados se resumen en el cuadro 5. Asimismo, este cuadro incluye el resultado de la aplicación del test de correlaciones aplicado por Pindyck y Rotemberg (1990). El estadístico empleado por estos autores es el siguiente:

$$LR = -2 \log(|R|^{N/2})$$

el cual se distribuye con una distribución Chi cuadrado con $(1/2)p(p-1)$ grados de libertad donde p es el número de *commodities* y $|R|$ es el determinante de la matriz de correlaciones de los mismos. Con este estadístico se calcula la correlación máxima (en valor absoluto) a partir de la cual ésta se hace estadísticamente significativa (denominado “Correl. Max”) y la correlación conjunta (denominada “X²”).

Cuadro 5
Matriz de correlación de las cotizaciones de los *commodities* de exportación peruanos (en US\$)

	HP	Algodón	Azucar	Café	Cobre	Estaño	Hierro	Oro	Plata	Plomo	Zinc	Petróleo
	<i>Correl max = 0,409 // X² (66) = 308</i> Periodo 1980-2000											
HP	1	0.28	0.12	0.17	0.31	-0.01	0.67	0.21	0.13	0.14	0.25	-0.07
Algodón	0.80	1	0.33	-0.05	0.79	-0.45	-0.22	0.06	-0.29	0.11	0.52	-0.55
Azucar	0.58	0.70	1	0.01	0.28	-0.61	-0.06	-0.51	-0.52	-0.23	0.50	-0.65
Café	0.67	0.62	0.33	1	-0.10	0.30	0.01	0.28	0.29	0.42	-0.19	0.14
Cobre	0.71	0.85	0.63	0.38	1	-0.41	0.02	0.23	-0.16	0.10	0.50	-0.36
Estaño	0.49	0.36	0.14	0.65	0.17	1	-0.10	0.67	0.85	0.64	-0.50	0.90
Hierro	0.85	0.74	0.63	0.65	0.64	0.45	1	-0.15	-0.14	-0.34	0.05	0.02
Oro	0.76	0.77	0.65	0.58	0.74	0.57	0.82	1	0.86	0.84	-0.39	0.55
Plata	0.58	0.47	0.33	0.57	0.41	0.83	0.56	0.81	1	0.82	-0.49	0.77
Plomo	0.69	0.72	0.50	0.70	0.62	0.75	0.64	0.87	0.89	1	-0.32	0.48
Zinc	0.76	0.85	0.84	0.50	0.79	0.28	0.84	0.82	0.46	0.64	1	-0.42
Petróleo	0.58	0.47	0.38	0.56	0.40	0.86	0.66	0.79	0.88	0.80	0.55	1
	Periodo 1960-2000 <i>Correl max = 0,299 // X² (66) = 749</i>											

Nota:

* Los datos remarcados indican la significancia de la correlación.

(1) La prueba de correlación conjunta aplicada a los datos del periodo 1980-2000 indica presencia de correlación significativa. Asimismo se registraron 25 correlaciones individuales significativas.

(2) La prueba de correlación conjunta aplicada a los datos del periodo 1960-2000 indica presencia de correlación significativa. Asimismo se presenta correlaciones individuales significativa para todas las correlaciones individuales.

⁶ Líneas más abajo se indica el estadístico empleado para evaluar la significancia de las correlaciones.



Los resultados presentados en el cuadro 5 correspondientes al periodo 1980-2000 indican la existencia de 25 correlaciones, de un total de 66, que son estadísticamente significativas. Sin embargo, en el caso de ampliar el periodo muestral un par de décadas más, se observa que casi la totalidad de correlaciones son estadísticamente significativas⁷.

Ante la evidencia de los efectos del factor “periodo tiempo” sobre el estadístico de correlación, se hace necesario analizar las propiedades de series de tiempo de los precios utilizados. Por este motivo se aplica el test de raíz unitaria de Dickey-Fuller sobre las series de los precios deflactados. Adicionalmente, se utiliza el test Zivot y Andrew para aislar cualquier efecto distorsionante que puede generar la presencia de algún quiebre estructural sobre el test previo. Los resultados del test Dickey-Fuller indican presencia de raíz unitaria en todas las series con excepción a los precios de exportación del azúcar. Asimismo, el test Zivot y Andrew reafirma estos resultados con excepción del precio del cobre. Según este test, la evolución del precio de este metal no presentaría raíz unitaria pero sí está afectada por la presencia de un quiebre estructural en 1975⁸.

Estos resultados remarcan la necesidad de limpiar los efectos distorsionantes generados por la presencia de raíces unitarias en el conjunto de variables a analizar. Sin este tratamiento previo de las series no sería posible la identificación de las relaciones no estocásticas existentes entre las mismas. Por este motivo, en las siguientes secciones se emplean las variaciones porcentuales de las cotizaciones deflactadas. Los efectos de este tratamiento sobre las correlaciones son presentados en el siguiente cuadro:

Cuadro 6
Matriz de correlación de las cotizaciones de los *commodities* de exportación peruanos
(variaciones porcentuales)

	<i>Correl max = 0,409 // X² (66) = 164 Periodo 1980-2000</i>											
	HP	Algodón	Azucar	Café	Cobre	Estaño	Hierro	Oro	Plata	Plomo	Zinc	Petróleo
HP	1	0.43	0.15	0.02	0.38	0.06	0.31	0.33	0.30	0.33	0.20	-0.33
Algodón	0.43	1	-0.02	0.03	0.58	0.26	-0.32	-0.03	-0.06	0.23	0.31	-0.16
Azucar	-0.18	0.08	1	0.53	0.21	0.22	-0.22	0.22	0.33	0.64	0.42	-0.12
Café	0.21	0.16	0.06	1	0.19	-0.08	-0.22	0.01	0.02	0.39	0.18	-0.30
Cobre	0.61	0.47	-0.02	0.14	1	0.02	-0.19	0.34	0.34	0.58	0.42	0.20
Estaño	0.21	0.45	0.23	0.17	0.17	1	-0.02	0.03	0.09	0.23	0.26	0.42
Hierro	-0.01	-0.23	-0.17	0.02	-0.23	-0.09	1	0.06	-0.03	-0.11	-0.24	0.01
Oro	0.31	0.19	0.32	-0.05	0.37	0.28	-0.14	1	0.85	0.37	-0.01	0.10
Plata	0.22	0.21	0.37	0.01	0.37	0.31	-0.15	0.80	1	0.58	0.00	0.18
Plomo	0.21	0.32	0.36	0.32	0.41	0.54	-0.26	0.39	0.59	1	0.15	0.11
Zinc	0.19	0.30	0.48	0.14	0.39	0.38	-0.04	0.18	0.19	0.38	1	0.14
Petróleo	0.02	0.24	0.20	-0.13	0.29	0.54	-0.23	0.35	0.45	0.45	0.27	1

Periodo 1962-2000 Correl max = 0,314 // X² (66) = 196

Nota:

* Los datos remarcados indican la significancia de la correlación.

(1) La prueba de correlación conjunta aplicada a los datos mensuales indica ausencia de correlación significativa. Tampoco se registraron correlaciones individuales significativas.

(2) La prueba de correlación conjunta aplicada a los datos trimestrales indica presencia de correlación significativa. Se registraron cinco correlaciones individuales significativas.

Tal como se puede apreciar en el cuadro 6, es notable la reducción de tanto el número de correlaciones significativas como del valor del estadístico que mide la correlación conjunta para ambos periodos de las nuevas series de precios. De esta manera, para el periodo 1980-2000, de las 25 correlaciones significativas mostradas en el cuadro 5, quedan vigentes 10 al emplear series en variaciones porcentuales. Asimismo, la correlación conjunta se ve reducida, tal como lo muestra el valor de la distribución Chi cuadrado del estadístico mencionado líneas

⁷ Se utilizaron las series en niveles para acentuar el efecto tendencial que puede significar la inflación.

⁸ Los resultados obtenidos al aplicar estos tests se presentan en el Anexo I.



arriba (esta pasa de 308 a 164). Similar fenómeno ocurre con las correlaciones obtenidas para el periodo 1960-2000, en donde se reducen las correlaciones significativas de 65 a 23, y la correlación conjunta de 749 a 196.

Sin embargo, a pesar del impacto generado al trabajar con series estacionarias, se observa que todavía existen discrepancias entre las medidas de correlación si se toman diferentes periodos de tiempo. Estas discrepancias son analizadas en la siguiente sección.

Factores estocásticos (2): El mito del comovimiento

Si bien los resultados mostrados en el cuadro 6 indican un acercamiento a la identificación de las relaciones no estocásticas entre las cotizaciones de los commodities, aún se observan correlaciones significativas entre productos no relacionados⁹ (como por ejemplo el azúcar y el zinc). Estos resultados guardan relación directa con la percepción común de la existencia de comovimiento generalizado entre los precios de los commodities primarios.

Esta proposición se ha visto sustentada en el hecho que existen correlaciones entre productos aparentemente no relacionados (como lo muestra el cuadro 6). A este tipo de relaciones Pindyck y Rotemberg (1990) las denominaron como el “fenómeno enigmático” (*puzzling phenomenon*). En su estudio encontraron que existían relaciones entre un grupo de commodities no relacionados que trascendían a cualquier relación macroeconómica que pudiera justificar relación alguna¹⁰. Asimismo, los autores encontraron que la presencia de relaciones significativas estaba relacionada con la frecuencia de los datos empleados: a mayores intervalos, mayor número de correlaciones estadísticamente significativas.

Ante esta aparente comprobación de la existencia de un “comportamiento de rebaño” (*herd behavior*), varios trabajos de investigación, considerando como cierta la noción de “exceso” de comovimientos en los precios de productos no relacionados, se abocaron a medir la magnitud de este exceso. Entre estos trabajos destacan los de Palaskas y Varanis (1991), Palaskas (1993), Trivedi (1995), Deb et al. (1996), quienes aplicando diferentes técnicas de series de tiempo encontraron que este “exceso” de comovimiento era menos “excesivo” que el encontrado por Pindyck y Rotemberg.

Sin embargo, otros trabajos buscaron examinar la veracidad de la noción de comovimiento. Entre estos destaca el estudio de Cashin, McDermott y Scott (1999), en donde se empleó una medida de comovimiento alternativa al concepto de correlación. Esta medida es la concordancia, la cual mide la proporción de tiempo en el que los precios de dos commodities están conjuntamente en el mismo periodo de crecimiento o decrecimiento. Estos investigadores concluyeron que no existe evidencia de comovimiento en la mayoría de los precios de los commodities analizados previamente por Pindyck y Rotemberg¹¹.

De esta manera, la evidencia obtenida por los trabajos de antes mencionados permite analizar con mayor exactitud los resultados obtenidos en la sección anterior.

En primer lugar, los resultados presentados en el cuadro 6 indican ausencia de correlaciones significativas entre los cinco principales productos de exportación (cobre, oro, harina de pescado, zinc y café)¹². Asimismo, se observa que entre las diez correlaciones estadísticamente significativas durante el periodo 1980-2000, cinco

⁹ Entendiéndose como *commodities* no relacionados aquellos cuyas elasticidades cruzadas de tanto la demanda como de la oferta son cercanas a cero.

¹⁰ Los productos considerados fueron: trigo, algodón, cobre, oro, petróleo crudo, madera y cocoa. Este conjunto de productos representa un espectro amplio de *commodities* no relacionados. En el caso de los productos agrícolas, se consideraron aquellos *commodities* cuyos cultivos se ven afectados por climas y usos diferentes. Además, ninguno de ellos son sustitutos o complementarios, ni son coproducidos o usados como insumos para la producción de algún otro de este grupo.

¹¹ Con excepción de los precios del oro y el precio del crudo, lo cual se le puede atribuir a sus nexos con las expectativas de inflación.

¹² Con excepción de la correlación entre las cotizaciones del cobre y del zinc.



corresponden por definición al tipo aparentemente no relacionadas (correlaciones del azúcar con el café, plomo y zinc; del algodón con la harina de pescado y el cobre). En tanto, el resto de correlaciones (cobre con el plomo y el zinc; la plata con el oro y el plomo; y el estaño con el petróleo) podrían justificarse por factores macroeconómicos.

Ante estos resultados se aplica el concepto de concordancia para comprobar los resultados obtenidos. Para esto se construye la variable dicotómica $\{S_{j,t}\}$ para la serie de variaciones porcentuales de los precios del commodity “i”, la cual adopta el valor de 1 cuando se encuentra sobre su tendencia y 0 cuando su valor es inferior a esta¹³. De esta manera, el grado de concordancia entre las dos series se calcula de la siguiente manera:

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

donde T representa el tamaño muestral y C_{ij} la medida de la proporción de tiempo en que las dos series coincidieron en el mismo estado.

En el caso que las series sean exactamente procíclicas (contracíclicas), el grado de concordancia será $C_{ij} = 1$ ($C_{ij} = 0$). Sin embargo, a pesar que un valor de por 0,7 puede ser considerado como indicador de un elevado grado de concordancia, el valor esperado entre un par de series no relacionadas puede ser 0,5 ó más¹⁴. Teniendo en cuenta estas consideraciones, se procede a analizar los resultados de aplicar esta medida de comovimiento sobre las diez correlaciones significativas durante el periodo 1980-2000.

Cuadro 7
Medidas de comovimiento, período 1980-2000

	Concordancia	Correlación
Plomo v.s. Cobre	0.76	0.58
Petróleo v.s. Estaño	0.76	0.42
Plata v.s. Oro	0.71	0.85
Cobre v.s. Algodón	0.67	0.58
Zinc v.s. Cobre	0.67	0.42
Plomo v.s. Plata	0.67	0.58
Algodón v.s. HP	0.62	0.43
Plomo v.s. Azúcar	0.62	0.64
Café v.s. Azúcar	0.48	0.53
Azúcar v.s. Zinc	0.43	0.42

En primer lugar cabe indicar que los cuatro valores más bajos que toma el estadístico de concordancia en el cuadro 7 corresponden a aquellos productos que por definición no deberían guardar grado significativo de relación (precios del azúcar con el del plomo, café y zinc; y el precio del algodón y de la harina de pescado). En tanto, el quinto valor inferior corresponde a la concordancia entre el precio del plomo y la plata. Debido a que las exportaciones peruanas de plomo incorporan contenido de plata, es de esperarse que exista relación entre los movimientos de ambos metales. De esta manera, el valor de este estadístico para el caso de estos metales servirá como *benchmark* a partir del cual se considerará como significativa las relaciones entre un par de productos.

¹³ En el trabajo de Cashin, McDermott y Scott, el valor de esta variable dicotómica representa el estado del ciclo de las series. Sin embargo, como en este trabajo se aplica sobre las variaciones porcentuales por lo que no se pretende que esta serie mantenga la misma intuición. Sin embargo, la utilidad de este estadístico es la misma: medir la coincidencia en la evolución de dos series, más no su intensidad.

¹⁴ Parecido al caso de un juego con dos monedas: la probabilidad de que ambas se encuentren en la misma fase (ambas con cara o ambas con sello), es igual a 0,5. Esto puede hacerse extensivo a este caso en donde las series bajo análisis son estacionarias con media cero.



De esta manera se concluye que cuatro de las cinco relaciones entre los precios de productos no relacionados, en los cuales el estadístico de correlación había indicado la existencia de relaciones significativas, resultaron ser espúreas. Esto refleja una de las desventajas propias de este estadístico: es posible que un único cambio en el nivel de un par de series no relacionadas sesgue a la correlación a aceptar su significancia¹⁵.

Finalmente, y a manera de comprobación de los hallazgos presentados en el trabajo de Pindyck y Rotemberg, se presentan en el Anexo III las matrices de correlaciones de las cotizaciones de los *commodities* exportados por Perú para el periodo 1985-2000, bajo frecuencia mensual, trimestral y anual. Todas las series se encuentran en variaciones porcentuales. Se observa que cuando se utilizan datos mensuales, no existen correlaciones significativas entre las variables en mención. Sin embargo, cuando se consideran variaciones trimestrales, aparecen 5 correlaciones significativas, que luego se incrementan a 11 bajo la frecuencia anual. Este hecho aporta bases para utilizar estadísticos de comovimiento alternativos a la correlación.

Factores determinísticos: las interrelaciones macroeconómicas

En esta sección se busca determinar cuáles son los principales factores macroeconómicos tras la evolución de las cotizaciones de los productos de exportación primarios y las posibles interrelaciones entre los mismos. Como quedó demostrado en las dos secciones anteriores, la mayoría estas interrelaciones, medidas por sus correlaciones, resultaron ser no significativas. Sin embargo, también quedaron establecidas algunas características denominadas como “estocásticas” de este estadístico que lo hacían poco confiable. De esta manera, se hace necesaria la modelación de la evolución de los precios de los *commodities* de exportación. Si bien es cierto que la evolución diaria de los precios de cada *commodity* responde a una variedad de factores propios de sus respectivos mercados, la evolución trimestral y anual de estos se considera principalmente influenciada por las condiciones macroeconómicas prevaletes. En este sentido, un análisis de vulnerabilidad basado en la evolución de los términos de intercambio debe considerar este tipo de relaciones.

Entre los principales trabajos que buscan establecer relaciones entre factores macroeconómicos y la evolución de los precios de *commodities* destacan los de Chu y Morrison (1984), Dornbush (1985) y Gilbert (1989). Estos trabajos consideran modelos de demanda que incluyen principalmente dos variables: la evolución de los ciclos económicos de los países industrializados y el tipo de cambio real de los Estados Unidos¹⁶. Sin embargo, su desempeño predictivo durante la segunda mitad de los ochenta fue pobre. Ante estos resultados, otras investigaciones buscaron corregir los problemas relacionados con el uso de modelos demanda, a la vez que mejoraron la medición de las variables ya empleadas. Entre estos trabajos se encuentran los desarrollados por Borensztein y Reinhart (1994) y Reinhart y Wickham (1994), quienes buscaron incluir en sus modelos dos realidades importantes hasta la fecha no habían sido consideradas en la modelación de los precios de los *commodities*: el impulso exportador primario aplicado por los países en desarrollo en su búsqueda por hacer frente a la crisis de la deuda (1984) y la crisis económica por la que estaban atravesando los países del Este. Por estos hechos, estos autores incorporan en sus modelos variables de oferta y mejoraron la especificación de la variable “actividad económica” al incluir al índice de países industrializados la evolución de la actividad de los países del este de Europa y la Ex-Unión Soviética.

A diferencia del trabajo de Borensztein y Reinhart en donde se analiza los determinantes macroeconómicos del índice agregado de los *commodities* excluyendo el petróleo, en esta sección se presentarán los resultados

¹⁵ McDermott y Scott (1999) ilustran este punto al construir un par de series aleatorias afectadas por un mismo *shock*. Como era de esperarse, el valor del estadístico de concordancia fue de 0,5. En cambio, la correlación de la serie en primeras diferencias resultó ser elevada y significativa.

¹⁶ El empleo de esta variable busca corregir la especificación de los precios de los *commodities* utilizada en las estimaciones. Estos precios se encuentran denominados en dólares estadounidenses y deflactados por el índice de precios relativo al PBI de este país (denominado también en dólares estadounidenses). Sin embargo, como la medida relevante para el resto de economías industrializadas demandantes de estos *commodities* debe considerar como deflactor un índice de sus propias monedas, se hace necesario incorporar alguna medida del tipo de cambio real del dólar estadounidense. La derivación de la forma funcional de este modelo se encuentra en Borensztein y Reinhart (1994).



obtenidos de la modelación individual de los cinco principales *commodities* de exportación peruana (cobre, oro, harina de pescado, zinc y café)¹⁷. La periodicidad de los datos empleados es anual y abarcan el periodo 1962-2000¹⁸. Las variables explicativas comprenden variables de demanda como la producción de los países industrializados (IPCW), el tipo de cambio real del dólar estadounidense (TCR), la inflación de los países industrializados (IPC_W) y la tasa de interés real (RD). Otras variables que se consideran son la producción mundial de la de cada *commodity* bajo análisis (Qi) y el precio de la harina de soya (PSOYA).

Todas las variables (con excepción a las variables de oferta, el TCR y la IPC_W) fueron deflactadas por el índice de precios de la producción estadounidense. Para el análisis de los determinantes del precio de cada *commodity* se utilizó el método de mínimo cuadrados ordinarios (MCO). En tanto que para evaluar las posibles interacciones entre los precios de estos productos se aplicó el método de sistemas de ecuaciones aparentemente no relacionadas (SUR). Sin embargo, los resultados obtenidos indicaron que fueron pocos los beneficios marginales de emplear esta última técnica.

Los resultados de las estimaciones de cada uno de los precios de los principales *commodities* de exportación son mostrados en el cuadro 8. Estos demuestran la necesidad de incorporar los factores de oferta en este tipo de modelación, tal como lo proponen Borensztein y Reinhart. La única excepción se presenta en la modelación del precio de la harina de pescado, en donde se incorpora como principal variable explicativa al precio de la harina de soya. Sin embargo, esta última variable se encuentra fuertemente relacionada con la producción de la harina de pescado, lo cual indicaría que la importancia de la producción se trasmite de manera indirecta a través de los precios de un producto sustituto como lo es la soya. Por otro lado, se observa que la variable que representa la actividad económica mundial es significativa en la modelación de los precios del cobre y el zinc¹⁹. En tanto, la cotización del oro responde a variaciones en la inflación mundial, lo cual resalta su utilización de reserva de valor en periodos inflacionarios. Estos resultados no sólo guardan relación con lo que la práctica e intuición indican, sino presentan un aceptable grado de ajuste medido por el estadístico R-cuadrado²⁰.

Cuadro 8
Determinantes de los precios de los principales commodities de exportación

Productos	IPW	Qi	Pi _{t-n}	IPC_W	Hsoya	R2
Cobre*	3.25	-2.39	0.21			0.76
Oro*		-1.51	-0.66	1.74		0.90
Harina de pescado			-0.93		2.15	0.82
Zinc**	0.32	-0.57	-0.32			0.28
Café*		-0.95	0.20			0.71

*Se utilizó variables dummies.

**Se emplea la variable IPW en su forma cuadrática

Periodo bajo análisis: 1962-2000

A manera de complementación de los resultados de estas estimaciones econométricas, se busca cuantificar la importancia relativa de cada uno de los factores macroeconómicos que afectan la trayectoria de cada uno de los

¹⁷ Durante la década de los noventa, la participación de estos productos representó el 75 por ciento del total de las exportaciones tradicionales.

¹⁸ La relación de variables utilizadas en este trabajo de investigación es presentada en el Anexo I.

¹⁹ El grado de ajuste de la modelación del precio del zinc mejora significativamente con el empleo de la variable de actividad económica (IPW) elevada al cuadrado, lo cual indicaría un comportamiento asimétrico en la evolución de esta cotización ante variaciones de su demanda.

²⁰ Si bien el R-cuadrado del modelo del precio del zinc es bajo (0,28) no se registraron problemas relacionados a perturbaciones no esféricas del término de error de la regresión.



commodities bajo análisis. Con este objetivo se calcula la descomposición de la varianza de los mismos y los resultados obtenidos se resumen en el cuadro 9²¹.

Cuadro 9
Descomposición de varianza por producto como porcentaje de la varianza explicada*

Productos (Pi)	IPW	Qi	IPC_W	Hsoya
Cobre	77.6	22.4		
Oro		41.8	58.2	
Harina de pescado				100
Zinc**	63.5	36.5		
Café		100		

*Se ignora el efecto de las covarianzas entre las variables explicativas

**Se emplea la variable IPW en su forma cuadrática

Periodo bajo análisis: 1962-2000

Tal como se había adelantado parcialmente al observar los resultados de las regresiones individuales, la actividad económica de los países industriales es el principal componente de la volatilidad de las cotizaciones del cobre y el zinc. Este factor explica el 77,6 por ciento y 63,5 por ciento de la volatilidad de estos precios, respectivamente. En tanto, la producción individual de cada producto se constituye como la principal variable explicativa en el modelo del café (directamente) y de la harina de pescado (indirectamente a través de su influencia sobre el precio de la soya). Finalmente, inflación mundial resultó ser la principal variable explicativa (con el 58,2 por ciento) de la volatilidad del precio del oro.

Finalmente, y a manera de comprobación de la baja correlación entre este grupo de productos (salvo la existente entre el precio del cobre y el zinc), se efectuó un análisis de descomposición de covarianza. Para esto se seleccionaron cuatro pares de precios (los cuales mostraron las mayores correlaciones dentro de este grupo²²). Los resultados se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 10
Descomposición de covarianza por producto como porcentaje de la covarianza explicada

Productos (Pi)	IPW	Qi	IPC_W	Hsoya
Cobre, Zinc*	69.4	30.6		
Oro, Cobre**	32.6	74.5	-7.1	
HP, Cobre**	36.1	-4.5		68.4
Oro, HP		12.5	-0.3	87.8

*Los resultados no varían significativamente al emplear la forma cuadrática

de IPW. Presentó correlación positiva en los periodos 1980-2000 y 1960-2000

**Presentaron correlación significativa para el periodo 1960-2000.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

²¹ Esta descomposición de varianza considera el porcentaje de la reducción de la varianza asociada a la exclusión de cada variable explicativa sobre el total de la reducción atribuida a la participación de estas variables sobre la varianza total.

²² Del total de las diez correlaciones existentes entre los cinco principales *commodities* de exportación, sólo una resultó ser significativa para el periodo 1980-2000 (la correlación entre el cobre y el zinc). Sin embargo, para el periodo 1960-2000, dos correlaciones adicionales se registran como significativas (cobre y harina de pescado y oro y cobre). Sin embargo, y tal como se comprobó en la sección anterior, este resultado estaría reflejado por alguna relación espúrea, tal como se procede a probar a continuación.



- ❑ *Cobre & Zinc.* Como era de esperarse, la covarianza entre los precios del cobre y del zinc se encuentra explicada en 69 por ciento por la influencia que tiene la actividad mundial sobre ambos precios. Luego, el resto de la covarianza explicada por los modelos estaría generada por la relación entre la producción de ambos metales. Sin embargo, como se muestra en el Anexo IV, la correlación entre las mismas es casi nula, lo cual indicaría la presencia de alguna correlación espúrea entre estas variables.
- ❑ *Oro & Cobre.* La relación entre los precios del oro y del cobre es atribuída en un 74,5 por ciento a la relación existente entre sus respectivas producciones. Si bien el análisis efectuado implica un equilibrio parcial, es de esperarse que los factores tras la producción de ambos productos (ajenos al desarrollo tecnológico en sus respectivos procesos productivos) sean independientes. Esto justificaría la no significancia de la correlación entre ambos precios tanto en los datos mensuales, trimestrales como anuales del periodo 1980-2000 y aportarían otra prueba en contra de la aparente significancia obtenida en el periodo 1960-2000.

Además, cabe mencionar que la covarianza entre ambos precios se encuentra disminuida por el efecto de la inflación internacional (reducción de 7 por ciento). En el Anexo IV se muestra la existencia de una relación negativa entre la inflación internacional y la actividad económica. Esta última variable explica el 33 por ciento de la covarianza.

- ❑ *Harina de pescado & Cobre.* La covarianza entre ambas cotizaciones se encuentra explicada por la presencia de las variables producción mundial y precio de la harina de soya. Este resultado es justificable si se considera la elevada correlación existente entre el precio de la soya y la actividad económica. Sin embargo, la correlación entre las cotizaciones no resultó ser significativa para las frecuencias mensual, trimestral y anual (periodo 1980-2000).
- ❑ *Oro & Harina de pescado.* La relación entre ambos productos se encuentra explicada principalmente por el efecto de la harina de soya (88 por ciento). El 12 por ciento restante estaría justificada por la relación entre sus respectivas producciones. De esta manera se justificaría la no significancia de la correlación de este par de productos para los diferentes periodos de análisis²³.

En este sentido, si la vulnerabilidad de un país es medida por las correlaciones existentes entre los precios de sus principales productos de exportación, los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación indican que el Perú no se vería afectado a través de los “comovimientos” entre los precios de sus exportaciones primarias ante *shocks* de términos de intercambios. Esto se demuestra con la obtención de correlaciones no significativas entre los cinco principales productos de exportación (cobre, oro, harina de pescado, zinc y café²⁴).

²³ Se observa que el aporte negativo de la inflación mundial en la covarianza entre las cotizaciones del oro y la harina de pescado estaría justificado por la correlación positiva del precio de la soya con la actividad económica. Sin embargo, esta contribución que puede corresponder a una relación no estocástica es marginalmente nula.

²⁴ Con excepción de la correlación entre las cotizaciones del cobre y del zinc.



5. Conclusiones

- Se suele considerar que un sector exportador fuertemente dependiente de productos primarios es altamente vulnerable a choques externos que alteren los precios de los productos de exportación. El presente trabajo presenta una primera aproximación sobre la posibilidad de que el impacto de los choques externos sobre los precios de exportación pueda depender de la estructura del sector primario.
- En primer lugar, los precios de los productos de exportación no presentan el mismo grado de volatilidad. Así, por ejemplo, en el caso peruano, los principales productos de exportación (como oro y cobre) presentan un grado de volatilidad menor al que se observa en otros productos primario (como el caso del petróleo). Dicha evidencia se presenta tanto en el caso de los niveles cuanto en las variaciones. En tal sentido, la volatilidad agregada de los precios depende de los productos primarios que componen de la estructura de exportación.
- En segundo lugar, influye en la volatilidad de los precios de exportación el grado de diversificación que presente el sector exportador. Si las correlaciones entre los precios de los diferentes productos de exportaciones no es perfecta, la inclusión de nuevos productos debe favorecer una reducción en la volatilidad.

Los beneficios de la diversificación se observan, también, en el caso peruano a pesar de que los principales productos de exportación presentan niveles relativamente bajo de volatilidad. A nivel de Latinoamérica, se observa también que existe una relación inversa entre la diversificación y el grado de volatilidad de los precios de las exportaciones.

- Identificada la evidencia empírica entre estructura exportadora, diversificación y volatilidad, se ha buscado identificar los factores que determinan la volatilidad de los precios agregados.

En primer lugar, se observa que no todos los precios de los bienes primarios no están fuertemente relacionados. El cálculo del conjunto de correlaciones entre los precios de los principales productos de exportación y el grado de significancia de las mismas indicaría el grado de riesgo que podría representar un *shock* sobre los mismos. En el caso del Perú los resultados obtenidos estarían indicando que el Perú no se vería afectado significativamente a través de los “comovimientos” entre los precios de sus exportaciones primarias ante choques externos. Esto se demuestra con la obtención de correlaciones no significativas entre los cinco principales productos de exportación.

Sin embargo, los resultados que se obtienen de los estadísticos son sensibles a dos factores (i) el horizonte de análisis (ii) frecuencia de la data. Esta sensibilidad estaría explicada por el carácter no estacionario de las series y las limitaciones del estadístico de correlación que puede reflejar relaciones espúreas.

- La baja correlación entre los precios de los productos se explicaría por el impacto diferenciado que tienen los determinantes macroeconómicos sobre los mismos. Así, productos como el cobre, zinc tienen una relación mayor con el nivel de actividad que otros metales (como el oro y la plata). Asimismo, se ha encontrado evidencia de que en otros productos – como café y la harina de pescado- existe fuerte influencia mucho más marcada de los factores de oferta.
- Estas conclusiones están en línea con lo señalado por otros estudios, como el presentado en el World Economy Outlook (WEO) del Fondo Monetario Internacional²⁵. En dicho estudio se indica que un análisis de vulnerabilidad debe enfocarse en analizar con mayor detalle no sólo un índice agregado sino que debe puntualizar en las características propias de cada uno de estos productos. Recién sobre la base de este tipo de análisis se puede efectuar recomendaciones de políticas y su implementación.

²⁵ World Economy Outlook, FMI, Mayo 2000



6. Bibliografía

Borenstein, Eduardo y Reinhart, Carmen. *The macroeconomic determinants of commodity prices.* IMF Staff Papers Vol. 41 No. 2. Junio 1994.

CEPAL. Panorama de la inserción internacional de América Latina y el Caribe 1999-2000. CEPAL, 2001.

CEPAL. Anuario Estadísticos (varios años)

De la Cuba, Mauricio. *Diversification and Volatility: a portfolio approach to Peruvian exports.* Kiel Institute Working Papers. Febrero 2000.

FANA, Foundations of finance, New York: Basic Books, 1976

Fondo Monetario Internacional (2000), *World Economic Outlook*, Octubre, Washington

Fondo Monetario Internacional (2001), Estadísticas Financieras Internacionales, Febrero 2001, Washington.

Frankel, Jeffrey A. (1985), “Commodity Prices, Money Surprises and Fed Credibility”, *Journal of Money, Credit, and Banking*, vol. 17, No 4 (Noviembre, Parte1), p. 425-438

Gilbert, Christopher L., “The impact of exchange rates and developing country debt on commodity prices”, *The Economic Journal*, vol. 99, Setiembre, p.773-784.

Grilli, Enzo R. y Maw Cheng Yang (1998), “Primary Commodity Prices, Manufactured Goods Prices, and the Terms of Trade of Developing Countries: What the Long Run Shows”, *The World Bank Economic Review*, vol. 2, No 1, p. 1-47.

McDermott, C. John y Alasdair Scott (2000), “Concordance in Business Cycles”, Documento de trabajo No.37, Fondo Monetario Internacional, Washington, Marzo 2000.

Pindyck, Robert S. y Julio J. Rotemberg (1990), “The Excess Co-Movement of Commodity Prices”, *The Economic Journal*, No. 100, Noviembre, p. 1173-1189

Reinhart, Carmen y Peter Wickham, “Commodity Prices: Cyclical Weakness or Secular Decline?”, *IMF Staff Paper*, Fondo Monetario Internacional, vol.41, No 2, Junio 1994, p. 175-213.



Anexo 1

Relación de variables empleadas en las estimaciones efectuadas en la parte 3

Variable	Descripción
P _i	<p>Precios de las exportaciones peruanas de los siguientes productos: harina de pescado, algodón azúcar, café, cobre, estaño, hierro, oro, plata, plomo, zinc y petróleo crudo y derivados. Se emplean datos anuales (periodo 1960-2000), trimestrales y mensuales (periodo 1985-2000). Estos provienen de Aduanas y del Compendio Estadístico del Sector Externo, BCRP. Debido a que no se cuentan con estadísticas de los precios de las exportaciones peruanas de estaño y oro para todo el periodo bajo análisis (porque no se efectuaron este tipo de exportaciones) se emplean las cotizaciones internacionales de estos commodities para completar los años faltantes (en el caso del estaño se complementa para el periodo 1960-1979; y el oro para el periodo 1963-1975). Estos precios cuando eran considerados anuales abarcan el periodo 1960-2000. Sin embargo, debido a que no se cuentan con exportaciones. En tanto, para los datos mensuales y trimestrales, se emplea la cotización del azúcar a la cual los EE.UU. importa. También es necesario utilizar las cotizaciones internacionales del oro y el estaño para los periodos en donde estos productos no han sido comercializados. Para esto se utilizar las cotizaciones de estos productos en la bolsa de Londres.</p>
Deflactor	Las cotizaciones de los productos de exportación fueron deflactadas por el deflactor desestacionalizado del PBI estadounidense. Fuente: Federal Reserve Bank of St. Louis.
Q _i	Se emplearon las series de la producción mundial anual de los siguiente metales: cobre, plomo, zinc, plata, oro, hierro, estaño y petróleo. Estos datos fueron proveídos por Thomas D. Kelly and Michael D. Fenton, Bureau of Mines-USA, Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, entre otros. Asimismo los datos de la producción mundial de harina de pescado, café, azúcar y algodón provienen de la FAO. Estos datos son desde 1961 hasta el 2000. En el caso de la harina de pescado, se cuentan con cifras hasta 1997.
IPW	Indice de producción agregada de los países industrializados. Estadísticas Internacionales, FMI
IPC_W	Indice agregado de los precio de los consumidores de los países industrializados. Estadísticas Internacionales, FMI
TCR	Tipo de cambio real de los Estados Unidos con relación a sus principales socios comerciales. Estos datos fueron reconstruidos
RD	Tasa de descuento real. Fuente: Federal Reserve Bank of St. Louis.
PSOYA	Cotización internacional de la harina de soya. Estadísticas Internacionales, FMI
Instrumentos	Se emplearon variables instrumentales para comprobar o desacreditar la presencia de relación contemporánea entre los precios de los commodities y el tipo de cambio real (TCR), tal como lo señala Borensztein y Reinhart. Para esto se aplican como instrumentos el déficit público de los Estados Unidos y el precio del petróleo. Sin embargo, no fue encontrado relación contemporánea significativa.



Anexo 2
Resultados de los tests de Dickey-Fuller

Serie de precios	Test Dickey-Fuller			Test Zivot y Andrew	
	Ho: hay RU	Rezag.	Presencia de tendencia	Ho: hay RU con presencia de Q	Quiebre estructural*
ALGODÓN	Sí	0	No	Sí	Media
PLATA	Sí (al 5%)	0	No	Sí	Tendencia
PLOMO	Sí	0	No	Sí	Tendencia
ZINC	Sí	0	No	Sí	Media
AZUCAR	No	1	No	No	Media y tendencia
CAFÉ	Sí (al 5%)	0	No	Sí	Tendencia
COBRE	Sí	0	Sí	Si	Tendencia
ESTAÑO	Sí	0	No	Sí	Tendencia
HIERRO	Sí	0	No	Sí	Media
HARINA DE PESCADO	Sí	2	No	Sí	Media y tendencia
ORO**	Sí	0	No	Sí	Media y tendencia
PETRÓLEO	Sí	0	No	Sí	Media y tendencia

*El test de Zivot y Andrew considera la presencia de algún tipo de quiebre (de media, tendencia o ambos) en una única fecha.



Anexo 3

Matriz de correlación para frecuencia mensual, anual y trimestral. Periodo 1985-2000

Correl max = 0,138 // $X^2(66) = 49$ Variaciones mensuales

	HP	Algodón	Azucar	Café	Cobre	Estaño	Hierro	Oro	Plata	Plomo	Zinc	Petróleo
HP	1	0.03	-0.05	0.00	0.01	0.02	-0.07	-0.03	-0.08	-0.08	0.06	-0.05
Algodón	0.12	1	-0.01	-0.11	-0.02	0.05	-0.09	0.02	-0.08	-0.09	-0.12	0.01
Azucar	-0.20	-0.03	1	0.01	0.05	-0.02	-0.08	-0.03	0.01	-0.09	0.02	0.01
Café	-0.06	-0.21	0.05	1	-0.03	-0.10	-0.10	0.00	-0.06	0.01	-0.03	-0.09
Cobre	0.19	0.19	-0.04	0.18	1	0.06	-0.03	-0.09	0.13	0.04	0.06	0.03
Estaño	-0.02	0.09	-0.07	-0.20	0.11	1	0.04	-0.12	-0.07	-0.01	-0.01	0.10
Hierro	0.10	-0.22	-0.21	-0.14	-0.31	0.08	1	0.00	0.09	0.10	0.05	0.04
Oro	0.15	0.01	-0.14	0.04	0.06	-0.17	0.11	1	0.09	-0.05	-0.04	0.04
Plata	0.04	0.07	0.06	-0.16	-0.05	0.13	0.19	0.16	1	0.11	-0.01	0.06
Plomo	0.10	-0.04	-0.06	0.02	0.21	0.10	-0.18	0.02	0.06	1	0.03	0.00
Zinc	0.21	-0.06	-0.09	0.05	0.30	0.13	0.08	0.00	-0.04	0.12	1	-0.03
Petróleo	-0.27	-0.33	-0.08	-0.20	0.01	0.39	0.12	-0.10	0.11	-0.01	0.07	1

Variaciones trimestrales Correl max = 0,240 // $X^2(66) = 103$

Correl max = 0,240 // $X^2(66) = 103$ Variaciones trimestrales

	HP	Algodón	Azucar	Café	Cobre	Estaño	Hierro	Oro	Plata	Plomo	Zinc	Petróleo
HP	1	0.12	-0.20	-0.06	0.19	-0.02	0.10	0.15	0.04	0.10	0.21	-0.27
Algodón	0.52	1	-0.03	-0.21	0.19	0.09	-0.22	0.01	0.07	-0.04	-0.06	-0.33
Azucar	0.17	0.06	1	0.05	-0.04	-0.07	-0.21	-0.14	0.06	-0.06	-0.09	-0.08
Café	0.05	-0.05	0.61	1	0.18	-0.20	-0.14	0.04	-0.16	0.02	0.05	-0.20
Cobre	0.27	0.75	0.28	0.19	1	0.11	-0.31	0.06	-0.05	0.21	0.30	0.01
Estaño	0.16	0.11	0.31	-0.21	0.05	1	0.08	-0.17	0.13	0.10	0.13	0.39
Hierro	0.38	-0.10	-0.25	-0.28	-0.38	0.14	1	0.11	0.19	-0.18	0.08	0.12
Oro	0.46	0.35	0.22	0.28	0.48	-0.11	-0.20	1	0.16	0.02	0.00	-0.10
Plata	0.09	0.10	0.51	0.22	0.15	0.50	-0.32	0.36	1	0.06	-0.04	0.11
Plomo	0.21	0.27	0.76	0.45	0.47	0.37	-0.19	0.47	0.67	1	0.12	-0.01
Zinc	0.23	0.33	0.43	0.24	0.58	0.34	-0.18	0.02	0.11	0.26	1	0.07
Petróleo	-0.43	-0.21	-0.12	-0.33	0.16	0.46	-0.07	-0.14	0.22	0.09	0.17	1

Variaciones anuales Correl max = 0,462 // $X^2(66) = 166$

Nota:

* Los datos remarcados indican la significancia de la correlación.

- (1) La prueba de correlación conjunta aplicada a los datos mensuales indica ausencia de correlación significativa. Tampoco se registraron correlaciones individuales significativas.
- (2) La prueba de correlación conjunta aplicada a los datos trimestrales indica presencia de correlación significativa. Se registraron cinco correlaciones individuales significativas.
- (3) La prueba de correlación conjunta aplicada a los datos anuales indica presencia de correlación significativa. Asimismo, se registraron once correlaciones individuales significativas.



Anexo 4
Matriz de correlación de las variaciones porcentuales de las variables explicativas empleadas en la modelación de los precios de los *commodities*

	Variables de producción												Otras variables			
	HP	Algodón	Azucar	Café	Cobre	Estaño	Hierro	Oro	Plata	Plomo	Zinc	Petróleo	IPW	IPCW	TCR	PSOYA
Harina de pescado	1	0.04	0.26	-0.24	0.12	-0.02	0.00	0.05	0.05	-0.03	-0.04	-0.05	-0.12	0.11	0.16	-0.34
Algodón		1	0.19	0.22	0.10	0.24	0.22	0.01	0.35	-0.09	-0.28	0.12	0.39	0.00	-0.02	0.03
Azucar			1	-0.01	0.10	0.02	-0.02	-0.01	0.37	0.09	0.11	0.08	0.07	0.14	0.29	-0.06
Café				1	-0.30	0.00	-0.09	-0.14	-0.10	-0.17	-0.01	-0.21	-0.04	0.11	-0.05	-0.23
Cobre					1	0.17	0.23	0.06	0.52	0.64	0.01	0.35	0.25	-0.04	0.18	0.17
Estaño						1	0.35	0.19	0.14	-0.22	-0.31	0.29	0.35	-0.09	-0.13	0.09
Hierro							1	-0.06	0.21	-0.06	0.02	0.73	0.85	-0.21	-0.39	0.45
Oro								1	0.21	0.00	-0.09	-0.10	0.06	-0.45	0.10	-0.03
Plata									1	0.41	0.13	0.14	0.35	-0.06	0.48	0.00
Plomo										1	0.50	0.06	-0.03	-0.01	0.29	-0.04
Zinc											1	0.01	-0.03	-0.09	0.09	0.12
Petróleo												1	0.77	-0.28	-0.35	0.51
IPW													1	-0.26	-0.23	0.50
IPCW														1	0.08	-0.15
TCR															1	-0.35
PSOYA																1

Periodo 1962-2000 Correl max = 0,306 // $\chi^2(66) = 318$