

## ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

### IMPACTOS Y CONSECUENCIAS EN EL SECTOR AZUCARERO EN COLOMBIA A PARTIR DEL TLC CON LA UNIÓN EUROPEA<sup>1</sup>

### IMPACTS AND CONSEQUENCES IN THE SUGAR SECTOR IN COLOMBIA FROM TLC WITH THE EUROPEAN UNION

**Oscar Andrés Espinosa Acuña<sup>2</sup>**

Economista,

Maestría en Ciencias Estadísticas, Universidad Nacional de Colombia

oaespinosaa@unal.edu.co

**Paola Andrea Vaca González<sup>3</sup>**

Investigadora, Universidad Nacional de Colombia

pavacag@unal.edu.co

#### Resumen

La presente investigación tiene por finalidad analizar el impacto en Colombia del tratado de libre comercio con la Unión Europea, respecto a la dinámica del sector azucarero en Colombia, como producto de consumo interno y de exportación. Se analizan los aspectos de producción, competitividad y posibles cambios estructurales que se puedan presentar sobre este sector frente a los nuevos retos contemplados en el mercado mundial. Para ello se estima un sistema de ecuación de oferta y un modelo VAR-X, utilizando la información mensual de enero de 2000 a febrero de 2012, reportada por Asocaña y la FAO. Se concluye que el sector se encuentra apto para responder ante el acuerdo comercial, y representaría beneficios económicos importantes para la nación.

**Palabras Clave:** Tratado de Libre Comercio Colombia-Unión Europea, Sector Azucarero, Competitividad, Ecuación de oferta, Modelo VAR-X.

**Clasificación JEL:** F13, Q17.

<sup>1</sup> Documento Ganador del XI Concurso Nacional de Ponencias "Jesús Antonio Bejarano" realizado por FENADECO y apoyado por el Banco de la República de Colombia.

<sup>2</sup> Joven Investigador, economista, estudiante de la Maestría en Ciencias Estadísticas de la Universidad Nacional de Colombia. Autor de correspondencia. E-mail: oaespinosaa@unal.edu.co. Dirección: Carrera 30 N° 45-03, Ed. 311, Decanatura.

<sup>3</sup> Joven Investigadora, estudiante de último semestre de Economía, opción de grado, admitida a la Maestría en Ciencias Estadísticas, de la Universidad Nacional de Colombia. E-mail: pavacag@unal.edu.co. Dirección: Carrera 30 N° 45-03, Ed. 311, Decanatura.

Ambos autores miembros del Grupo de Investigación en Modelos Económicos y Métodos Cuantitativos (MEMC) de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia.

Agradecemos la asesoría y dirección de la presente investigación a los profesores Jesús Otero Ph.D. (Docente Distinguido Universidad del Rosario), Beethoven Herrera Ph.D. (Docente Emérito Universidad Nacional de Colombia), y Manuel Ramírez (Presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Económicas). Asimismo agradecemos los comentarios y sugerencias a Leonardo Duarte Msc., Jorge Higinio Maldonado Ph.D., y a los asistentes del XXVII Congreso FENADECO 2012 en la ciudad de Medellín.

Los resultados y opiniones que se presentan en el artículo son responsabilidad exclusiva de los autores y su contenido no compromete a las personas referidas anteriormente.

### **Abstract**

This research aims to analyze the impact on Colombia of the Free Trade Agreement with the European Union, regarding the dynamics of the sugar sector in Colombia, both as a product of domestic consumption and export. It discusses the aspects of production, competitiveness and possible structural changes that may occur on this sector regarding the new challenges set out in the world market. To do this, it is estimated a supply equation system and a model VAR-X, using monthly data from January 2000 to February 2012, reported by Asocafia and FAO. It is concluded that industry is able to respond to the trade agreement, and represent significant economic benefits for the nation.

**Keywords:** Colombia-European Union Free Trade Agreement, Sugar Sector, Competitiveness, Supply Equation, Model VAR-X.

**JEL Classification:** F13, Q17.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Para el año 2011 el sector azucarero en Colombia aporta aproximadamente el 1% del PIB total, el 3.02% del PIB Industrial y el 3.91% del PIB Agrícola<sup>4</sup>. A su vez, y con base en Arbeláez et al. (2011), por cada peso de producción invertido, se inyectan en total 10.5 pesos en la economía del país, y por cada peso pagado de salario del sector, se genera un pago de la economía en su conjunto de \$6; de igual forma, en su estudio encuentran que en la economía se generan 4 pesos de valor agregado frente a cada peso de valor agregado creado por los ingenios azucareros, lo que permite inferir que sus outputs, pueden actuar como dinamizadores del crecimiento del sector primario nacional, además de generar impactos positivos en la economía del país; esto obedece también a la importancia de uno de sus principales productos, el azúcar (y sus derivados), junto con la producción de etanol como agrocombustible a partir de 2005, que ha incidido en la demanda de fuerza laboral (Pérez y Álvarez, 2009).

El sector azucarero ubicado en el valle geográfico del río del Cauca<sup>5</sup> (Gráfica 1), acoge más de 45 municipios desde el norte del departamento del Cauca, pasando por la franja central del Valle del Cauca, terminando en el sur del departamento de Risaralda (Ramos, 2005). Esta zona cuenta, con condiciones geográficas predilectas (Pérez y Álvarez, 2009) que permiten cultivar y cosechar caña durante todos los 12 meses del año, logrando que la producción sea constante, sostenible y permanentemente superavitaria respecto a la demanda doméstica (Asocaña, 2011).

Gráfica 1. Zona Geográfica del Sector Azucarero Colombiano.



Fuente: Pérez y Álvarez (2009, p. 15).

<sup>4</sup> Información obtenida de <http://www.ingeniorisaralda.com> y <http://www.dane.gov.co/>.

<sup>5</sup> Actualmente, comienza a sembrarse en Colombia caña en forma amplia en otras regiones del país, como los llanos y la costa.



La industria azucarera en Colombia posee la propiedad de generar en el mediano y largo plazo, estabilidad de suministro para los consumidores, quienes en la mayoría del mundo, por lo general están condicionados a las temporadas de cosecha en cada país. Sin embargo, al país ser considerado como una pequeña economía abierta, su mercado del azúcar (históricamente menos del 2% de la producción mundial), no tiene la capacidad para afectar los precios internacionales de cotización, siendo un precio-aceptante.

Bajo este marco de referencia, la presente investigación busca estudiar el impacto en la dinámica del sector azucarero en Colombia ante el desarrollo del Acuerdo Comercial suscrito con la Unión Europea (de ahora en adelante UE). Para ello, el documento se divide en seis secciones, siendo la primera esta introducción. En un segundo aparte se analiza la caracterización del sector productivo, la formación de los costos y precios del azúcar, la evolución de los mercados (tanto nacional como internacional, enfatizando en el perfil de la UE), y la identificación de los posibles impactos del tratado de libre comercio con la UE, con sus posibles oportunidades.

En el tercer aparte, se realiza una revisión de literatura, acerca de las diferentes metodologías para estimar sistemas de ecuaciones de oferta para cultivos permanentes como es el caso de la caña de azúcar<sup>6</sup>. En la cuarta sección se explica brevemente la metodología a utilizar para estimar un sistema de ecuación de oferta del sector, y la formulación de un modelo multivariado VAR-X, con el fin de obtener las respuestas de variables cantidad (producción, consumo, exportaciones e importaciones) y precio, ante las nuevas condiciones que plantea el tratado. En el siguiente aparte, se presentan los datos, con sus respectivas pruebas de estacionariedad. Y por último en una sexta sección, se presenta los resultados y conclusiones del escrito.

## 2. MARCO TEÓRICO.

### 2.1 Características Productivas del Sector en Colombia.

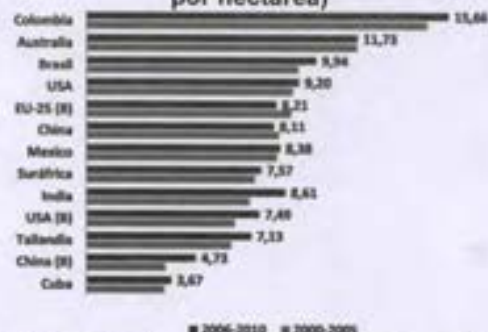
En la actualidad, la producción promedio por hectárea en Colombia es aproximadamente de 15.66 toneladas, lo que ubica a esta nación como la de mayor productividad en este bien primario, por encima de países como Brasil, Australia, EEUU (Gráfica 2). Para 2011, en el país se obtuvieron 2.3 millones de toneladas métricas en su equivalente a volumen de azúcar crudo (de ahora en adelante tmvc) a partir de 22.7 millones<sup>7</sup> de toneladas de caña<sup>8</sup>.

<sup>6</sup> Aunque también se puede producir azúcar de la remolacha, esta no tiene mayor preponderancia en la producción nacional, su participación es ínfima.

<sup>7</sup> www.asocana.org

<sup>8</sup> A través del tiempo la caña de azúcar se ha consolidado como el producto agrícola de mayor volumen mundial (156.6 millones de toneladas para 2011), por encima de bienes como el maíz, el arroz y el trigo. Su período vegetativo se encuentra entre 12 y 14 meses, con 7 años de maduración aproximadamente (esto se debe al deterioro de la planta con el paso del tiempo y al uso de maquinaria pesada que pisa las raíces en las etapas de recolección). El proceso de fabricación del azúcar de caña consta de varias metodologías físico-químicas naturales para quitar las impurezas, y que en su orden son molenda, clarificación, evaporación, cristalización, separación o centrifugación, refinado y secado.

Gráfica 2. Productividad Promedio 2000-2005 y 2006-2010 (En toneladas de azúcar por hectárea)



Fuente: Elaboración de Asocaña, citado por Londoño (2011).

En el mismo año, según Asocaña (2011), el consumo interno de azúcar resultó ser de 1.6 millones de tmvc, distribuidos en un 52% al consumo directo en los hogares y un 48% a la fabricación de productos que lo utilizan como insumo necesario, por ejemplo, en alimentos (confitería, chocolates, etc.), bebidas para consumo humano y otros productos industriales. Asimismo, para 2011 se exportaron 942 mil tmvc de azúcar, donde el 80% de estas, se dirigió a 9 países del continente americano, Estados Unidos, Perú, Haití, Jamaica, Venezuela, República Dominicana, Puerto Rico, México y Bolivia (Asocaña, 2012). De manera que, de aprobarse el Acuerdo Comercial de Colombia con la UE, esta zona podría convertirse en un nuevo nicho del mercado azucarero colombiano, que debido a su mejor productividad y a las menores tasas impositivas para ingresar a esta región, impulsaría un mayor crecimiento y desarrollo de la industria nacional.

Con respecto a la actividad del sector, se ha observado durante las últimas tres décadas, una tendencia creciente del nivel de producción y de exportaciones de azúcar y sus derivados, que junto con el nuevo mercado de agrocombustibles han permitido la formación de un conglomerado el cual ha diversificado los productos y servicios del sector azucarero mediante la formación de 13 ingenios<sup>9</sup>, de 3 industrias sucroquímicas, la ampliación del número de proveedores a más de mil y de empresas procesadoras de alimentos, bebidas y licores a más de 40; ubicando de esta forma, al departamento del Valle del Cauca como un centro importante de desenvolvimiento económico (Pérez y Álvarez, 2009; CNP, 2002).

Es así que mediante los ingenios, grandes centrales modernas desarrolladas en el siglo XX, se produce el azúcar colombiano a través del proceso industrial de la caña

<sup>9</sup> Los 13 ingenios con lo que se conforma el sector azucarero nacional son Carmelita, Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuella, María Luisa, Mayagüez, Pichichi, Providencia, Riopaila, Risaralda, y Sancarlos. La industria denominada Central Sicarere, ubicada fuera del valle del río Cauca, en el departamento del Cesar al norte del país, aunque produce azúcar no es considerado uno de ellos.



de azúcar<sup>10</sup>. Este clúster, puede ser considerado un oligopsonio, a razón de la compra total de producción a los cultivadores nacionales, quienes en el transcurso de la historia en Colombia han tenido un poder de negociación moderado, al no tener productos sustitutos cercanos a la caña para la producción de azúcar y a los contratos que condicionan la compra segura hasta por 10 años (CNP, 2002). Por parte de los ingenios, su poder de negociación radica en la no concentración del poder de los proveedores, la disponibilidad de adquisición de nuevas tierras para su cultivo, la dificultad de encontrar por parte de los cultivadores otras cosechas más rentables, y la capacidad económica y de maquinaria de los ingenios para desarrollar eficientemente a gran escala los diferentes procesos de producción para la obtención del azúcar.

Con relación a las barreras de entrada en la industria de ingenios, estas son bastantes debido al alto valor de las inversiones en que se incide para establecer una buena capacidad instalada, incurriendo en costes fijos altos, estableciéndose así, economías de escala, que en la actualidad se encuentran aptas para abastecer el consumo nacional por completo. A su vez, como lo afirma una investigación del CNP (2002), estos 13 ingenios actúan bajo un mecanismo de regulación pactado, repartiendo su producción entre el mercado total (nacional e internacional), mediante la concesión anual de cuotas de ventas, proporcionales a la capacidad instalada de fabricación de cada ingenio.

Además, han contado con la consolidación de la industria azucarera mediante el sistema arancelario mantenido desde la implementación del modelo de industrialización por sustitución de importaciones en 1931 (con tasas promedio de 20%), la creación de la Corporación Autónoma Regional de Valle del Río Cauca (CVC) en 1954 para tecnificar el sector, y el establecimiento de líneas de crédito y capitalización para el crecimiento de la industria mediante la Caja de Crédito Agrario y otras entidades bancarias (CNP, 2002).

De igual forma, se constituyó la entidad Asocaña en 1959, la cual buscó fortalecer el poder de negociación de los miembros de este sector; luego en 1961 se conformó la Comercializadora Internacional de Azúcares y Mieles como regulador de los precios internos y asesor en temas de exportación. Posteriormente, se fueron creando otras entidades como Procaña (Asociación de Cultivadores de Caña), Cenicaña (contribuyendo al desarrollo técnico y a la creación de innovaciones en el proceso de producción de la caña), y Tecnicaña (como centro de investigación para el progreso innovador en el cultivo de caña y derivados), que permitieron fortalecer el conglomerado del azúcar en el país (CNP, 2002).

### 2.1.1 Determinantes del Costo y Precio del Azúcar.

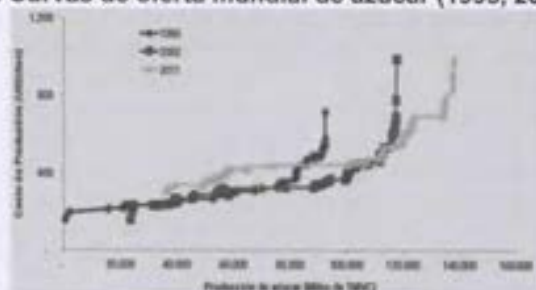
El costo de producción del sector azucarero se ve afectado directamente por tres elementos fundamentales, el primero es la evolución de la tasa de cambio<sup>11</sup>, como lo afirma Asocaña (2012, pp. 27): *“El precio de transacción y de referencia en el*

<sup>10</sup> Se cree que su cultivo empezó a los alrededores del año 3000 A.C. en la isla de Nueva Guinea, extendiéndose de allí a Borneo, Sumatra e India (<http://www.ledar.es/>).

<sup>11</sup> Por lo que la coyuntura cambiaria actual (apreciación de las monedas locales frente al dólar) afecta negativamente la rentabilidad del sector exportador mundial, ocasionando un incremento de los precios en esta divisa para compensar este desbalance.

mercado internacional se fija en dólares, mientras que los costos de producción lo son en moneda local<sup>12</sup>. El segundo determinante se refiere a los precios de los insumos (semilla de caña y fertilizantes para la caña), y por tercer fundamental se tienen los precios de los terrenos para ampliación de la producción. En los últimos años (Gráfica 3), el valor de los inputs ha estado en alza, repercutiendo en los costos directos del azúcar a nivel mundial.

Gráfica 3. Curvas de oferta mundial de azúcar (1995, 2002 y 2011).



Fuente: Asocaña (2012, p. 27).

Con respecto a los precios internos del sector, no hay intervención del Gobierno en el mercado de la caña de azúcar, pero sí hay una intervención en el mercado del azúcar, a razón de la protección arancelaria que ocasionó un aumento de los precios internos; esto, junto con una caída de éstos precios a finales de la década de 1990, generó que el Gobierno tuviera en cuenta la volatilidad de los precios del azúcar, por lo que se creó el Fondo de Estabilización de Precios del Azúcar (FEPA)<sup>13</sup>, con la finalidad de controlar la sobre oferta de este producto en el mercado interno<sup>14</sup> y así, estabilizar los precios (Prada, 2004).

Por otra parte, el incremento de la producción de agrocombustibles promovido por el Gobierno mediante subsidios<sup>14</sup> y exenciones tributarias<sup>15</sup>, ha provocado que el agrocombustible se convierta en un sustituto importante de la producción de azúcar como producto alimenticio, elevando de esta manera su precio, lo cual ha generado un efecto negativo en el bienestar de los consumidores (Pérez y Álvarez, 2009). Por último, el precio del azúcar además de verse afectado por sus costos de producción, está influenciando la rentabilidad esperada de los ingenios y cultivadores, así como el dinamismo de las transacciones de este commodity en el mercado de futuros, ya que

<sup>12</sup> De acuerdo con Prada (2004, pp. 4): "El FEPA recibe recursos de aquellos ingenios que incumplen las cuotas, vendiendo en el mercado doméstico más de lo que les corresponde. Así mismo, el FEPA redistribuye recursos hacia los ingenios que no se favorecieron de precios por encima del precio promedio ponderado (PPP)". Esto obedece a que el mercado nacional actúa bajo cuotas en la producción.

<sup>13</sup> Debido a que el mercado mundial del azúcar se encuentra subsidiado, el mercado nacional reacciona con barreras a la entrada que ocasionan que el precio de este producto sea más alto en el mercado interno que en el mercado internacional; esta situación fue la que motivó la creación del FEPA, ya que sería más atractivo vender en la economía local, desincentivando las exportaciones (Prada, 2004).

<sup>14</sup> Como la ley 893 de 2001 que ha incluido un porcentaje de etanol (10%) dentro del proceso de producción de la gasolina

<sup>15</sup> Como la ley 788 de 2002 que exime del IVA, del impuesto global y de la sobretasa de la gasolina al alcohol carburante que se mezcla con la gasolina cuyo destino sea ser utilizado en vehículos.



en el mercado financiero este producto presenta una alta liquidez, convirtiéndose en una buena opción para los portafolios de inversión.

## 2.2 Análisis del Mercado Nacional.

Según Asocaña (2012), durante la última década el área neta sembrada en caña de azúcar no ha presentado cambios drásticos, al permanecer sin variaciones significativas, pasando de 205.000 hectáreas en 2002 a 224.000 hectáreas en 2012, obteniendo así, entre 22 y 23 millones de toneladas. Desde mediados de la década de 2000, la producción de alcohol carburante desanimó la fabricación del azúcar, que vio disminuida su producción y sus exportaciones en el corto plazo, pero que gracias al incremento en la productividad en el sector y en las mayores tierras cultivables, desde inicios de 2009, su producción volvió a tomar una senda sostenible.

Al calcular las elasticidades corrientes del sector, precio de la demanda<sup>16</sup> (-2.2757), precio-importación<sup>17</sup> (-1.2103) y precio-exportación<sup>18</sup> (2.2818), se puede argumentar la condición del azúcar como un bien "normal" de baja elasticidad (no llegando a ser inelástico, y por tanto no necesario), que reacciona en el mercado nacional ante aumentos de sus precios con una reducción más que proporcional a este cambio en sus cantidades demandas. Las elasticidades de importación (muy cercana a la unitaria) y de exportación, tienen los signos esperados, presentando un comportamiento acorde con la racionalidad tanto de los demandantes de importaciones (a mayor precio consumen menos) como de los oferentes de exportaciones (a mayor precio producen más).

El consumo doméstico de azúcar en los últimos años ha permanecido constante, con leves variaciones positivas, donde cada vez se importa mayores cantidades de este producto. Los niveles de producción nacional han aumentado, generando mayores excedentes para la exportación, que a lo largo del siglo XXI se han dirigido principalmente, de acuerdo con Asocaña (2012), a Estados Unidos, Haití, Venezuela, y desde el segundo lustro de la década del 2000 a Jamaica, Alemania, Suiza y Suecia para el caso del azúcar crudo; y Chile, Perú, Haití y México (éste último a partir de 2009) para el caso del azúcar blanco.

Aclarado el panorama nacional, a continuación se analiza el estado del comercio exterior en Colombia respecto a su sector azucarero, tomando como primera aproximación de análisis la evolución para lo corrido del siglo XXI de la Tasa de Apertura Exportadora (TAE) y la Tasa de Penetración de las Importaciones (TPI), donde la primera es entendida como las exportaciones sobre la producción,  $\frac{Exp_{it}}{Prod_{it}}$ ; y la segunda, como las importaciones sobre el consumo aparente,  $\frac{Imp_{it}}{Cons. Ap._{it}}$ ; siendo este último igual a la suma de la producción y las importaciones menos las exportaciones.

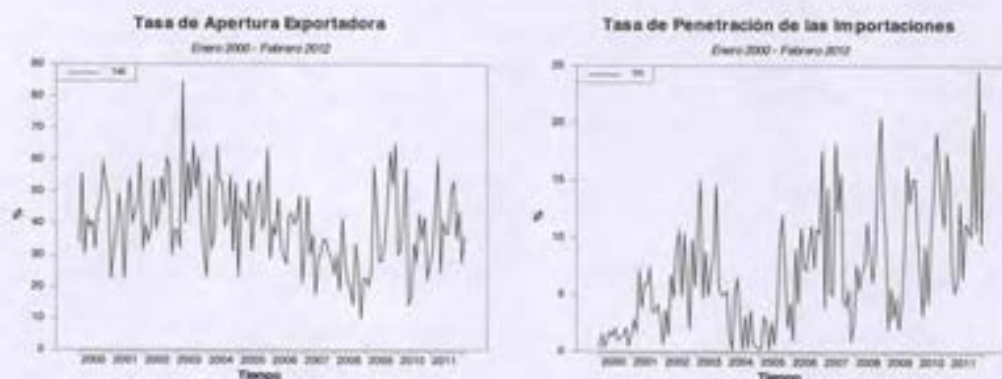
<sup>16</sup> Se estimó mediante la regresión (por MCO)  $\ln(Q_t) = \eta \ln(P^{int}_t)$ . Donde  $Q_t$  es la cantidad producida,  $P^{int}_t$  es el índice de precios nacionales del azúcar, y  $\eta$  es la elasticidad precio de la demanda.

<sup>17</sup> Se estimó mediante la regresión (por MCO)  $\ln(Imp_t) = \eta' \ln(P^{int}_t)$ . Donde  $Imp_t$  son las cantidades importadas,  $P^{int}_t$  es el índice de precios internacionales del azúcar, y  $\eta'$  es la elasticidad precio de las importaciones.

<sup>18</sup> Se estimó mediante la regresión (por MCO)  $\ln(Exp_t) = \eta'' \ln(P^{int}_t)$ . Donde  $Exp_t$  son las cantidades exportadas, y  $\eta''$  es la elasticidad precio de las exportaciones.



Se observa a partir de la Gráfica 4, que la TAE tuvo un comportamiento volátil a lo largo del siglo XXI, oscilando aproximadamente entre el 10% (valor observado a finales de 2008) y 85% (Valor observado a inicios de 2003), y ubicándose en 39.38% en promedio; sin embargo se observa una menor volatilidad durante el primer lustro de la década de 2000 (en promedio 44.36%) que en el segundo lustro; además se permite observar que la caída de la TAE a finales de esta década (ubicándose en órdenes del 10% al 15% en 2008) versa sobre los desincentivos a la producción de azúcar a causa del auge de demanda de alcohol carburante, junto con los efectos de la crisis financiera internacional que golpeó el comercio exterior del país. Sin embargo, la TAE ha vuelto a tomar preponderancia ubicándose para el año 2011 en 40.43%. Por su parte, la TPI ha tenido un comportamiento variable pero con una tendencia creciente, donde a principios del siglo XXI registró valores menores al 10%, y actualmente toma gran parte del consumo doméstico total, llegando a órdenes del 11.65% para 2011.



Gráfica 4. Evolución Histórica TAE y TPI, 2000-2012.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, respecto a la política comercial arancelaria del sector azucarero, éste cuenta con dos sistemas de protección, uno de franja de precios (desde 1991 solo para el azúcar blanco, y desde 1995 para el azúcar crudo, con la fundación del Sistema Andino de Franjas de Precios (SAFP) – bajo el Decreto 371<sup>19</sup>), que se basa en un mecanismo de estabilización del costo de importación, debido a la marcada inestabilidad en sus precios internacionales (DNP, 2004). El segundo sistema de protección hace referencia al Fondo de Estabilización de Precios (mencionado en el inciso anterior), fundamentado en los capítulos V y VI de la Ley 101 de 1993, pero

<sup>19</sup> Este documento explica el mecanismo de manera detallada y su estructura de funcionamiento, básicamente se resume en que se busca una estabilización aumentando el arancel ad-valorem cuando el precio internacional está por debajo del nivel piso (promedio de precios históricos CIF menos el factor de ajuste por la desviación típica), y rebajando dicho arancel hasta cero, cuando dicho precio está por encima del techo (precio piso más una desviación típica). Por tanto, el intervalo de precios tiene como finalidad convertir el arancel en un factor variable que pueda ajustarse inmediatamente para controlar las fluctuaciones externas del precio internacional (Comunidad Andina, 1994).

adoptado a partir del año 2001 por el sector azucarero, a razón de la petición del sector por un mecanismo que protegiera al gremio frente a la incertidumbre en los precios, donde en 1999 los precios internacionales bajaron a niveles críticos que ocasionaron grandes pérdidas de bienestar a los azucareros nacionales (DNP, 2004).

Conociendo esto, la condición dinámica de los aranceles en función de los precios internacionales, no permite un cálculo puntual sobre índices de protección nacional, no obstante, sí un rango de valores. En este caso, su tasa nominal de protección<sup>20</sup> en el siglo XXI ha rondado entre 0% y 10.6%, mientras que su tasa efectiva de protección<sup>21</sup> ha tenido un comportamiento más volátil permaneciendo entre el 0% y el 19.8%, siendo así, un intervalo de porcentajes que en comparación con otros países del mundo resulta en una estructura de protección arancelaria moderada<sup>22</sup>.

### 2.3 Análisis del Mercado Internacional.

Actualmente más de ciento diez países producen azúcar, muchos de ellos, objeto de iniciativa a partir de la consideración de tomar a este producto como un bien de consumo básico (Londoño, 2011), dando de esta manera impulso al funcionamiento de la industria local, no importando si se cuenta o no con las mejores condiciones ambientales y productivas para hacerlo. Esto se observa en el hecho de tener solo el 35.45%<sup>23</sup> de producción mundial para exportación. Comúnmente, los Gobiernos buscan proteger esta industria del sector primario, mediante diferentes instrumentos de política comercial estratégica<sup>24</sup>, donde los más utilizados son los subsidios, planes de financiación con baja tasa de interés, aranceles y cuotas a importaciones<sup>25</sup>, precios garantizados, administración de la oferta interna, y barreras para-arancelarias.

La radiografía histórica del mercado mundial del azúcar, posiciona entre los principales países, a:

- Productores: Brasil, India, UE, China y Estados Unidos.
- Consumidores<sup>26</sup>: India, UE, China, Brasil, Estados Unidos.
- Exportadores: Brasil, Tailandia, Australia, UE, Guatemala.
- Importadores: UE, Estados Unidos, India, Rusia, Indonesia y China.

<sup>20</sup> Definida como  $t_i = \frac{P_i - P_i^*}{P_i}$ , donde  $P_i^*$  es el precio de los bienes del sector (en este caso, el azucarero) luego de la tarifa a las importaciones, y  $P_i$  es el precio del bien sin tarifa a las importaciones (Borkakol, 1998, pp. 484).

<sup>21</sup> Entendida como  $TEP_i = \frac{V_i - V_i^*}{V_i}$ , donde  $V_i = P_i - \sum_j P_j a_{ij}$ , y  $V_i^* = P_i(1 + t_i) - \sum_j P_j(1 + t_j)a_{ij}$ ,  $V_i$  es el valor agregado del sector  $i$  después de la tarifa,  $V_i^*$  es el valor agregado del sector  $i$  antes de la tarifa, y  $a_{ij}$  son los insumos utilizados en el sector  $i$ .

<sup>22</sup> Los datos fueron tomados de las páginas web: [www.dian.gov.co](http://www.dian.gov.co), [www.asocana.org](http://www.asocana.org), [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co), [www.isosugar.org](http://www.isosugar.org), y [www.cenicana.org](http://www.cenicana.org).

<sup>23</sup> Cálculo de los autores basado en las estadísticas presentadas por la OIA ([www.isosugar.org](http://www.isosugar.org)).

<sup>24</sup> Entendiendo por ella, el estudio de las condiciones bajo las cuales decisiones gubernamentales favorecen la dinámica de las empresas nacionales, aumentando sus rentas monopolísticas u oligopólicas en mercados extranjeros, y contribuyendo así, a un aumento de su ingreso (Ocampo, 1991). Esta corriente de la nueva teoría del comercio internacional analiza las implicaciones de política económica en estructuras de mercado de competencia estratégica, que permiten generar una ganancia extraordinaria, buscando un "second best" óptimo de Pareto, ya que en la realidad no existen las condiciones suficientes para generar equilibrios óptimos paretoianos. Los estudios seminales al respecto se deben a Brander & Spencer (1981), Dixit (1984), Krugman (1984), entre otros.

<sup>25</sup> Estos son los instrumentos más utilizados por la mayoría de naciones para jalar sus sectores económicos, creando así, altas tasas de protección efectiva.

<sup>26</sup> Para el año 2010, el consumo per-cápita promedio a nivel mundial era de 24.2 Kilogramos (kg), 3 kg más que a principios de esta década, y 1 kg más que en 2005.



Como tópico a resaltar se tiene que la producción total de azúcar se caracteriza por su gran concentración, ya que durante los últimos años más del 73% de su fabricación la componen menos de doce países; de los cuales Brasil e India abarcan el 38% (Asocaña, 2012).

Respecto a sus sistemas arancelarios, según Alzate et al. (2011), resultan tres divisiones en conjunto; la primera de ellas hace referencia a Estados Unidos, Rusia, UE y México, teniendo como característica común aranceles mayores al 45%, llegando a 237% aplicado durante algún tiempo en la década de 1990 por la UE. Un segundo grupo lo conforman países como China, India, Turquía y Filipinas, quienes tienen una estructura arancelaria moderada, presentado variaciones entre 39% y 81%. Por último, el tercer grupo definido como de baja protección arancelaria, abarca a Colombia, Tailandia, Brasil, Guatemala, Pakistán y Australia, estos Gobiernos han tenido tasas del 0% al 20% en promedio, llegando a fijar la no aplicación de arancel, como es el caso del país oceánico.

### 2.3.1 Perfil de la UE.

La UE está constituida como una comunidad política de derecho en régimen de organización internacional, conformada por 27 miembros<sup>27</sup>, con un total de 503,8 millones de habitantes para el año 2011, en este año su economía generó un PIB<sup>28</sup> de 15,39 trillones de dólares (US\$34000 per-cápita), una inflación del 2.9%, y una tasa de desempleo del 9.6%. Respecto a su comercio exterior, sus exportaciones fueron US\$1.791 trillones (sin intracomunitarias)<sup>29</sup> conformadas principalmente por manufacturas y bienes de capital (81,4%). Sus importaciones alcanzaron el valor de US\$2.000 trillones (sin intracomunitarias), compuestas en más de un 40% por combustibles, productos de industrias extractivas (33.5%) y productos agropecuarios (7.6%).

En relación con el mercado del azúcar, esta asociación económico-política sigue siendo la mayor demandante<sup>30</sup> a nivel mundial, presentando una balanza deficitaria en este sector (producción menor que consumo) como se observa en la Gráfica 5. Sin embargo, la moderada industria azucarera que posee, sigue al pie de la letra las proposiciones teóricas dadas por Bhagwati y Ramaswami (1963), ya que tratan de obtener su máximo bienestar a través de aranceles con subsidio a la producción nacional, implantando grandes barreras de entrada y acotando el mercado a los países productores de azúcar netamente exportadores que podrían abastecerlo completamente, imponiendo en algunos casos, un máximo de cuotas específicas de importación, con el fin de proteger su industria azucarera.

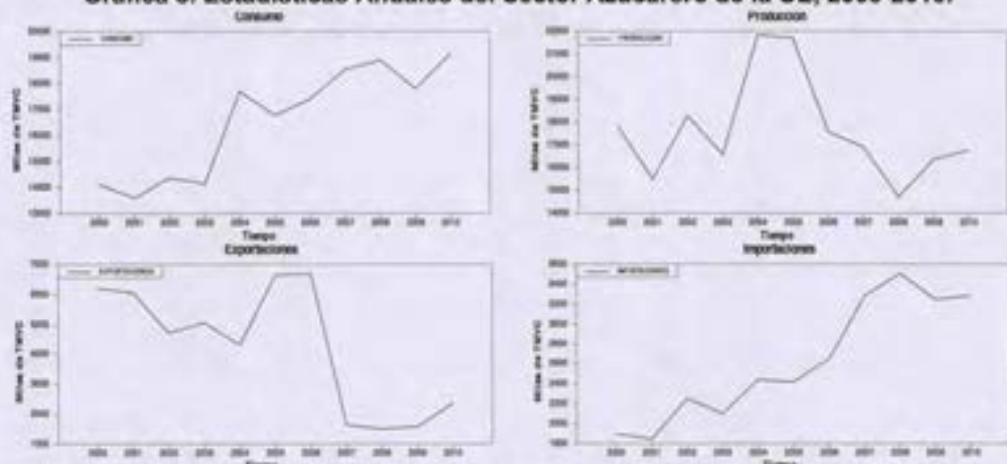
<sup>27</sup> Desde su creación el 1 de noviembre de 1993 (mediante la entrada en vigor del Tratado de la Unión Europea), cuenta con la participación de Alemania, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Grecia, Holanda, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Portugal, Reino Unido. En 1995 ingresan Austria, Finlandia y Suecia. Desde 2004 entran Chipre, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Hungría, Letonia, Lituania, Malta, Polonia, República Checa. Y por último en 2007 se adhieron Bulgaria y Rumanía.

<sup>28</sup> Compuesto por: Servicios 73,1%, Industria 25,1%, y Agricultura 1,8%.

<sup>29</sup> Teniendo entre sus principales destinatarios a Estados Unidos (17,5%), China (8,3%), Suiza (7,7%), Rusia (6,3%), y Turquía (4,5%).

<sup>30</sup> En 2009, la UE representaba cerca del 10% del consumo de azúcar en el mundo, además de ser la región con la más alta tasa de demanda de azúcar para uso industrial (producción de bebidas, productos de confitería, galletas, entre otros) (BCE, 2009).

Gráfica 5. Estadísticas Anuales del Sector Azucarero de la UE, 2000-2010.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Asocaña (<http://www.asocana.org>) y la Organización Internacional del Azúcar ([www.isosugar.org](http://www.isosugar.org)).

La producción de este bien, se realiza principalmente por parte de Portugal, Francia y España; contando con grandes protecciones estatales<sup>31</sup>, debido a que sus costos de fabricación son relativamente más caros que el de las naciones latinoamericanas. A su vez, brindan ayuda a la producción de azúcar en sus ex-colonias de África y del Caribe<sup>32</sup> (Köpke, 2007). Desde principios del siglo XXI, la tasa nominal de protección ha rondado entre 75% y 200%, estando actualmente fijada en 80% según Alzate et al. (2011). Por su parte, la tasa efectiva de protección ha variado entre 102% y 213%, tomando valores actuales de un rango aproximado entre 125 y 150%<sup>33</sup>.

#### 2.4 Caracterización del Tratado de Libre Comercio con la UE para el Sector<sup>34</sup>.

El Acuerdo Comercial suscrito a principios del año 2011 con la UE, en su sección 4 (Mercancías agrícolas), Capítulo I (Acceso a los Mercados), Título III (Comercio de Mercancías), contempla principalmente, medidas de salvaguardia agrícola para algunas mercancías agrícolas, la aplicación del Sistema Andino de Franjas de Precios

<sup>31</sup> De acuerdo con Júdez et al. (2010), la Unión Europea ha mantenido un alto nivel de protección del mercado del azúcar mediante elevados aranceles a la importación, lo que conllevó a que en 2003, se denunciara esta práctica ante la OMC. Esto ocasionó que se realizara una reforma en 2006 en la UE, con la cual se buscaba disminuir la producción de azúcar en 6 millones de toneladas a partir de su implementación; además redujo las cuotas de producción de azúcar a una sola, se introdujeron los precios de referencia (inferiores a los precios de intervención observados antes de la reforma), se estableció un Fondo de Restructuración (para indemnizar a las fábricas de azúcar que salían del mercado), se consolidó un Fondo de Diversificación, y se redujo el monto de exportaciones subvencionadas. Con respecto a los acuerdos comerciales, se impidió desde aquel año establecer cualquier tipo de tasa que actúe como un derecho de aduana, a la vez que se inhabilitó cualquier restricción radical en términos cuantitativos (Júdez et al., 2010).

<sup>32</sup> Como Barbados, Belice, Congo, Fiyi, Guyana, Jamaica, Kenya, Madagascar, Malawi, Mauricio, Mozambique, Suazilandia, Tanzania, Trinidad y Tobago, Zambia y Zimbabwe (Köpke, 2007).

<sup>33</sup> Los datos fueron tomados de las páginas web: [www.oecd.org](http://www.oecd.org), [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org), <http://trnropa.eu>, y <http://datacomex.comercio-ec>; así como de Alzate et al. (2011).

<sup>34</sup> De acuerdo con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en su página web sobre los Tratados de Libre Comercio, este Acuerdo Comercial suscrito entre la UE, Colombia y Perú, busca generar un mayor crecimiento y desarrollo económico, mayores opciones de empleo, mejores condiciones de vida y aumentar el bienestar de la sociedad (Unión Europea, República de Colombia y República de Perú, 2011).



para Colombia, la aplicación del Sistema de Precios de Entrada para la UE, la eliminación de las subvenciones a la exportación, y la administración de contingentes arancelarios<sup>35</sup>.

Bajo estas condiciones de protección, se contempla la posibilidad de exportar con arancel 0% una determinada cantidad de azúcar (Unión Europea, República de Colombia y República de Perú, 2011), que actualmente representaría el 2.7% de la producción anual respecto al año 2011; en palabras del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2010, pp. 4): *"En azúcar, donde hoy Colombia tiene escasas posibilidades de ingresar al mercado europeo por las condiciones restrictivas en materia de aranceles, se contará con un contingente [por año] libre de arancel para 62.000 toneladas, con un crecimiento permanente del 3% anual"*.

De esta forma, Colombia mejoraría sus precios en el mercado de la UE, lo que le permitiría ser más competitiva para acaparar esa nueva demanda. Una de sus causas, es que a priori, los precios internos del consumidor en países desarrollados (p.e. Alemania, Reino Unido, Francia, entre otros) son más altos en relación a los precios recibidos por países emergentes (p.e. Brasil e India), y en desarrollo (p.e. Colombia, Guatemala y Suráfrica). Esto se debe a que los consumidores de los primeros países, deben soportar el impacto de la protección elevada, tanto por el precio que pagan por el azúcar como por las tasas impositivas que recogen los Estados con el fin de sostener los subsidios a los productores de exportación y/o las industrias nacientes.

Si se logra firmar el tratado, los efectos de esta negociación traerían consecuencias de magnitud considerable para la actividad económica nacional, ya que se podrían dinamizar los sectores que pertenecen a "encadenamientos hacia atrás de esta industria" y tendrían efectos positivos en los aspectos de inversión, valor agregado y empleo en la región del Valle, y por ende en el país, de acuerdo con los objetivos enmarcados de este acuerdo.

### 3. REVISIÓN DE LITERATURA.

A continuación, se realiza la revisión bibliográfica, que consta de dos partes, estando la primera de ellas dirigida a los diferentes trabajos que han construido sistemas de ecuaciones de oferta agrícola con el objetivo estimar sus respectivas elasticidades de corto y largo plazo; la segunda parte, trata sobre artículos que han estudiado los impactos de precios de alimentos sobre la economía colombiana. Todo ello, basado en nuestro objetivo de modelación, como se mencionó inicialmente.

Respecto a los sistemas de ecuaciones de oferta, un primer planteamiento a mediados del siglo XX, fue propuesto por Nerlove (1958a) al iniciar con el uso de modelos dinámicos del comportamiento del consumidor y productor para obtener las estimaciones de las elasticidades de largo plazo sin la introducción explícita de rezagos distribuidos, ya que así, se contaría con una mejor explicación de los datos,

<sup>35</sup> Información extraída el 30 de junio de 2012 de la página web: <http://www.ftc.gov.co/publicaciones.php?id=30551>.

una mejor estimación de los coeficientes y un cálculo de residuos con menor correlación serial.

Es de esta manera, como este autor fórmula un modelo donde la producción responde a los precios y otros factores exógenos y lo expande incluyendo el choque del área bajo cultivo (Nerlove, 1958b). En su análisis, encuentra que el área cultivada en un periodo está en función del precio esperado en ese periodo y del área cultivada en el periodo anterior. Concluye que las estimaciones de las elasticidades de corto plazo de oferta y demanda no se pueden calcular de manera robusta, ya que frente a cambios en el precio, los agentes modifican su consumo o producción de forma paulatina. Respecto a las elasticidades de largo plazo, encuentra que se pueden hallar bajo ciertas condiciones<sup>36</sup>.

Bateman (1969), basado en los trabajos de Nerlove, estimó la respuesta de la oferta del café en Colombia, con información entre los años 1947 y 1965, frente a cambios en los precios, mediante la formulación de un modelo de regresión basado en las ecuaciones Nerlovianas en el que los productores de café maximizan sus beneficios al tener en cuenta sus expectativas sobre los precios futuros. Concluye que los cambios en los precios no afectan el volumen de cosecha, y la elasticidad de la oferta del café con respecto a los precios es de 0,5, lo que implica que una reducción porcentual en los precios al productor incide en la reducción porcentual de la producción del café a largo de un periodo de 7 años.

A su vez, García y Montes (1988) se basan en lo expuesto por Nerlove (1958a, 1958b), al estudiar en Colombia, en el periodo 1967-1983, sistemas de ecuaciones de oferta agrícola para cultivos permanentes del café. Para ello, utilizan un modelo de regresión para una pequeña economía semi-abierta y tomadora de precios (entre otros supuestos), encontrando que la producción agrícola (arroz, algodón, granado, trigo y café) responde a cambios en los precios (ocasionados por fluctuaciones en los precios del café o por la política de gasto del Gobierno), resaltando la importancia de los incentivos para la producción de este sector.

Por otra parte, Arak (1967), estima para algunas ciudades de Brasil<sup>37</sup>, durante los años 1927 y 1962, la respuesta de los agricultores frente a cambios en los precios. Para ello utiliza un modelo de regresión en el que plantea que la función de oferta es más elástica con respecto a las alzas en los precios que a las caídas, es decir, hay una asimetría de respuesta. Encuentra en términos generales que la plantación responde fuertemente a un cambio en los precios esperados del café, al observar que la elasticidad de la siembra anual con relación a los precios del café osciló entre 2 y 2.3 en los modelos evaluados.

Asimismo, Bacha (1968) utiliza dos modelos diferentes para estimar la oferta mundial y la respuesta de ésta a cambios en los precios para el periodo de estudio 1940-1960.

<sup>36</sup> Pese a estas conclusiones, esta metodología es muy utilizada para las estimaciones de la oferta y la demanda, y el análisis de éstas en los cultivos agrícolas (Ramírez et al., 2004).

<sup>37</sup> Arak (1967), estudia específicamente las ciudades brasileras de Sao Paulo durante el periodo 1930-1955, Espírito Santo y Minas Gerais durante el periodo 1927-1955 y Paraná durante el periodo 1945-1962.



El primero se conforma por África, Colombia y otros países latinoamericanos, y el segundo corresponde a Sao Pablo. Encuentra que el cambio no negativo en la producción está en función de las nuevas plantaciones realizadas a lo largo del año y de la productividad de la tierra. Con este documento, se termina la primera parte de la revisión, debido a que los artículos ya nombrados son la base seminal en lo que se refiere a sistemas e ecuaciones de oferta agrícola, todos los artículos posteriores son extensiones, o correcciones de los modelos ya descritos.

Ahora, en referencia a los shocks de precios de alimentos, Lora et al. (2011) realizan un estudio para evaluar el impacto inflacionario de los aumentos de los precios de alimentos en los países de América latina y el Caribe, usando la metodología de vectores autorregresivos. Eligen como base muestral el periodo entre 2006 y 2010, y estiman que en el año 2011 para un país como Colombia, con tipo de cambio flexible, la moneda tiende a apreciarse (en un 14.9% respecto a 2010) como respuesta al alza de precios internacionales (de magnitud igual a la presentada a principios de 2011), amortiguando su incidencia en los precios internos.

Al igual que Lora et al. (2011), Jalil y Tamayo (2011), han estudiado los efectos de los precios internacionales de los alimentos sobre Colombia, Brasil, Chile y México, en la década del 2000. Utilizan el análisis de impulso-respuesta obtenido de modelos VAR cointegrados, encontrando con respecto a las elasticidades de los precios de consumo local, que frente al choque de los precios internacionales de los alimentos, el proceso inflacionario muestra una elasticidad positiva, aunque la transmisión de los precios no se da de forma completa<sup>30</sup>.

Jaramillo et al. (1997), estudian la tendencia de los precios relativos de los alimentos entre 1970 y 1995, reconociendo el impacto de éstos en el comportamiento de la inflación y detectando sus determinantes de estos precios relativos<sup>31</sup>. Mediante un análisis econométrico de regresión y correlación simple, encuentran que estos precios relativos cayeron entre el periodo 1970 y 1990 y aumentaron entre 1990 y 1995, resaltando la heterogeneidad del sector agropecuario en el país.

Finalmente, el BID (2008), analiza las causas y efectos de los precios de los alimentos internacionales que, entre enero de 2006 y marzo de 2008, han afectado a América Latina y el Caribe. Establecen que algunas causas del aumento de estos precios obedece al aumento de los precios de la energía, el incremento de la demanda, choques climáticos y el auge de la producción de biocombustibles. Para efectuar el análisis de los impactos macroeconómicos y distributivos en la región, utilizan dos simulaciones con modelos de equilibrio general que permiten calcular el impacto en la balanza comercial y en los niveles de pobreza, obteniendo como resultado un leve

<sup>30</sup> Jalil y Tamayo (2011), también encuentran que la inflación internacional de alimentos se transmite entre uno y seis trimestres a la inflación doméstica de estos países, donde Colombia experimenta el mayor efecto tres trimestres después del choque (en el índice de alimentos de la FAO, en el índice de commodity agrícola Dow Jones y en el índice S&P).

<sup>31</sup> Jaramillo et al. (1997) concluyen que los precios relativos de los alimentos se determinan por el valor de la producción agropecuaria (por el lado de la oferta), los precios internacionales (por la tasa de cambio nominal) y los agregados monetarios, donde los dos últimos tienen a aumentar los precios mientras que el primero tiende a disminuirlo (al igual que la tasa de cambio real).

deterioro de la balanza comercial<sup>40</sup>, y una reducción del poder de compra que afecta a la población vulnerable.

#### 4. METODOLOGÍA.

Para cuantificar las elasticidades de corto y largo plazo, en este estudio, conociendo la restricción de información al respecto del sector<sup>41</sup>, la técnica de estimación se plantea con base en el modelo de respuesta de Marc Nerlove (1958b), siendo éste un sistema de ajuste parcial, donde los agricultores deciden la cantidad a producir en función de los precios que esperan se mantengan durante el periodo de la cosecha, y de la cantidad recolectada en la cosecha anterior, de manera que la producción y los precios del bien agrícola se conciertan en el tiempo, donde el agricultor ajusta sus expectativas de valor monetario a recibir de acuerdo al error cometido en su previsión pasada (Ramírez et al., 2004). La ecuación descrita se representa como:

$$\ln Q_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln P_{t-12} + \alpha_2 \ln Q_{t-12} + u_t \quad (1)$$

Donde  $Q$  representa las cantidades,  $P$  los precios,  $u$  los residuales, y  $\alpha$  coeficientes. Se estima por MCO<sup>42</sup> y se evalúan sus diferentes supuestos sobre los residuales ( $u_t$ ), como heterocedasticidad, mediante las prueba de White y Glejser; autocorrelación, mediante el test Ljung-Box y la prueba de Breusch-Godfrey; y normalidad con la prueba de Jarque- Bera. Dado que la caña de azúcar es un tipo de cultivo tardío, se espera que los resultados afirmen una oferta rígida en el corto plazo, ya que el ajuste entre cantidades y precio no es inmediato.

Ahora, para revisar los impactos de los posibles aumentos en la cantidades de exportación (suponiendo una cuota de 62.000 toneladas anual<sup>43</sup> de acuerdo con las declaraciones del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2010) frente a la aprobación del Acuerdo Comercial) y de shocks en el índice de precios internacionales del azúcar sobre las demás variables del sistema, se construye y estima un sistema VAR-X (vectores autorregresivos con variables exógenas), siendo éste un método que permite calcular las relaciones económicas, sin imponerles prácticamente ninguna estructura teórica adyacente ex-ante, además que permite definir los precios internacionales como variable exógena, la cual no se verá afectada por el comportamiento de las demás variables de estudio de la economía nacional (producción, consumo aparente total, exportaciones, importaciones, e índice de precios nacionales del azúcar), ya que Colombia no es un productor, ni exportador principal a nivel mundial en el mercado azucarero, y en esta medida no tiene influencia alguna en la determinación del precio internacional<sup>44</sup>.

<sup>40</sup> Debido a que la capacidad de la oferta no responde rápidamente al cambio de los precios (fertilizantes, tecnología, etc.).

<sup>41</sup> Por la falta de información del sector, no es posible incluir en el modelo variables que permitan estimar efectos climáticos, ciclos ambientales, edad de los tallos, etc., siendo imposible calcular un sistema de ecuación de oferta como sí se hizo en algunos estudios presentados en la revisión de literatura.

<sup>42</sup> Debido a la relación biunívoca entre caña de azúcar y azúcar, se toman como proxy los precios y cantidades de este último producto.

<sup>43</sup> Con una tasa de crecimiento del 3% por año, según el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2010).

<sup>44</sup> Esta metodología se considera novedosa en el estudio de impactos de acuerdos comerciales (a concepto de los autores), por lo que no existe literatura acerca de ella.



El modelo, que toma los datos de las variables de estudio entre enero de 2000 y febrero de 2012, está representado por:

$$Y_t = \mu + \sum_{i=1}^p A_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^q B_i X_{t-i} + D_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

Donde,  $Y_t$  = (Producción, Consumo Aparente Total, Exportaciones, Importaciones, Índice de Precios Nacionales del Azúcar),  $X_t$  = Índice de Precios Internacionales del Azúcar,  $\mu$  = Constante del modelo, y  $D_t$  = Dummies Centradas. A su vez, los términos de error cumplen que:

$$E(\varepsilon_{jt}) = 0, \forall t, \quad E(\varepsilon_{jt} \varepsilon_{j't-t}) = 0, \forall t, j, j' = 1, \dots, 6, \quad \varepsilon_{jt} \sim N(0, \sigma_j^2) \text{ y,} \\ \text{Var}(\varepsilon_{jt}) = \Sigma_{\varepsilon} \cdot \forall t.$$

La selección de los rezagos apropiados se hace a partir de la prueba de razón de verosimilitud<sup>45</sup>, y con esta misma prueba, se observa si existe estacionalidad. A su vez, para testear la no autocorrelación, se realizan las pruebas de Ljung-Box y Breusch-Godfrey, que contrastan como hipótesis nula que las primeras  $k$  autocorrelaciones son diferentes de 0 (Hamilton, 1994)<sup>46</sup>. A su vez, se realiza la prueba Shenton-Bowman, que toma la asimetría y kurtosis a partir del principio Score de Rao, determinando así, si los residuales se comportan bajo una distribución normal multivariada (Lütkepohl, 2005).

Luego de la estimación del modelo, y al encontrar que los residuales cumplen con todos los supuestos de ruido blanco, se procederá a realizar un análisis de impulso-respuesta bajo el enfoque de Pesaran y Shin (1998), donde a diferencia de la metodología tradicional, las funciones de impulso-respuesta no requieren de ortogonalización de las perturbaciones y son invariantes a la ordenación de las variables en el modelo VAR-X. A continuación, se detallan las características de las variables de estudio en la *sección datos* y las estimaciones econométricas de los sistemas propuestos con sus respectivas interpretaciones en la *sección resultados*.

#### DATOS<sup>47</sup>.

Se utiliza la información reportada por Asocafía, desde enero de 2000 a febrero de 2012, respecto a la producción, consumo aparente, exportaciones e importaciones, todo ello en unidades de tmvc (toneladas métricas en su equivalente a volumen de azúcar crudo). El índice de precios nacionales al consumidor y al productor de azúcar, se obtiene del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE); y el

<sup>45</sup> En la cual su estadístico se define como:  $\chi^2$  con  $g$  grados de libertad  $-\ln \left[ \frac{\text{Determinante de } L_2 \text{ del Modelo Restringido}}{\text{Determinante de } L_2 \text{ del Modelo No Restringido}} \right] (T-2)$  Donde  $g = N^*$  de parámetros -  $N^*$  de restricciones). Matriz de covarianzas de residuales, Número de la muestra ( $n$ ) x Número de variables ( $k$ ),  $N^*$  de parámetros por cada ecuación. Teniendo que,  $H_0$ : Coeficientes de más del modelo no restringido frente al restringido, iguales a 0.  $H_A$ : Al menos uno de esos coeficientes diferente de cero. También se tienen en cuenta los resultados de los criterios de información Akaike, Schwarz, y Hannan-Quinn.

<sup>46</sup> Las dos primeras tienen como hipótesis alterna, que al menos una correlación es diferente de cero, la última prueba tiene como hipótesis alterna que los residuales siguen un proceso autorregresivo (AR) o de media móvil (MA).

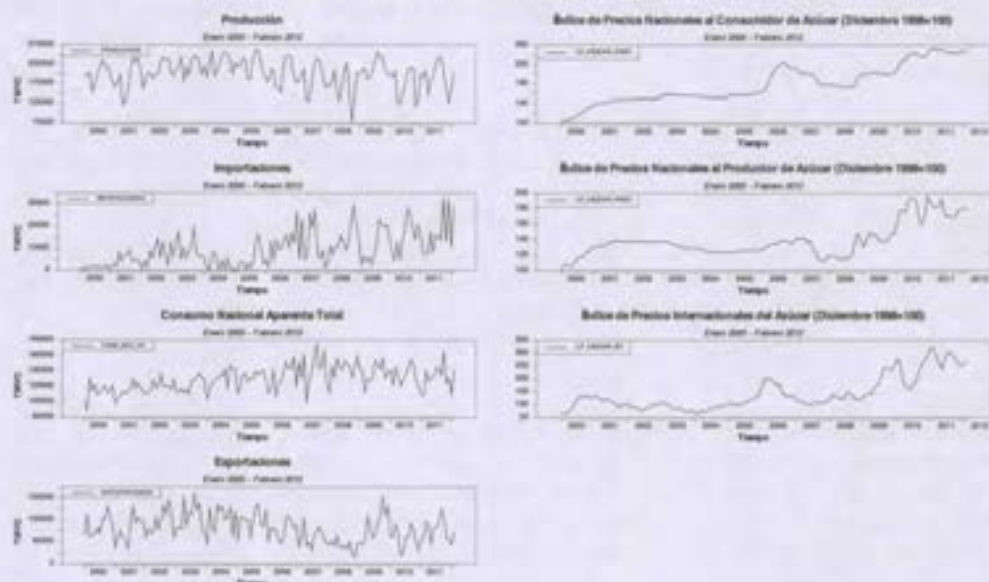
<sup>47</sup> Se utilizó el software econométrico RATS 7.1 y el programa Eviews 7 para desarrollar toda la estimación estadística.

índice de precios internacionales del azúcar<sup>48</sup> es el dado por la FAO. Todos los índices con diciembre de 1998 como periodo base<sup>49</sup>.

Al realizar la descripción de los datos de estudio, de acuerdo con la Gráfica 6, se observa que la evolución de las variables cantidad<sup>50</sup>, poseen un comportamiento estacional, presentando cierta tendencia al alza en el mediano plazo para el número de importaciones, y de manera más leve en el consumo nacional aparente total. Las series producción y exportaciones, varían a partir de una media aproximadamente constante durante el intervalo de tiempo escogido.

Con respecto a la variable del índice precios internacionales, tuvo una fuerte subida desde febrero de 2005 a febrero de 2006 (alcanzando su nivel más alto en 25 años), fundamentalmente generada tanto por el gran aumento en los precios del crudo, como por la presencia de un déficit en el mercado mundial de la oferta del azúcar por más de dos años consecutivos (FAO, 2006). Esto tuvo un efecto retrasado pero similar en los dos índices de precios nacionales. La posterior disminución se vio afectada por el aumento de producción por parte de los principales países oferentes como Brasil y Tailandia, a la vez que el aumento en producción de naciones importadoras como Rusia y China.

Gráfica 6. Estadísticas del Sector Azucarero 2000-2012.



Fuente: Elaboración Propia.

<sup>48</sup> Este es la forma indexada de los precios del "International Sugar Agreement".

<sup>49</sup> Se toman estos como proxy del valor nominal de los precios, ya que las innovaciones para las funciones de impulso respuesta y el análisis de multiplicadores se modelarán en tasas de crecimiento (comportándose así, de igual manera), más no en niveles.

<sup>50</sup> Producción, importaciones, consumo nacional aparente total y exportaciones.



En el transcurso de 2009, los precios del azúcar estuvieron al alza por la disminución de cosecha de caña en Brasil, afectada por los altos índices de pluviosidad, y la sequía presentada por esas fechas en la India. Estas repercusiones no incidieron de manera inmediata y/o directa sobre el mercado nacional, que estuvo menos volátil que el entorno exterior (Asocaña, 2011). La posterior disminución de los precios internacionales a principios de 2010, fue por causa de la crisis financiera de 2008-2009, que no permitió el crecimiento previsto de la producción de Brasil para 2010, sin embargo, en los últimos trimestres se ha venido recuperando un nivel al alza, teniendo que en la economía colombiana dichos efectos son rezagados y con una magnitud regulada (Asocaña, 2011).

Al analizar gráficamente las correlaciones bivariadas entre series (ver anexo A), los cuadros indican algunas evoluciones aparentemente dependientes, por ejemplo, cuando aumenta la producción, existen unas mayores exportaciones, pero este efecto no es claro sobre las importaciones, que dependen positivamente del consumo. Todos los índices de precios siguen una tendencia similar (creciente a través del tiempo), y no presentan relación clara con las variables cantidad. En la sección 6, mediante el análisis de multiplicadores, y las funciones de impulso respuesta, se cuantificará las posibles reacciones de todas las variables endógenas frente innovaciones en el índice de precios internacionales.

Ahora, al analizar la estacionariedad de las series implicadas en el modelo VAR-X, se aplica la prueba de Dickey-Fuller Aumentada (ADF) con un nivel de significancia del 5%, arrojando como resultado (Cuadro 1) que, todas las variables de cantidad son estacionarias con constante y tendencia, menos "Producción" que solo necesita constante (y su tendencia no es significativa) para rechazar la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria<sup>51</sup>. Por parte, las variables precio, son estacionarias sin constante ni tendencia.

<sup>51</sup> Contra la hipótesis alternativa de que no existe raíz unitaria, es decir que la serie es estacionaria (Enders, 2004).

**Cuadro 1. Pruebas Dickey-Fuller Aumentada (ADF), 2000-2012.  
 CON CONSTANTE Y TENDENCIA**

	$Prod_t$	$Cons_t$	$Export_t$	$Import_t$	$Dif.$ $\ln(IPC_N)$	$Dif.$ $\ln(IP_{Int})$
N° de Rezagos Estadístico	3	0	0	1	0	0
ADF	-5.1302	-9.1239	-7.2729	-4.9912	-4.9762	-8.4895
V. Crítico al 5%	-3.4419					
Coef. Constante	1.0939 e+05	85413. 2569	52726. 3188	919.1106 1	0.00289	0.00633
Est. t Constante	5.0954	8.9496	6.1957	0.9139	1.2114	0.4648
Coef. Tendencia	-	136.15 918	-	49.96584	-0.00002	0.00000
Est. t Tend. Lin.	-1.6783	4.5248	-2.2363	3.3206	-0.5534	0.0308

**CON CONSTANTE**

	$Prod_t$	$Cons_t$	$Export_t$	$Import_t$	$Dif.$ $\ln(IPC_N)$	$Dif.$ $\ln(IP_{Int})$
N° de Rezagos Estadístico	3	1	0	1	0	0
ADF	-4.8360	-5.2483	-6.8267	-3.6053	-4.9575	-8.5201
V. Crítico al 5%	-2.8818					
Coef. Constante	93998. 86678	57000. 7722	39529. 5090	2777.945 28	0.00174	0.00670
Est. t Constante	4.8107	5.2564	6.3584	3.2125	1.4763	1.0075

**SIN CONSTANTE NI TENDENCIA**

	$Prod_t$	$Cons_t$	$Export_t$	$Import_t$	$Dif.$ $\ln(IPC_N)$	$Dif.$ $\ln(IP_{Int})$
N° de Rezagos Estadístico	6	7	1	1	0	0
ADF	-0.3739	0.3852	-1.6513	-1.6487	-4.7137	-8.4603
V. Crítico al 5%	-1.9422					

*Fuente: Elaboración propia.*



## 5. RESULTADOS.

En el Cuadro 2, se presenta el p-value de cada una de las pruebas realizadas a los dos modelos estimados. Dado que estos pasan todas las pruebas aplicadas a un nivel de significancia del 5%, la inferencia a partir de ellos es estadísticamente confiable.

**Cuadro 2. P-Valor de las Pruebas para comprobar ruido blanco sobre los residuos.**

SISTEMA DE ECUACIÓN DE OFERTA (MCO)	P-VALOR	MODELO VAR-X (MV)	P-VALOR
<i>Test de Heterocedasticidad</i>		<i>Test de Autocorrelación</i>	
White	0.16	Ljung-Box (36)	0.79
<i>Test de Autocorrelación</i>		Breusch-Godfrey (36)	0.38
Ljung-Box (18)	0.11	<i>Test de Heterocedasticidad</i>	
Breusch-Godfrey (18)	0.24	White	0.26
<i>Test de Normalidad</i>		<i>Test de Normalidad</i>	
Jarque-Bera	0.08	Shenton-Bowman	0.40

*Fuente: Elaboración propia.*

La estimación del sistema de ecuación de oferta para la caña de azúcar cumple con todos los supuestos de comportamiento de ruido blanco sobre sus residuales, arrojando una elasticidad de oferta de corto plazo de 0.1158, y en el largo plazo de 0.4451<sup>52</sup>, indicando así, que en el corto plazo su producción es más rígida (inelástica) a los precios, en relación al largo plazo, donde es mayor, aunque la respuesta sigue siendo inelástica.

Estos resultados son acordes con los hechos empíricos del sector, ya que al pertenecer a un tipo de cultivo permanente, los cultivadores de caña no pueden ajustar su producción en el corto plazo. Por tanto, de este sistema se puede concluir que si bien las elasticidades halladas son bajas (entre 0 y 1), la producción de la caña responde positivamente a los precios pagados a los productores, debido a que sus elasticidades son mayores a cero. Y además de ello, se permite inferir que las posibles decisiones de siembra de caña para la exportación a la UE, están influenciadas en parte por los precios; por lo que si estos siguen en los niveles actuales, y en ascenso, los incentivos al aumento de la producción no se harán esperar.

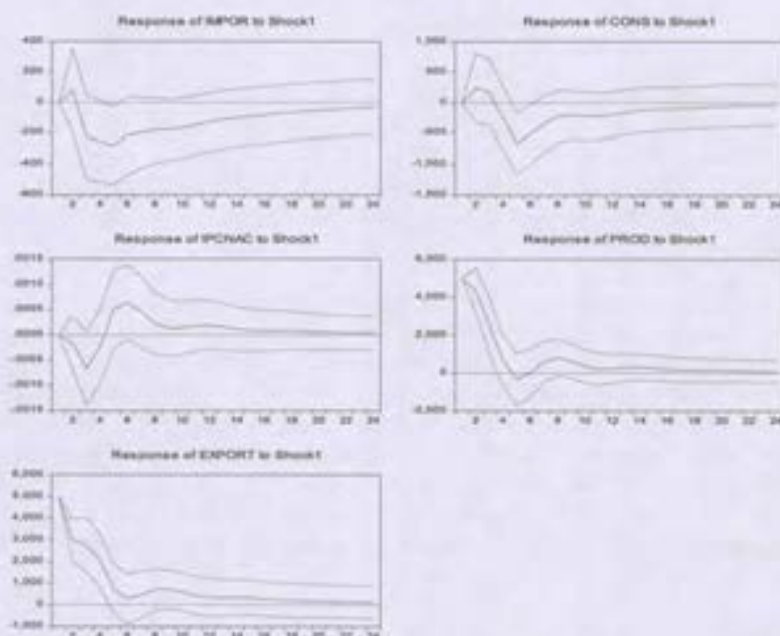
En referencia al VAR-X, las pruebas de máxima verosimilitud y los criterios Akaike y Schwarz, afirmaron un orden 3 ( $p=q=3$ ), incluyendo dummies centradas (modelando

<sup>52</sup> Con un coeficiente de determinación de 0.5841. Por otra todos los coeficientes tuvieron los signos esperados. Se realizó el test de Chow para verificar si existía algún cambio estructural en el período de estudio (específicamente año 2007), resultando que no hay ningún cambio drástico en los parámetros ( $p$ -valor=0.52). También se realizó la prueba de raíz unitaria sobre los residuales del modelo, comprobándose que no es una estimación espuria.

así la estacionalidad), con estas características, el modelo cumple con todos los supuestos de comportamiento ruido blanco sobre sus residuales (Cuadro 2).

Luego, mediante el análisis de impulso-respuesta se le da un choque exógeno a las variables producción y exportación, proporcional a las cantidades potenciales, 5166 tmvc promedio mensual (asumiendo simetría en los doce meses) de exportación, contempladas en el acuerdo comercial con la UE. Los resultados presentados en la Gráfica 7, indican que ante aumentos de las exportaciones (y por ende en la producción -de 5166 tmvc por mes, dividiendo simétricamente la cuota anual por el número de meses del año-), los precios internos reaccionan positivamente con un retardo de 6 meses (encontrando así una relación positiva con retardo de respuesta entre estas dos variables), por su parte las importaciones y el consumo disminuyen en un cantidad ínfima (no más del 0.3%, y del 0.8% respectivamente), no representativa estadísticamente, permaneciendo en general constantes y estables a través del tiempo.

**Gráfica 7. Impulso-Respuesta ante un choque en la exportación (y por tanto en la producción) del sector azucarero en Colombia, ante la posible entrada de vigencia del acuerdo con la UE.**



*Fuente: Elaboración propia.*



Asimismo para analizar los posibles choques frente a cambios en el nivel de precios internacionales del azúcar, se calcula el impacto mediante el análisis de multiplicadores, presentado en el Cuadro

**Cuadro 3. Respuesta de las variables del sector azucarero ante diferentes impactos del Índice de Precios Internacionales. Análisis de Multiplicadores (Acumulados)**

Tasa de Crecimiento (%)	Valor del Choque un paso adelante			Valor del Choque tres pasos adelante			Valor del Choque seis pasos adelante			Valor del Choque nueve pasos adelante		
	3%	7%	10%	3%	7%	10%	3%	7%	10%	3%	7%	10%
Producción	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
Consumo	84	20	44	18	53	85	74	91	5	65	83	07
Índ. Prec. Nac.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3
Exportaciones	18	19	30	16	18	27	03	75	82	58	72	69
Importaciones	0.0	0.0	0.0	0.4	0.9	1.1	0.7	0.9	1.2	1.0	1.4	1.6
	14	33	41	85	52	01	01	22	26	24	65	25
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	1.6	1.8	2.0	1.9	2.1	2.3
	12	18	28	87	49	31	21	56	10	57	76	17

Fuente: Elaboración propia.

En este caso, los resultados de los multiplicadores son relativamente pequeños; con el signo esperado, de corta duración y no simétricos. Los impactos en el nivel de precios internacionales afectan positivamente a los precios nacionales con un retardo de 3 a 6 periodos, negativamente a las importaciones principalmente de 6 a 9 periodos adelante, y en menor medida incentiva las exportaciones nueve periodos adelante. Las otras variables (consumo y producción) no responden significativamente a los choques de precios internacionales, mostrando la importancia que tiene el sector nacional en el abastecimiento del mercado doméstico que aunque se ve afectado, no percibe la volatilidad del mercado mundial tan fuerte como en países donde la gran mayoría de consumo depende de las importaciones afectadas directamente por el precio mundial del azúcar.

## 6. CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos del modelo VAR-X, se puede inferir que frente a una aprobación y entrada en vigencia del Acuerdo de Libre Comercio de Colombia y la Unión Europea, el sector azucarero está apto en todos sus aspectos (capacidad instalada en los 13 ingenios, eficiencia industrial, etc.) para responder a la demanda por parte de la UE (que sigue siendo un importador neto por excelencia). Al Colombia ser el país con mayor productividad a nivel mundial en la fabricación de azúcar, cuenta con una ventaja competitiva que le permite abastecer el mercado europeo en condiciones de igualdad, cumpliendo con suficiencia la cuota anual que tendrá un arancel de 0%. A su vez, los 13 ingenios que componen el aparato productivo del país, tienen la capacidad instalada para responder esta demanda, y se cuenta con los terrenos aptos para ello.

En esta medida, tomando como base los análisis de Fedesarrollo (obtenidos a partir de matrices insumo-producto y de la matriz de contabilidad social colombiana (Arbeláez et al., 2011)), el impacto económico sobre el PIB anual al entrar en vigencia el tratado de libre comercio con la UE, puede llegar a ser de más de 400 millones de dólares por cuenta de las exportaciones de azúcar, generando un incentivo a los actores implicados en sus eslabonamientos hacia atrás, aumentando así, la absorción de mano de obra, y el valor agregado creado por el sector<sup>53</sup>.

Por otra parte, bajo la actual coyuntura de precios altos, y a través del sistema de ecuación de oferta estimado, se logró observar la disposición de los agricultores colombianos a un aumento de su producción, asumiendo una elasticidad de oferta de corto y largo plazo positiva. De igual manera, los resultados de impulso-respuesta plantean que la economía azucarera en Colombia seguirá estable en sus variables cantidad y precios después de aumentar mensualmente en 5166 tmvc (62000 tmvc anuales) su producción para exportación; solo la variable precio nacional tendrá afectaciones, pero con un retardo aprox. de 6 periodos adelante (confirmando el análisis gráfico de la sección 5).

Para futuras investigaciones se propone estudiar el impacto ambiental generado por los aumentos de producción en Colombia a partir de los tratados de libre comercio, que incrementan el número de áreas cosechadas, y por ende la quema de tierras, proceso que genera algunos problemas eco-sistémicos como la pérdida de nitrógeno, la emisión de monóxido de carbono y óxido de azufre, entre otros.

<sup>53</sup> Dicho esto, aunque el mercado de la UE no es un oferente directo de las exportaciones colombianas, es de gran importancia a la luz de los Acuerdos Comerciales con países desarrollados (que tienen grandes subsidios domésticos), preservar los instrumentos de política comercial del Gobierno colombiano para la defensa justificada de algunos de los principales sectores del país, como son los Fondos de Estabilización de Precios y el Sistema Andino de Franjas de Precios, que logran estabilizar y proteger a los productores nacionales frente a choques volátiles ocasionados en el mercado mundial.



## 7. BIBLIOGRAFÍA.

1. Alzate, J., Escobar, A. & Navas, V. (2011). Mercado internacional del azúcar e impacto del precio del azúcar en los productos que la utilizan como insumo. *Resumen Ejecutivo, E-Concept*, 8 p.
2. Arak, M. (1967). *The Supply of Brazilian Coffee*. Disertación Doctoral, MIT.
3. Arbeláez, M., Estacio, A. & Olivera, M. (2010). Impacto socioeconómico nacional y regional del sector azucarero colombiano. *Cuadernos de Fedesarrollo*, Nº 31, 98 p.
4. Asocaña. (2011). *Informe 2010-2011*. Cali, Colombia: Feriva S.A. 102 p. Asocaña. (2012). *Informe 2011-2012*. Cali, Colombia: Feriva S.A. 124 p.
5. Bacha, E. (1968). *The Supply of World Coffee*. Disertación Doctoral, Yale University.
6. Banco Interamericano de Desarrollo -BID-. (2008). Impacto del Incremento de los Precios de los Alimentos en América Latina y El Caribe: La Experiencia de los Países Andinos. (*Borrador no editado*). Documento de trabajo CSI, Nº 163, 33 p.
7. Bateman, M. (1969). *Supply response in the Colombian coffee sector*. The Rand Corporation. 55 p.
8. Bhagwati, J. & Ramaswami, V. (1963). Domestic distortions, tariffs, and the theory of optimum subsidy. *Journal of Political Economy*, 71 (1), pp. 44-50.
9. Borkakoti, J. (1998). *International trade: causes and consequences. An empirical and theoretical text*. New York, EEUU: Macmillan Business. 602 p.
10. Brander, J. & Spencer, B. (1981). Tariffs and the extraction of foreign monopoly rents under potential entry. *Canadian Journal of Economics*, 14 (3), pp. 371-389.
11. Centro Nacional de Productividad -CNP-. (2002). El conglomerado del azúcar del Valle del Cauca, Colombia. *Serie desarrollo productivo, CEPAL*, Nº. 134, 47 p.
12. Comunidad Andina. (1994). *Decisión 371: Sistema Andino de Franjas de Precios*. Sexagesimotercer Período Ordinario de Sesiones de la Comisión, 25-26 de noviembre de 1994. Quito, Ecuador. Recuperado el día 5 de mayo de 2012, de: <http://www.comunidadandina.org/normativa/dec/D371.htm>
13. Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2004). Análisis de competitividad en el sector de azúcar, confitería, y chocolatería. *Programa de Estudios en Competitividad e Industria*, 18 p.
14. Dixit, A. (1984). International trade policy for oligopolistic industries. *Economic Journal*, 94, pp. 1-16.
15. Enders, W. (2004). *Applied Econometric Time Series*. New Jersey, EEUU: John Wiley y Sons. 480 p.
16. FAO. (2006). *Los precios de los productos agrícolas seguirán altos e inestables. La incertidumbre predomina en el contexto económico*. Noticia del 8 de junio, Sala de prensa, Roma, Italia. Recuperado el día 2 de mayo de 2012, de: <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2006/1000319/index.html>.
17. García, J. & Montes, G. (1988). Coffee Boom, Government Expenditure, and Agricultural Prices: The Colombian Experience. *Research Report N° 68, IFPRI*. 107 p.
18. Hamilton, J. (1994). *Time Series Analysis*. New Jersey, EEUU: Princeton University Press. 799 p.
19. Instituto Boliviano de Comercio Exterior -IBCE-. (2009). El mercado del azúcar en la Unión Europea. *Documento de Trabajo, IBCE*, 11 p.

20. Jalil, M. & Tamayo, E. (2011). Pass-through of International Food Prices to Domestic Inflation During and After the Great Recession: Evidence from a Set of Latin American Economies. *Revista Desarrollo y Sociedad*, N° 67, pp. 135-179.
21. Jaramillo, C., Bustamante, R. & Barbosa, J. (1997). Tendencias de los precios relativos de los alimentos en Colombia. *Revista Desarrollo y Sociedad*, N° 39, pp. 67-88.
22. Júdez, L., De Andrés, R., Miguel, J. & Urzainqui, E. (2010). La reforma de la organización común de mercado del azúcar en la UE y su impacto sobre el sector remolachero en Castilla y León. *Documento presentado en el XXVI Encuentro Arethuse*, el 17 de Septiembre de 2010, Universidad de La Laguna.
23. Köpke, R. (2007). Implicaciones de los acuerdos comerciales de la Comunidad Europea con Centroamérica y los Países Andinos. *Documento de Investigación, FDCL*, 41 p.
24. Krugman, P. (1984). Import protection as export promotion: international competition in the presence of oligopoly and economies of scale. En: Kierszkowski (Ed.). *Monopolistic Competition in International Trade*. Oxford, England: Oxford University Press.
25. Londoño, L. (2011). La transformación de la industria azucarera en Colombia a partir de nuevas tecnologías: Desafíos y oportunidades. Presentación realizada el día 9 de septiembre de 2011, en *ICTPI*.
26. Lora, E., Powell, A. & Tavella, P. (2011). ¿Qué efecto inflacionario tendrá el shock de precios de los alimentos en América Latina?. *Working paper N° 120, BID*, 19 p.
27. Lütkepohl, H. (2005). *New introduction to multiple time series analysis*. Camb., EEUU: Springer. 764 p.
28. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2010). *ABC del Acuerdo Comercial con la Unión Europea*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. 8 p.
29. Nerlove, M. (1958a). Distributed Lags and Estimation of long-run supply and demand elasticities: Theoretical Considerations. *American Journal of Agricultural Economics*, 40 (2), pp. 301-310.
30. Nerlove, M. (1958b). *The Dynamics of Supply: Estimation of Farmers' Response to Price*. Baltimore, EEUU: The Johns Hopkins Press. 267 p.
31. Ocampo, J. (1991). Las Nuevas Teorías del Comercio Internacional y los Países en Vías de Desarrollo. *Pensamiento Iberoamericano*, N° 20, 14 p.
32. Pérez, R. y Álvarez, P. (2009). *Deuda social y ambiental del negocio de la caña de azúcar en Colombia*. Bogotá, Colombia: ARFO. 70 p.
33. Pesaran, M. and Shin, Y. (1998). Generalized Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models. *Economics Letters*, 58 (1), pp. 17-29.
34. Prada, T. (2004). Análisis del Efecto en el Bienestar de la Incorporación del Fondo de Estabilización de Precios del Azúcar en Colombia. *Documento de Investigación N° 158. Universidad Alberto Hurtado*. 43 p.
35. Ramírez, M., Barrios, C., González, F., Martínez, H. & Ortiz, L. (2004). Respuestas de la oferta y la demanda agrícola en el marco de un TLC con Estados Unidos. *Documento de Trabajo N° 49. Observatorio Agrocadenas Colombia*. 61 p.
36. Ramos, O. (2005). Caña de azúcar en Colombia. *Revista de Indias*, Vol. LXV, N° 233, pp. 49-78.



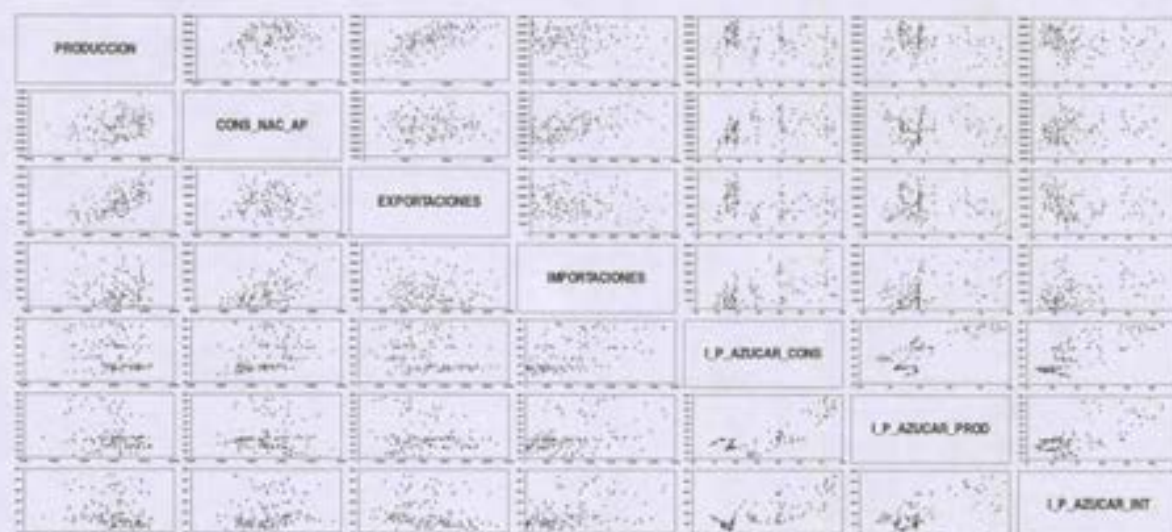
37. Unión Europea, República de Colombia y República de Perú. (2011). *Acuerdo Comercial entre la Unión Europea y Colombia y Perú*. (Suscrito). 272 p. Recuperado el día 1 de mayo de, <http://www.tlc.gov.co/>

#### **Páginas Web**

- ✓ Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia, <http://www.asocana.org/>
- ✓ Banco Mundial, <http://www.worldbank.org/>
- ✓ Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, <http://www.cenicana.org/>
- ✓ Departamento Administrativo Nacional de Estadística, <http://www.dane.gov.co/>
- ✓ Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales de Colombia, <http://www.dian.gov.co/>
- ✓ Instituto de Estudios del Azúcar y la Remolacha, <http://www.iedar.es/>
- ✓ Ministerio de Economía y Competitividad de España, <http://datacomex.comercio.es/>
- ✓ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, <http://www.fao.org/>
- ✓ Organización Internacional del Azúcar -OIA-, <http://www.isosugar.org/>
- ✓ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, <http://www.oecd.org/>
- ✓ Tratados de Libre Comercio, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia, <http://www.tlc.gov.co/>
- ✓ Unión Europea, <http://europa.eu/>

### ANEXO A

#### Gráfica Crossplot Bivariado - Variables Modeladas.



*Fuente: Elaboración propia*