

# **Herramientas de estabilización de los precios internos del azúcar en Colombia: ¿Funcionan?**

---

**Julio Alonso, Andrés Arcila y Sebastián Montenegro**

Lecturas de Economía - No. 86. Medellín, enero-junio de 2017

Julio Alonso, Andrés Arcila y Sebastián Montenegro

### Herramientas de estabilización de los precios internos del azúcar en Colombia: ¿Funcionan?

**Resumen:** En 2001 entró en funcionamiento en Colombia el Fondo de Estabilización de Precios del Azúcar (FEPA) como un mecanismo para proteger a los productores locales de las fluctuaciones en los precios internacionales del azúcar, complementando al Sistema Andino de Franjas de Precios (SAFP) de la Comunidad Andina. Este trabajo busca establecer si el FEPA, unido al SAFP, ha aislado el precio local de las fluctuaciones en los precios del mercado internacional, para lo cual se determina si existe o no una relación de largo plazo entre los precios internacionales y sus contrapartes en las tres principales ciudades de Colombia. Utilizando una muestra para el periodo 2001-2015, no se pudo hallar evidencia de cointegración entre la serie de precios internacionales y los precios del azúcar en las ciudades estudiadas, pudiéndose concluir que el FEPA unido al SAFP ha tenido éxito aislando el efecto de los precios internacionales sobre los precios locales.

**Palabras clave:** Fondo de Estabilización de Precios del Azúcar, Sistema Andino de Franjas de Precios, cointegración, raíces unitarias, azúcar.

**Clasificación JEL:** C23, G13, G14, Q14.

### Internal price stabilization tools in the Colombian sugar market: Do they work?

**Abstract:** Since 2001, local sugar prices in Colombia are subject to the Sugar Price Stabilization Fund (FEPA). The Colombian government designed FEPA to protect local producers from fluctuations in international sugar prices, complementing the existing Andean Price Band System (SAFP) of the Andean Community of Nations. This paper aims to determine whether the FEPA, joint with SAFP, have isolated the local price from fluctuations in the international sugar price. To this end, we determine whether or not a long-term relationship exists between international sugar prices and local prices in the three main cities of Colombia. Using monthly data for the period 2001-2015, we did not find evidence of cointegration between the international prices and the local prices in each of the studied cities. We then conclude that the FEPA and SAFP have succeeded in isolating the effect of international prices on domestic prices.

**Keywords:** FEPA, Andean Price Band System, cointegration, unit root, sugar.

**JEL Classification:** C23, G13, G14, Q14.

### Les outils de stabilisation des prix internes du sucre en Colombie: fonctionnent-ils vraiment?

**Résumé:** En 2001, le Fond de Stabilisation des Prix du Sucre (FEPA) est devenu opérationnel en Colombie. Il s'agit d'un mécanisme complémentaire au Système Andin de Fourchettes de Prix (SAFP), mis au point par la Communauté Andine et visant protéger les producteurs locaux des fluctuations des prix internationaux du sucre. Cet article cherche à établir si le FEPA, en collaboration avec le SAFP, arrive à isoler les fluctuations des prix locaux par rapport aux prix du marché international. Pour ce faire, nous souhaitons savoir s'il existe ou non une relation à long terme entre les prix internationaux et leurs homologues dans les trois principales villes de Colombie. L'étude utilise un échantillon pour la période 2001-2015, à partir duquel nous ne pouvons pas trouver des preuves de cointégration entre la série de prix internationaux et les prix du sucre dans les villes étudiées. Nous concluons alors que le FEPA ainsi que le SAFP ont réussi à isoler l'effet des prix internationaux sur les prix locaux.

**Mots-clés:** FEPA, SAFP, cointégration, racines unitaires, sucre.

**Classification JEL:** C23, G13, G14, Q14.

## Herramientas de estabilización de los precios internos del azúcar en Colombia: ¿Funcionan?

Julio Alonso, Andrés Arcila y Sebastián Montenegro\*

–Introducción. –I. Revisión de la literatura. –II. Generalidades del mercado internacional del azúcar. –III. Los datos. –IV. Aproximación econométrica. –Comentarios finales. –Anexo.  
– Referencias.

doi: 10.17533/udea.le.n86a04

*Primera versión recibida el 10 de septiembre de 2015; versión final aceptada el 22 de junio de 2016*

### Introducción

Recientemente, en Colombia la industria azucarera y el Fondo de Estabilización de Precios del Azúcar (FEPA) han estado en el centro de una discusión en los medios de comunicación, el Congreso y la Superintendencia de Industria y Comercio. La discusión se ha centrado en las posibles prácticas restrictivas de la libertad por parte de diferentes agentes del sector y del FEPA, que

---

\* *Julio César Alonso Cifuentes*: Profesor del Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas, Universidad Icesi. Dirección postal: Calle 18 No 122-135 Cali, Colombia. Dirección electrónica: jcalonso@icesi.edu.co

*Andrés Mauricio Arcila Vásquez*: Investigador, Cienfi, Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas, Universidad Icesi. Dirección postal: Calle 18 No 122-135 Cali, Colombia. Dirección electrónica: maocarilav@gmail.com

*Sebastián Montenegro Arana*: Asistente de docencia, Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Económicas y Políticas, Universidad de Texas en Dallas. Dirección postal: 800 W. Campbell Rd., Richardson, TX. EE.UU. 75080. Dirección electrónica: smontenegro@utdallas.edu

podrían haber “desanaturalizado su funcionamiento”<sup>1</sup> empleando la asignación de cuotas de producción para lograr su fin de estabilizar los precios. En especial, sobre el FEPA la Superintendencia de Industria y Comercio manifestó, mediante la Resolución 80847 del 7 de octubre de 2015, que “[...]con el objetivo de corregir las irregularidades advertidas en el funcionamiento del FEPA, la Superindustria ordenó a su Comité Directivo y al propio Gobierno Nacional que proceda a revisar dicho instrumento de política pública en un término máximo de seis (6) meses y poner a disposición de la Superindustria las nuevas metodologías para garantizar que el FEPA se haya ajustado a los propósitos establecidos en la ley”. Por otro lado, poco se ha discutido sobre si los precios del azúcar en Colombia han sido estabilizados o no; se da por descontado que estos precios sí han sido estabilizados. Es decir, no existe ni evidencia ni discusión en torno a si se cumple el fin para el cuál fue diseñado el FEPA. Toda la discusión se ha centrado sobre los medios empleados para lograr el fin, pero no si este se logró o no.

Este documento pretende brindar elementos de juicio a los hacedores de política pública sobre la relación existente entre los precios internacionales y locales del azúcar, y no entrar en la discusión sobre los medios empleados en el FEPA. En este orden de ideas, nuestro objetivo es determinar si el fin de estabilización de los precios se logró, independientemente de los medios que se emplearon. Más específicamente, el propósito de este documento es verificar si durante la vigencia del FEPA<sup>2</sup> se han aislado los efectos de choques externos en el precio del azúcar sobre el mercado colombiano.

La industria azucarera colombiana es sin duda una de las agroindustrias más importantes para la actividad económica del país. Según estudios de Fedesarrollo, el valor agregado que genera la industria azucarera corresponde al 0,58 % del PIB nacional (Arbelaez, Estacio & Olivera, 2010). Si bien la

---

<sup>1</sup> Este término es empleado por la Superintendencia de Industria y Comercio en la Resolución 80847 del 7 de octubre de 2015. En esta resolución se justifica este término por la existencia de una asignación de cuotas de producción, implícita en la forma como funciona el FEPA. Estas cuotas se encuentran explícitas en la forma como FEPA calcula las cesiones y compensaciones que se describirán más adelante.

<sup>2</sup> Como se discutirá mas adelante, en Colombia, el FEPA no es el único mecanismo de estabilización de precios existente para este mercado.

participación parece baja, la importancia del sector radica en el impacto social, puntualmente en términos de empleo y nivel de ingresos superior al promedio nacional en los municipios de influencia. Los autores encuentran que la industria azucarera tiene un importante efecto multiplicador sobre el empleo, ya que por cada nuevo empleo que se genera dentro del sector, se crean aproximadamente 28,4 puestos de trabajos adicionales a lo largo de la cadena productiva.

El mercado del azúcar en diferentes países se caracteriza por la protección e intervención estatal para garantizar beneficios a diferentes agentes de la economía. Específicamente, estas intervenciones distorsionan tanto el precio interno como el de los mercados internacionales, al convertir a este último mercado en uno de producciones excedentarias fuertemente subsidiadas (Alonso & Arcila, 2013). Como medida de protección al productor nacional, el Gobierno colombiano creó el Fondo de Estabilización de Precios del Azúcar (FEPA) por medio del decreto número 569 de 2000, bajo el amparo de la Ley 101 de 1993, y el cual entró en operación el 1 de enero de 2001. Este mecanismo implica una compensación de los ingenios que venden en el mercado nacional a aquellos que venden a un precio relativamente bajo en el mercado internacional. Estos tipos de mecanismos de estabilización se denominan de *cesión y compensación*, los cuales, particularmente para este caso, se basan en una contribución parafiscal al FEPA por parte de los ingenios que están vendiendo su producción por encima de un precio promedio ponderado para aquellos que venden por debajo de dicho precio ponderado. El precio promedio ponderado es fruto de una fórmula que incluye el precio del azúcar de más baja calidad en el Mercado local y el Mercado internacional. Así, el FEPA actúa de dos maneras para proteger el mercado colombiano: i.) compensa a los ingenios que exportan y venden a un precio menor que el mercado local para desincentivar un aumento de la oferta en este mercado y, ii.) evita una guerra de precios interna entre los ingenios. En otras palabras, el FEPA tiene como objetivo hacer que sea igual de rentable para los productores locales exportar (a un precio bajo) o vender localmente, al mismo tiempo que son protegidos de los productores extranjeros que fabrican azúcar a bajo precio con altos subsidios. Este tipo de medidas intentan, por un lado, mantener un precio local alto y, por otro lado, aislar el comportamiento del precio en el mercado local de lo que ocurre a nivel internacional.

Por otro lado, también existe otra herramienta de política económica que protege el mercado local del azúcar, que es el Sistema Andino de Franjas de Precios<sup>3</sup> (SAFP), y que fue establecido por medio de la Decisión 371 de la Comunidad Andina de Naciones en 1994. Este sistema establece un arancel al azúcar que fluctúa dependiendo del precio internacional: cuando el precio internacional está por debajo del piso de la franja se impone un arancel proporcional a la diferencia del precio internacional con el piso, y cuando el precio internacional está por encima del techo el arancel desaparece; si el precio se encuentra en la franja también existe un arancel. De esta manera, existe un arancel que se ajusta automáticamente cuando el precio internacional es relativamente bajo, ofreciendo así una protección al productor local.

En otras palabras, la operación efectiva del FEPA y del SAFP implica que los precios locales del azúcar no deberían tener relación de largo plazo con los precios internacionales ya que, por un lado, el FEPA evita que los ingenios colombianos reaccionen a los cambios en los precios internacionales y presionen el precio en el mercado interno, y por el otro, el SAFP intenta aislar el precio local de las presiones provenientes de las importaciones de azúcar. Por lo tanto, una implementación del FEPA exitosa, unida al SAFP, debería implicar que la única relación que exista entre precios locales e internacionales sea de corto plazo; de esta manera, cualquier choque externo no afectaría a los precios locales de forma permanente. Por el contrario, si existiese una relación de largo plazo entre el precio local e internacional, cualquier choque en los precios internacionales afectaría el precio interno de forma permanente y las políticas de estabilización de precios como el FEPA y el SAFP serían inocuas en el largo plazo.

El objetivo de este trabajo es determinar si existe o no una relación de largo plazo entre los precios del azúcar refinada y morena de las tres principales ciudades de Colombia con los precios internacionales del azúcar refinada en el mercado de commodities de Nueva York (contrato No. 5) y el azúcar crudo elaborado (contrato No. 11). Para lograr este objetivo emplearemos pruebas de cointegración.

---

<sup>3</sup> El SAFP no es exclusivo para el azúcar, también cubre los siguientes productos: arroz, cebada, maíz amarillo y blanco, soya, trigo, aceite crudo de soya y de palma, leche, trozos de pollo y carne de cerdo.

Este documento se encuentra dividido en seis partes. Esta introducción es seguida por una breve descripción de la literatura que evalúa los mecanismos de estabilización de precios. La segunda parte discute las generalidades del mercado internacional del azúcar. La tercera y cuarta sección presentan los datos y los resultados del ejercicio econométrico. El documento concluye con unos comentarios finales.

## **I. Revisión de la literatura**

Las políticas de estabilización de precios son cuestionadas debido a la posible pérdida de eficiencia que generan sobre uno o más sectores de la economía, implicando que los consumidores o los productores terminen asumiendo los costos de la política. La literatura que discute la pertinencia de este tipo de políticas es amplia.

Waugh (1944), por ejemplo, mostró que los consumidores se benefician de precios inestables y pierden con la estabilidad de los mismos. Un resultado similar fue obtenido por Oi (1961) para los productores. No obstante, ambos autores establecen que puede existir un efecto neto positivo en la sociedad, dado el beneficio que reciben los productores. Massell (1969) corroboró dichos resultados, modificando los supuestos iniciales y midiendo el bienestar de los agentes con base en el valor esperado del cambio de los excedentes, tanto del consumidor como del productor.

Newbery y Stiglitz (1979) realizan un estudio teórico de los impactos de las políticas de estabilización de precios sobre los mercados, encontrando que, dependiendo de factores como la elasticidad-precio de la demanda y de la oferta, las políticas podrían tener resultados diferentes en el corto y largo plazo.

Miranda y Helmlinger (1988) encuentran que los programas de estabilización de precios pueden reducir los precios del mercado a largo plazo y desestabilizar los ingresos del productor. Los autores llegaron a esa conclusión empleando simulaciones estocásticas de un modelo de expectativas racionales al evaluar los efectos de dichos programas en el mercado de la soya en Estados Unidos. Por su lado, Clark y Klein (1994) analizan los efectos del

programa de estabilización de precios sobre el mercado del trigo en Canadá bajo el supuesto de expectativas racionales, concluyendo que tal programa podría provocar un comportamiento cíclico en el mercado, el cual no existía previamente.

En países emergentes también es común la existencia de herramientas políticas que permitan estabilizar los precios. Así como en Colombia existen el FEPA, el FDP (Fondo de Estabilización de Precios para el Palmiste, el Aceite de Palma y sus Fraccione) y el Fondo de Estabilización de Precios del Algodón, otros países cuentan con fondos de estabilización de precios para los commodities, tales como el FEPP (Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo) en Chile, el Fondo para la Estabilización del Precio de los Combustibles Derivados del Petróleo en Perú y el Programa de Estabilización de Precios del Aceite de Cocina en Indonesia . No obstante han sido pocas las investigaciones que se han realizado al respecto.

Tudela, Rosales y Samacá (2004) evaluaron los efectos del FEPA colombiano sobre la producción, la demanda, las exportaciones y el bienestar general. Para ello utilizaron un modelo estructural SSE y un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) no estructural cuyos resultados fueron similares y complementarios. Según los autores, el FEPA generó un aumento de las exportaciones, y su eliminación generaría una ganancia neta de bienestar para los consumidores y una pérdida neta de bienestar para los productores, lo cual podría reducir el nivel de exportaciones a largo plazo. Por su parte, Prada (2004) realizó un análisis del FEPA por medio de un modelo que simula competencia perfecta e imperfecta (colusión y modelo líder-seguidor), concluyendo que, comparado con un modelo de competencia perfecta, la existencia del FEPA reduce indiscutiblemente los beneficios. Además, el autor determinó que el mecanismo de dicho fondo no solo está regulando el precio interno del azúcar, sino que también está elevándolo hasta el punto que la producción local ha perdido competitividad en el mercado mundial.

De otra parte, existe literatura que en vez de concentrar su atención en los efectos de bienestar se dedica a estudiar la capacidad de aislar los choques en el mercado internacional sobre los precios locales. En este sentido, Cahin, Liang y Mcdermott (2000) examinan la persistencia de los shocks sobre

los precios de los bienes primarios para determinar la política de precios adecuada en diferentes países que exportan un único producto (commodities). Los autores muestran que conocer la duración de shocks externos es un factor clave al momento de diseñar planes que amortigüen los efectos de estos sobre la economía doméstica, puesto que los países en desarrollo dependen económica y comercialmente de tales bienes.

Bugueiro, Brümmer y Díaz (2010) emplean modelos de corrección de errores para verificar si hay integración espacial para los mercados en Colombia, Brasil y el mercado internacional. Los autores encuentran dos resultados particulares: primero, para el mercado de azúcar crudo, los mercados parecen estar integrados, de manera que las series se mueven conjuntamente en el largo plazo. Segundo, que el mercado mundial de azúcar es líder, teniendo como seguidores a Brasil y Colombia. Es decir, se evidencia estadísticamente que si el precio del azúcar en el mercado internacional sufre un choque aleatorio, dicha perturbación es evidenciada inmediatamente después en los mercados de Colombia y Brasil.

En general, se espera que un esquema de estabilización de precios aísle el efecto de los volátiles precios internacionales sobre los precios locales y, en especial, que la dinámica de los precios internos no dependa de los precios internacionales. Esta será la hipótesis a validar con el esquema disponible en Colombia, compuesto por el FEPA y el SAFP. Formalmente, esto implicaría que no exista una relación de largo plazo entre los precios internacionales y los precios locales. Si se supone que el precio internacional y el doméstico son  $I(1)$ , lo que supondría que un esquema efectivo de estabilización de precios de como resultado que las dos series no podrían estar cointegradas. En caso de encontrar cointegración, esto implicaría la existencia de relación de largo plazo entre las dos series, y por tanto un mecanismo que permite que choques en los precios externos se reflejen en los precios internos. Esto significaría que no se aísle el efecto de los precios entre los dos mercados.

## **II. Generalidades del mercado internacional del azúcar**

El mercado internacional del azúcar está concentrado en dos grandes mercados que funcionan paralelamente. La oferta en estos dos mercados

corresponden a los excesos de oferta de los países productores, y la demanda corresponde a las necesidades de los países no productores que intentan cubrir su demanda interna. Un mercado es el de Nueva York, donde se tranzan futuros de azúcar crudo cuyo contrato se referencia como No. 11. El segundo mercado es el de Londres, donde se tranzan futuros de azúcar refinado a través del contrato No. 5.

Según información disponible en Reuters, en el mercado de Nueva York se comercian anualmente aproximadamente 231.237 contratos, mientras que en Londres se comercian aproximadamente 5 millones de contratos. Ahora bien, para 2011, según datos del anuario de la ISO (International Sugar Organization), se produjeron 171.120.000 toneladas métricas de valor crudo (TMVC), siendo Brasil el mayor productor con el 21,71 % de la producción mundial, seguido por India con el 13,5 %. Los 10 principales productores de azúcar tienen el 76,49 % de la producción mundial. Con respecto al comercio internacional, para 2011, según cifras de la misma organización, se exportaron 54.975.000 TMVC. De estas, Brasil, el mayor exportador, tiene el 46,94 %. El segundo mayor exportador fue India con el 12,71 % del total de exportaciones. Los 10 primeros exportadores, encabezados por Brasil y finalizando con Cuba, tienen el 77,9 % de las exportaciones mundiales de azúcar, donde Colombia se encuentra en la séptima posición con 750.000 TMVC.

En Colombia operan 12 ingenios ubicados en el valle geográfico del río Cauca. Estos ingenios son La Cabaña, Carmelita, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Risaralda, San Carlos, Tumaco, Ríopaila-Castilla, Incauca y Providencia. La producción anual para el periodo 2010-2015 fue en promedio de 2.230.555 TMVC. De acuerdo con información de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (ASOCAÑA), cinco ingenios (Ríopaila-Castilla, Incauca, Manuelita, Providencia y Mayagüez) concentran aproximadamente el 70 % de la producción nacional, participación que se ha mantenido estable desde 2005. El 65,7 % de la producción nacional se destina al consumo interno y el resto se exporta al mercado internacional. Por otro lado, las importaciones de azúcar representan en promedio el 10,8 % del consumo nacional de azúcar, para el periodo 2010-2015.

### III. Los datos

Para lograr nuestro objetivo de determinar si existe una relación de largo plazo entre los precios internacionales e internos del azúcar, se emplean ocho series de tiempo: seis nacionales y dos internacionales. Las series de precios nacionales corresponden a los precios del azúcar refinada (blanca) y azúcar morena (crudo) para Bogotá (BOG), Cali (CLO) y Medellín (MED), provenientes de la base de datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la cual es empleada para calcular el IPC y corresponde al precio promedio del bien que es registrado por el DANE a los diferentes establecimientos de venta al detal<sup>4</sup>. Las series internacionales corresponden a los precios del azúcar refinada y en crudo, contratos No. 5 y 11, respectivamente. Las series internacionales son reportadas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y recogidas inicialmente del London International Financial Futures and Options Exchange (LIFFE) y del New York Board of Trade. Todas las series son de periodicidad mensual y comprenden el periodo enero de 2001 a abril de 2015. Todas las series están medidas en pesos colombianos (COP) por libra, de manera que los precios internacionales en USD fueron convertidos a COP con la tasa representativa del mercado promedio de cada mes. Los Gráficos 1 y 2 muestran el comportamiento de las series del azúcar refinada y en crudo para el periodo bajo análisis. Para nuestro análisis econométrico las series fueron filtradas de tal manera que se les han removido el comportamiento estacional no estacionario (i.e. raíces estacionales). La siguiente sección explica en detalle este proceso de filtrado.

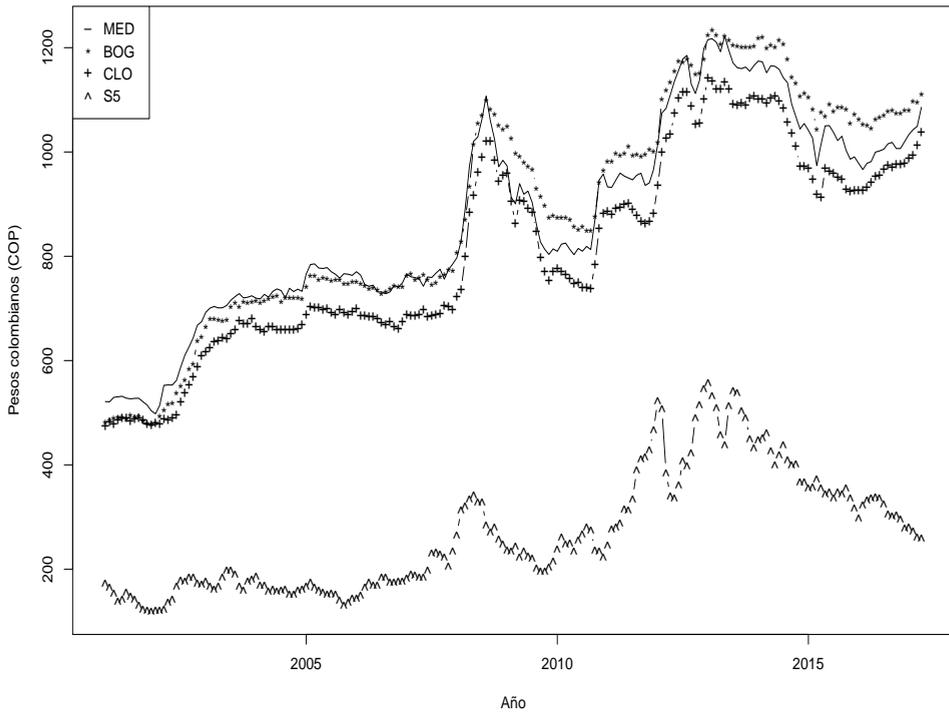
Para ambos tipos de azúcar las series parecen tener el mismo comportamiento. Sin embargo, se puede apreciar que entre el precio internacional y los

---

<sup>4</sup> Se empleen los precios de venta al detal como proxy al precio al productor. Si bien el precio al consumidor puede incluir diferencias en costos de transacción que no son objeto de la estabilización realizada por el FEPA, es importante reconocer que la serie de precios al productor no es pública. Adicionalmente, no existe un índice de precio al productor que refleje el precio de los 12 ingenios y los diferentes canales de distribución locales. Por eso se emplea el precio al consumidor como proxy al precio del mercado local para las cinco principales ciudades para tratar de capturar las posibles distorsiones que genere la existencia de costos de transacción diferentes para distintas ciudades.

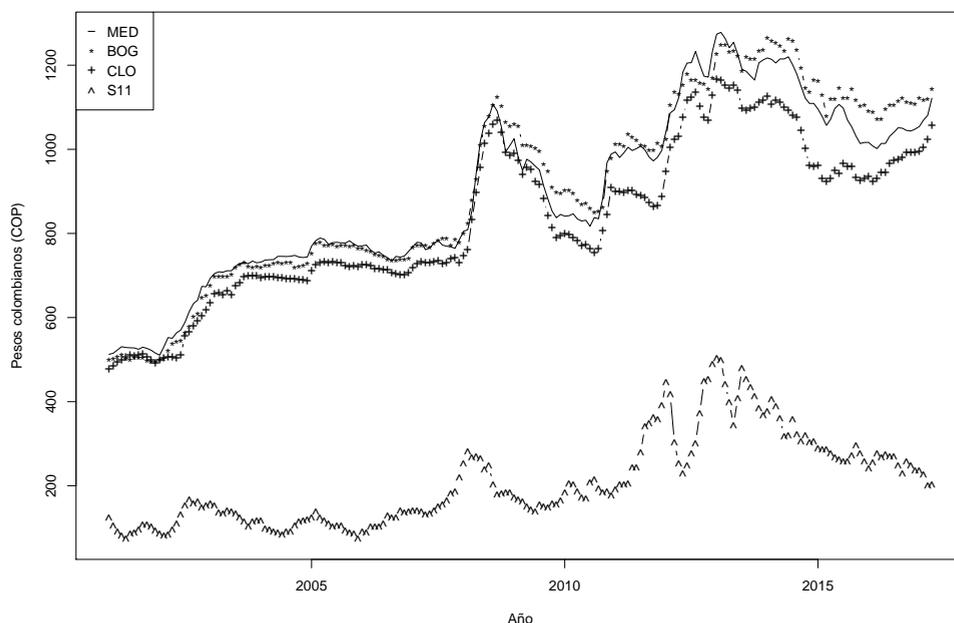
precios locales existe una brecha considerable, la cual prevalece a lo largo del periodo de estudio, pero con una magnitud variante.

**Gráfico 1.** *Precios locales e internacionales del azúcar refinada*



*Fuente:* cálculos de los autores con datos del DANE y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

**Gráfico 2.** Precios locales e internacionales del azúcar crudo



*Fuente:* cálculos de los autores con datos del DANE y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

#### IV. Aproximación econométrica

Todos los resultados que se presentan a continuación fueron obtenidos empleando el Software R (R Core Team, 2013). Para analizar la relación de largo plazo entre las respectivas series, lo primero que se debe realizar es identificar su orden de integración. Diferentes autores han encontrado que las pruebas de raíces unitarias no tienen las propiedades deseables en presencia de raíces estacionales (Ghysels, Lee & Noh, 1994). Por tal razón, las ocho series empleadas fueron filtradas de acuerdo a los resultados de la prueba HEGY (Hylleberg et al., 1990), de manera que la serie tuviese únicamente una raíz no estacional. Es decir, la raíz convencional. En este orden de ideas, siguiendo a Alonso y Seaman (2010), fue necesario aplicar un filtro para *remover* dichas raíces estacionales, dado que se encontraron raíces unitarias convencionales

y estacionales para estas series<sup>5</sup>. La Tabla 1 muestra las posibles raíces que se pueden presentar cuando se tienen datos mensuales.

**Tabla 1.** Posibles raíces en datos mensuales

Condición	Polinomio	Raíz	Nombre de la raíz	Número de ciclos por año
1	$(1 - L)$	+1	No estacional	0
2	$(1 + L)$	-1	Bimensual	6
3	$(1 + L^2)$	$\pm i$	Cuatrimestral	3
4	$(1 + L + L^2)$	$-\frac{1}{2}(1 \pm \sqrt{3}i)$	Trimestral	4
5	$(1 - L + L^2)$	$\frac{1}{2}(1 \pm \sqrt{3}i)$	Semestral	2
6	$(1 + \sqrt{3}L + L^2)$	$-\frac{1}{2}(\sqrt{3} \pm i)$	-	5
7	$(1 - \sqrt{3}L + L^2)$	$\frac{1}{2}(\sqrt{3} \pm i)$	Anual	1

Fuente: Alonso y Seaman (2010).

Las únicas series que no presentaron raíces estacionales fueron las del azúcar refinada y el crudo en Bogotá. Es decir, estas series no presentan un comportamiento estacional no estacionario; las demás series sí presentan un comportamiento estacional estacionario. A las demás series fue necesario aplicarle filtros de acuerdo a la conclusión de la aplicación de la prueba HEGY (Hylleberg et al., 1990). Por ejemplo, para el azúcar refinada en Medellín se encontraron las raíces estacionales correspondientes a las condiciones 3 a 6 de la Tabla 1, lo cual implica un filtro de la forma

$$\left(1 + \sqrt{3}L + 3L^2 + 2\sqrt{3}L^3 + 4L^4 + 2\sqrt{3}L^5 + 3L^6 + \sqrt{3}L^7 + L^8\right),$$

donde  $L$  corresponde al operador de rezagos. Para el caso de los precios internacionales, las raíces estacionales corresponden a las condiciones 3 a 7 de

<sup>5</sup> Se presentan como anexo las pruebas de raíces estacionales de HEGY para todas las series (Ver Anexo).

la Tabla 1, lo que implica aplicar un filtro equivalente a la multiplicación de los correspondientes polinomios. Es a través de dichos filtros que se generaron las series de los Gráficos 1 y 2, que serán las consideradas de ahora en adelante. Tras aplicar el filtro, se empleó de nuevo la prueba de HEGY para determinar que efectivamente se habían removido todas las raíces estacionales y que solo se mantenía la raíz convencional.

Adicionalmente, para todas las series, las filtradas o no, se determina el orden de integración empleando las pruebas de Phillips y Perron (1988), PP; Dickey y Fuller (1979), ADF; Kwiatkowski, Phillips, Schmidt y Shin (1992), KPSS; y la prueba no paramétrica de Breitung (2002). Los resultados de las cinco pruebas estadísticas se presentan en la Tabla 2.

Cuatro de las cinco pruebas para la serie en niveles muestran la existencia de al menos una raíz unitaria para la serie en niveles; para verificar su orden de integración, se realizan las mismas pruebas sobre las primeras diferencias y las cinco pruebas muestran que las series son estacionarias. De esta manera, las series del precio de azúcar nacional e internacional filtradas tienen una raíz unitaria; es decir, son  $I(1)$ . Vale la pena mencionar que para la prueba HEGY, la Tabla 2 solo reporta la primer condición —de raíz no estacional— pues las demás no son estadísticamente significativas, dado el proceso de filtrado explicado con anterioridad.

Luego de identificar el orden de integración de las series de todas las series a analizar, el siguiente paso es determinar si existe una relación de largo plazo entre la series de precios del azúcar en Medellín, Bogotá y Cali con su respectiva contraparte internacional. Para esto, se realizan las pruebas de cointegración de Johansen (1991) y de Phillips y Ouliaris (1990). Para encontrar el número de rezagos óptimo que se ajuste al proceso de generación de los datos se emplean los criterios de información de Akaike y bayesiano. Posteriormente, se emplean las funciones de autocorrelación, autocorrelación parcial y pruebas formales de autocorrelación y heteroscedasticidad, como las propuestas por Breusch (1978) y Godfrey (1978) y Engle (1982), para escoger el número de rezagos que permite que los residuos del VAR sean estacionarios.

Tabla 2. Pruebas de raíces unitarias

		Refinada									
		Niveles (prueba con intercepto y tendencia)				Primera diferencia (prueba con intercepto y sin tendencia)					
		ADF	PP	Breitung	KPSS	HEGY	ADF	PP	Breitung	KPSS	HEGY
Medellín	Estadístico	-4,258	-1,212	0,007	0,107	-2,273	-1,387	-5,582	0,002	0,064	-2,186
	P-valor	0,010	0,615	-	-	0,100	0,100	0,010	-	-	0,025
Bogotá	Estadístico	-2,761	-1,873	0,008	0,120	-2,230	-7,454	-8,136	0,001	0,053	-2,604
	P-valor	0,100	0,615	-	-	0,100	0,010	0,010	-	-	0,010
Cali	Estadístico	-4,387	-1,367	0,009	0,109	-2,476	-1,894	-3,385	0,003	0,053	-2,517
	P-valor	0,010	0,615	-	-	0,100	0,058	0,060	-	-	0,010
Internacional	Estadístico	-2,442	-0,309	0,008	0,126	-2,791	-3,709	-6,792	0,002	0,068	-2,812
	P-valor	0,100	0,989	-	-	0,100	0,010	0,010	-	-	0,010
		Crudo									
		Niveles (prueba con intercepto y tendencia)				Primera diferencia (prueba con intercepto y sin tendencia)					
		ADF	PP	Breitung	KPSS	HEGY	ADF	PP	Breitung	KPSS	HEGY
Medellín	Estadístico	-3,757	-1,138	0,007	0,107	-2,442	-2,389	-4,820	0,003	0,069	-2,855
	P-valor	0,023	0,701	-	-	0,100	0,019	0,010	-	-	0,010
Bogotá	Estadístico	-2,761	-1,984	0,008	0,114	-2,622	-7,454	-8,442	0,001	0,051	-2,974
	P-valor	0,100	0,701	-	-	0,100	0,010	0,010	-	-	0,010
Cali	Estadístico	-3,017	-1,472	0,007	0,097	-2,610	-1,848	-3,702	0,002	0,050	-2,820
	P-valor	0,100	0,701	-	-	0,100	0,065	0,026	-	-	0,010
Internacional	Estadístico	-2,442	-0,742	0,008	0,121	-3,158	-3,709	-7,406	0,002	0,102	-2,742
	P-valor	0,100	0,965	-	-	0,081	0,010	0,010	-	-	0,010

*Nota:* **Breitung:** la hipótesis de raíz unitaria es rechazada si el estadístico reportado cae por debajo de los valores críticos (0,00436 para el 10 % de significancia y 0,00342 para el 5 %). **KPSS:** La hipótesis nula corresponde a un proceso estacionario y los valores críticos son 0,119 para el 10 % de significancia y 0,146 para el 5 %.

*Fuente:* cálculos de los autores con datos del DANE y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

La Tabla 3 muestra los resultados de estas pruebas de cointegración. Por ejemplo, los estadísticos para Bogotá –en la sección de azúcar refinada– serán los resultados de las pruebas de cointegración que verifica la relación de largo plazo entre el precio de dicha ciudad y el del azúcar refinada en el mercado internacional.

**Tabla 3.** Pruebas de Cointegración de Johansen y de Phillips y Ouliaris

	Refinada				
	Johansen			Phillips y Ouliaris	
	$\lambda$ -trace	$\lambda$ -máx	Rezagos	PU	PZ
Medellín	13,11	6,98	22	21,015	4,812
Bogotá	13,65	8,4	20	21,721	15,5821
Cali	5,6	3,79	16	5,3628	12,7892
	Crudo				
	Johansen			Phillips y Ouliaris	
	$\lambda$ -trace	$\lambda$ -máx	Rezagos	PU	PZ
Medellín	11,61	7,45	17	15,150	6,224
Bogotá	7,86	4,63	14	17,3334	5,8007
Cali	7,32	4,5	17	12,4867	5,1631

*Nota:* Rechaza la hipótesis nula de cero vectores de cointegración al 10 % (\*), 5 % (\*\*) y al 1 % (\*\*\*).

*Fuente:* cálculos de los autores con datos del DANE y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Para ningún par de series evaluadas se evidencia cointegración. Las pruebas de Johansen (1991) y Phillips y Ouliaris (1990) no permiten rechazar la hipótesis nula de cero vectores de cointegración por ninguno de sus métodos. De esta manera, es posible concluir que las series de precios nacionales para ambos tipos de azúcar no guardan una relación de largo plazo con su respectivo precio internacional.

### Comentarios finales

El Fondo de Estabilización de Precios del Azúcar (FEPA) y el Sistema Andino de Franjas de Precios (SAFP) forman el conjunto de instrumentos

que posee el Gobierno colombiano para proteger al sector azucarero de las fluctuaciones de los precios internacionales. El fondo viene operando desde enero de 2001 y se unió el SAFP existente desde 1994, no obstante existe poca literatura que trate de evaluar el desempeño de este conjunto de instrumentos. Si bien los efectos de una política de estabilización pueden ser numerosos, existen pocos estudios que evalúen el desempeño conjunto del FEPA y del SAFP. En esta línea, este estudio pretende responder una pregunta sencilla: ¿Sirve el conjunto de herramientas existentes para aislar los precios locales de los choques internacionales?

Empleando información mensual desde el momento en que entró en funcionamiento el FEPA hasta abril de 2015 se puede concluir que los precios del azúcar (refinada y moren) en Bogotá, Medellín y Cali no tienen relación con los precios del azúcar en los mercados internacionales. En este orden de ideas, el FEPA en presencia del ya existente SAFP cumple uno de los objetivos para el cuál fue creado; es decir, aísla el efecto de los precios internacionales sobre el mercado local. Y en este sentido el FEPA es una herramienta que ha cumplido dicho objetivo.

Finalmente, es importante recordar que el FEPA y el SAFP puede tener implicaciones sobre la eficiencia del aparato productivo, el bienestar de los ciudadanos y la distribución del ingreso, estos efectos aún no han sido estudiados a fondo y deberán ser abordados por futuras investigaciones.

## Anexo

**Tabla A1. Prueba HEGY para dos tipos de azúcar. Medellín, Bogotá, Cali e internacional**

	Refinada		Crudo		
	Estadístico	P-valor	Estadístico	P-valor	
	$\pi_1 = 0$	-2,95	0,1	-2,73	0,1
	$\pi_2 = 0$	-3,62	0,01	-4,13	0,01
	$\pi_3 = \pi_4 = 0$	8,38	0,1	8,06	0,088
	$\pi_5 = \pi_6 = 0$	23,13	0,1	15,48	0,1
<b>Medellín</b>	$\pi_7 = \pi_8 = 0$	18,47	0,1	13,65	0,1
	$\pi_9 = \pi_{10} = 0$	25,61	0,1	17,05	0,1

(Continúa)

Tabla A1. Continuación

	$\pi_{11} = \pi_{12} = 0$	7,94	0,083	9,01	0,1
	$\pi_2 = \dots = \pi_{12} = 0$	424,63	–	525,47	–
	$\pi_1 = \dots = \pi_{12} = 0$	391,48	–	481,69	–
		Estadístico	P-valor	Estadístico	P-valor
<b>Bogotá</b>	$\pi_1 = 0$	–2,22	0,1	–2,404	0,1
	$\pi_2 = 0$	–3,72	0,01	–3,50	0,01
	$\pi_3 = \pi_4 = 0$	7,99	0,01	13,48	0,01
	$\pi_5 = \pi_6 = 0$	15,74	0,01	27,92	0,01
	$\pi_7 = \pi_8 = 0$	9,53	0,01	15,16	0,01
	$\pi_9 = \pi_{10} = 0$	32,04	0,01	11,54	0,01
	$\pi_{11} = \pi_{12} = 0$	6,94	0,01	6,43	0,01
	$\pi_2 = \dots = \pi_{12} = 0$	611,92	–	415,90	–
	$\pi_1 = \dots = \pi_{12} = 0$	560,98	–	381,32	–
		Estadístico	P-valor	Estadístico	P-valor
<b>Cali</b>	$\pi_1 = 0$	–3,057	0,088	–3,357	0,043
	$\pi_2 = 0$	–3,22	0,015	–3,60	0,01
	$\pi_3 = \pi_4 = 0$	10,51	0,1	14,03	0,1
	$\pi_5 = \pi_6 = 0$	16,61	0,1	15,41	0,1
	$\pi_7 = \pi_8 = 0$	17,68	0,1	14,07	0,1
	$\pi_9 = \pi_{10} = 0$	19,26	0,1	13,32	0,1
	$\pi_{11} = \pi_{12} = 0$	8,73	0,1	7,91	0,082
	$\pi_2 = \dots = \pi_{12} = 0$	602,58	–	693,35	–
	$\pi_1 = \dots = \pi_{12} = 0$	555,26	–	640,38	–
		Estadístico	P-valor	Estadístico	P-valor
<b>Internacional</b>	$\pi_1 = 0$	–2,444	0,1	–2,431	0,1
	$\pi_2 = 0$	–5,10	0,01	–3,83	0,01
	$\pi_3 = \pi_4 = 0$	12,12	0,1	14,14	0,1
	$\pi_5 = \pi_6 = 0$	15,60	0,1	19,02	0,1
	$\pi_7 = \pi_8 = 0$	12,48	0,1	12,95	0,1
	$\pi_9 = \pi_{10} = 0$	15,41	0,1	33,87	0,1
	$\pi_{11} = \pi_{12} = 0$	10,12	0,1	9,48	0,1
	$\pi_2 = \dots = \pi_{12} = 0$	175,52	–	196,47	–
	$\pi_1 = \dots = \pi_{12} = 0$	160,91	–	180,16	–

Fuente: cálculos de los autores con datos del DANE y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

## Referencias

- ALONSO, Julio César & ARCILA, Andrés Mauricio (2013). “Empleo del comportamiento estacional para mejorar el pronóstico de un commodity: El caso del mercado internacional del azúcar”, *Estudios Gerenciales*, Vol. 29, No. 129, pp. 406-415. doi:10.1016/j.estger.2013.11.006.
- ALONSO, Julio César & SEMAÁN, Paul (2010). “Prueba de HEGY en R”, *Apuntes de Economía*, No. 23. Universidad ICESI, Colombia.
- ARBELÁEZ, María Angélica; ESTACIO, Alexander & OLIVERA, Mauricio (2010). “Impacto socioeconómico del sector azucarero colombiano en la economía nacional y regional”, *Cuadernos de Fedesarrollo*, No. 31. Fedesarrollo, Bogotá.
- BREITUNG, Jörg (2002). “Nonparametric tests for unit roots and cointegration”, *Journal of Econometrics*, Vol. 108, No. 2, pp. 343-363. doi:10.1016/S0304-4076(01)00139-7.
- BREUSCH, Trevor S. (1978). “Testing for Autocorrelation in Dynamic Linear Models”, *Australian Economic Papers*, Vol. 17, No. 31, pp. 334-355. doi:10.1111/j.1467-8454.1978.tb00635.x.
- BUGUEIRO, Mauricio; BRÜMMER, Bernhard & DÍAZ, Jose (2010). “Market integration and price leadership in selected sugar markets. The case of Colombia, Brazil and the world”, *Economía Agraria*, Vol. 14, pp. 23-32.
- CASHIN, Paul; LIANG, Hong & McDERMOTT, C. John (2000). “How persistent are shocks to world commodity prices?”, *IMF Staff Papers*, Vol. 47, No. 2, pp. 177-217. doi:10.2307/3867658.
- CLARK, J. Stephen & KLEIN, K. Kurt (1994). “The Relationship Between Price Stabilization and Cycles in the Canadian Wheat Market”, *Agricultural and Resource Economics Review*, Vol. 23, No. 1, pp. 22-28.
- DICKEY, David A. & FULLER, Wayne A. (1979). “Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root”, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, No. 366, pp. 427-431. doi:10.2307/2286348.

- ENGLE, Robert F. (1982). "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation", *Econometrica*, Vol. 50, No. 4, pp. 987-1007. doi:10.2307/1912773.
- GHYSELS, Eric; LEE, Hahn S. & NOH, Jaesum (1994). "Testing for unit roots in seasonal time series: some theoretical extensions and a Monte Carlo investigation", *Journal of Econometrics*, Vol. 62, No. 2, pp. 415-442. doi:10.1016/0304-4076(94)90030-2.
- GODFREY, Leslie G. (1978). "Testing Against General Autoregressive and Moving Average Error Models when the Regressors Include Lagged Dependent Variables", *Econometrica*, Vol. 46, No. 6, pp. 1293-1301. doi:10.2307/1913829.
- HYLLEBERG, Svend; ENGLE, Robert F.; GRANGER, Clive W. J. & YOO, B. S. (1990). "Seasonal integration and cointegration", *Journal of Econometrics*, Vol. 44, No. 1-2, pp. 215-238. doi:10.1016/0304-4076(90)90080-D.
- JOHANSEN, Søren (1991). "Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models", *Econometrica*, Vol. 59, No. 6, pp. 1551-1580. doi:10.2307/2938278.
- KWIATKOWSKI, Denis; PHILLIPS, Peter C. B.; SCHMIDT, Peter & SHIN, Yongcheol (1992). "Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root", *Journal of Econometrics*, Vol. 54, No. 1-3, pp. 159-178. doi:10.1016/0304-4076(92)90104-Y.
- MASSELL, Benton F. (1969). "Price Stabilization and Welfare", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 83, No. 2, pp. 284-298.
- MIRANDA, Mario J. & HELMBERGER, Peter G. (1988). "The Effects of Commodity Price Stabilization Programs", *The American Economic Review*, Vol. 78, No. 1, pp. 46-58.
- NEWBERY, David M. & STIGLITZ, Joseph E. (1979). "The theory of commodity price stabilisation rules: Welfare impacts and supply responses", *The Economic Journal*, Vol. 89, No. 356, pp. 799-817.

- OI, Walter Y. (1961). "The Desirability of Price Instability Under Perfect Competition", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, Vol. 29, No. 1, pp. 58-64.
- PHILLIPS, Peter C. B. & OULIARIS, Sam (1990). "Asymptotic Properties of Residual Based Tests for Cointegration", *Econometrica*, Vol. 58, No. 1, pp. 165-193. doi:10.2307/2938339.
- PHILLIPS, Peter C. B. & PERRON, Pierre (1988). "Testing for a unit root in time series regression", *Biometrika*, Vol. 75, No. 2, pp. 335-346. doi:10.1093/biomet/75.2.335.
- PRADA, Tatiana (2004). "Análisis del Efecto en el Bienestar de la Incorporación del Fondo de Estabilización de Precios del Azúcar en Colombia", *Serie Documentos de Investigación*, Vol. 158. Departamento de Economía y Administración, Universidad Alberto Hurtado.
- R CORE TEAM (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: Foundation for Statistical Computing.
- TUDELA, Juan Walter; ROSALES, Ramón & SAMACÁ, Henry (2004). "Un Análisis Empírico del Fondo de Estabilización de Precios en el Mercado de Aceite de Palma Colombiano", *Documentos CEDE*, 2004/35. Universidad de los Andes, Colombia.
- WAUGH, Frederick V. (1944). "Does the Consumer Benefit from Price Instability?", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 58, No. 4, pp. 602-614. doi: 10.2307/1884746.