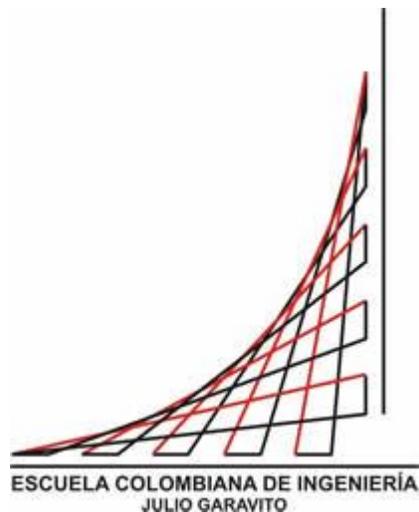


**BIOCOMBUSTIBLES E INFLACIÓN ALIMENTARIA. UN
ESTUDIO DEL CASO COLOMBIANO PARA EL PERÍODO
2006-2012.**

CLASIFICACIÓN JEL: C32, D58, Q42

CARLOS FELIPE BEDOYA RIVEROS



ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA “JULIO GARAVITO”

PROGRAMA DE ECONOMÍA

BOGOTÁ, 2013 – II

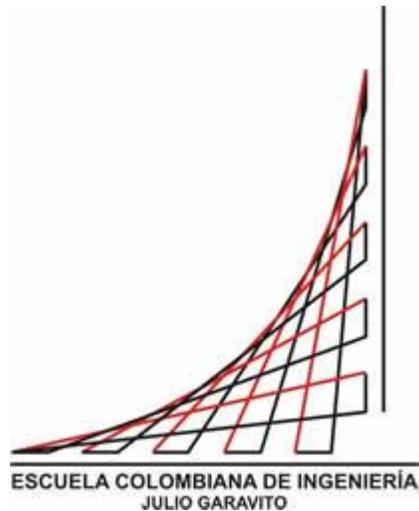
**BIOCOMBUSTIBLES E INFLACIÓN ALIMENTARIA. UN
ESTUDIO DEL CASO COLOMBIANO PARA EL PERÍODO
2006-2012.**

CLASIFICACIÓN JEL: C32, D58, Q42

CARLOS FELIPE BEDOYA RIVEROS

Asesora:

Dra. IRMA BAQUERO HAEBERLIN



ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA “JULIO GARAVITO”

PROGRAMA DE ECONOMÍA

BOGOTÁ, 2013 – I

ABSTRACT

Biofuel Industry is one of the newest and most interesting agricultural industries, it produces fuels from crops and animal wastes and decreases carbon dioxide emissions, however, as almost everything else, it has some negative consequences, some negative impacts on society's wellbeing. Given that these kind of fuels require agricultural crops for its production, they affect the availability of food and thus generate inflationary pressures on some food products. The empirical evidence suggests that the growth of these agroindustries is partially responsible of the Food Crisis 2007 – 2008, nonetheless this topic has to be approached as rigorously as possible, given the complexity and the variety of actors involved in these kind of phenomena. This paper does a statistical and theoretical analysis in order to examine the Colombian Case. That is to say, this document pretends to determine if the emergence of the Biofuel Industry in Colombia has generated or not inflationary pressures on food and agricultural products between 2006 and 2012.

RESUMEN

La industria de biocombustibles es uno de los sectores agrícolas más nuevos e interesantes, el cual produce combustibles a partir de cultivos y residuos de origen animal y/ vegetal, disminuyendo de este modo las emisiones de dióxido de carbono, sin embargo, dicha actividad económica tiene algunos impactos o consecuencias negativas sobre el bienestar de las sociedades, teniendo en cuenta que este tipo de combustibles requiere de cultivos agrícolas para su producción, lo que afectan la disponibilidad u oferta alimentaria, generando así presiones inflacionarias sobre algunos productos alimenticios . La evidencia empírica sugiere que el crecimiento de esta agroindustria es parcialmente responsable de la crisis alimentaria 2007 - 2008, no obstante, este tema tiene que ser abordado tan rigurosamente como sea posible, dada la complejidad y la variedad de actores involucrados en este tipo de fenómenos. En este trabajo se hace un análisis estadístico y teórico con el fin de examinar el caso colombiano. Es decir, este documento pretende determinar si la aparición de la industria de biocombustibles en Colombia ha generado o no presiones inflacionarias sobre los alimentos y los productos agrícolas entre 2006 y 2012.

AGRADECIMIENTOS

Deseo resaltar el papel activo y benéfico que jugaron cada uno de los docentes que participaron en mi preparación profesional, también agradezco a la decana y a la facultad de economía, y en general a la Escuela Colombiana de ingeniería “Julio Garavito” como institución, no solo por haberme abierto sus puertas y ofrecido una beca académica, sino por ser un actor activo en mi proceso de crecimiento personal. Adicionalmente es más que correcto resaltar y reconocer la gran ayuda prestada por los docentes Irma Baquero y Álvaro Chaves, quienes fueron claves durante el proceso de planificación y ejecución del presente documento.

*Dedico a mi madre, mi hermana y a mis sobrinos la presente
investigación, quienes siempre fueron, son y seguirán siendo
la piedra angular sobre la cual reposa mi desarrollo*

TABLA DE CONTENIDO

I. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	2-3
III. JUSTIFICACIÓN.....	4-6
IV. OBJETIVOS.....	7
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
V. METODOLOGÍA.....	7-35
5.1 MARCO CONCEPTUAL.....	7
5.2 MARCO TEÓRICO.....	8-23
5.2.1. MODELOS DE EQUILIBIO PARCIAL Y GENERAL.....	8-16
Gráfica número uno.....	8
Gráfica número dos.....	9
Gráfica número tres.....	10
5.2.2. ANÁLISIS DE CAUSALIDAD DE GRANGER Y VECTORES AUTORREGRESIVOS.....	16-18
5.2.3 INFLACIÓN ALIMENTARIA, UNA BREVE REVISIÓN DEL CASO	

COLOMBIANO.....	18-23
Gráfica número cuatro.....	19
Gráfica número cinco.....	21
Gráfica número seis.....	22
Gráfica número siete.....	24
Gráfica número ocho.....	25
5.3. MARCO METODÓLOGICO.....	26-37
VI. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	38-40
VII. CONCLUSIONES.....	43-44
VIII. ANEXOS.....	45-72
Anexo número uno.....	45-49
Anexo número dos.....	49-63
Anexo número tres.....	63-69
Anexo número cuatro.....	69-70
Anexo número cinco.....	70-71
Anexo número seis.....	71-72
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	73-76

I. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

El crecimiento de la producción de biocombustibles, puntualmente alcohol carburante, entre 2006 y 2012, ha generado una menor oferta para el consumo humano de bienes agrícolas, provocando presiones inflacionarias sobre los alimentos.

II. INTRODUCCIÓN

La presente es una investigación que pretende estudiar la relación existente entre la industria de biocombustibles y la inflación alimentaria en Colombia, entre los años 2006 y 2012, en ella se realiza un análisis de la literatura existente respecto a dicha relación a nivel mundial, estudiando los casos de la Unión Europea, Brasil, Estados Unidos, entre otros. Así mismo se analiza las diferentes metodologías utilizadas para modelar el vínculo existente entre el crecimiento de esta industria y las presiones inflacionarias que este genera, entre las cuales están el uso de modelo de equilibrio económico computarizado, así como la modelación a través de modelo de Vectores Autor regresivos (VAR) y análisis de causalidad estadística de Granger.

Por otro lado se estudia al fenómeno inflacionario nacional, en cuanto a los alimentos se refiere, analizando de este modo otros factores explicativos de dicho fenómeno, los cuales son de diferente naturaleza y afectan por lo general a diferentes productos.

Así mismo, se realiza una descripción técnica del modelo a ejecutar, de tal suerte que cada detalle técnico queda explicado con base en la literatura econométrica moderna. Se ejecuta un modelo VAR, así como un análisis de causalidad de Granger, en aras de determinar si existe evidencia estadística que permita afirmar si el crecimiento de la industria de biocombustibles es o no, un factor significativo y/o causal de la inflación alimentaria nacional.

Los datos fueron recopilados de diferentes fuentes, ellas son: Asocaña, el Banco de la República y el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). Es una muestra compuesta por ochenta y cuatro (84) datos por variable, equivalentes a un período de siete (7) años.

Dicha muestra estadística sugiere que el IPC de los alimentos a nivel nacional ha sido jalonado por diferentes factores, entre los cuales destacan la producción de biocombustibles, fenómenos climatológicos y el nivel internacional de precio de ciertos productos importados.

Ello converge con lo que muestra la literatura y la evidencia empírica, una variedad de factores que de uno u otro modo generan presiones sobre el nivel de precios de los alimentos a nivel nacional. Así mismo me permito resaltar que la investigación presente se basó en varios procesos econométricos descritos a lo largo del documento, y cuyo sustento se encuentra en la copia digital anexa al mismo.

III. JUSTIFICACIÓN

La industria de los biocombustibles es relativamente nueva a nivel mundial, empieza a crecer significativamente luego de la firma del tratado de Kioto, según Cano (2009), debido a la necesidad de encontrar y desarrollar combustibles alternos con el objetivo de reducir el nivel de emisiones de dióxido de carbono. No obstante y pese a sus beneficios, la producción de biocombustibles ha generado presiones inflacionarias a nivel internacional, puntualmente sobre los alimentos, dado que la producción de este tipo de combustibles requiere como materia prima productos agrícolas, generando de este modo una rivalidad entre el consumo humano de dichos productos y su utilización o transformación en biocombustibles. Dada esta rivalidad y la potencial presión inflacionaria que genera la fabricación de biocombustibles, surge el interés de la presente investigación por realizar un estudio a partir de series estadísticas, con el fin de determinar si existe o no una relación estadística entre la inflación alimentaria y la producción de biocombustibles para el caso colombiano.

Cabe resaltar que existen antecedentes claros de la interacción de dichas variables, ya que un importante proceso inflacionario ocurrió en el 2008 cuando el nivel internacional de precios de varios productos agrícolas llega a un nivel bastante alto, generando una crisis alimentaria. Según Wahlberg (2008) los biocombustibles jugaron un papel preponderante en la crisis alimentaria 2007 - 2008. Debido a que el crecimiento de dicho sector generó un notorio aumento de la demanda de ciertos productos agrícolas utilizados como insumo para la obtención de dicho combustible, ello llevó a un aumento notorio de los precios de varios productos agrícolas. En este orden de ideas, es relevante analizar si la aparición y el crecimiento de la producción de biocombustibles ha generado presiones inflacionarias sobre los alimentos para el caso colombiano, con base en los datos existentes respecto a esta industria, dichos datos son de carácter mensual entre los años 2006 y 2012.

También es importante resaltar que si bien podrá afirmarse que existe cierto consenso respecto a que la producción de biocombustibles disminuye la oferta de alimentos agrícolas, y por extensión genera variación sobre el nivel general de precios de los productos agrícolas, todavía se discute la magnitud de su efecto¹, es decir, no se tiene claridad de que tanto afecta esta industria a la inflación alimentaria, así mismo, Kristoufek,

¹ Esta discusión es conocida mundialmente como el debate “Biofuel Vs Food” y surge principalmente a partir de la crisis de precios internacionales de los alimentos en el período 2007-2008.

Janda y Zilberman (2012) argumentan que uno de los principales generadores del crecimiento de la agroindustria de los biocombustibles es el gobierno, ya que a través de políticas como subsidios, mandatos obligatorios, entre otros, se han generado incentivos y por ende un crecimiento en la demanda de dichos combustibles. Es por eso que adicionalmente se investigó respecto al papel del Estado² colombiano y su influencia dentro de la industria de biocombustibles, con el objetivo de complementar el modelo estadístico.

En Colombia, la intervención del Estado es un factor clave y legalmente establecido, esta se ha desarrollado a través de elementos como la Ley 1205 de 2008 referente a la calidad diesel, la existencia de un programa general de biocombustibles, así como una política gubernamental asociada a dicho sector, dichas reglamentaciones se encuentran claramente desarrolladas en la página web del Ministerio de Minas y Energía. En cuanto a la política nacional de biocombustibles, cabe destacar “Los lineamientos de política para la producción de biocombustibles sostenibles en Colombia” desarrollada en el documento 3510 del CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social). En este documento se proponen una serie de objetivos, en conjunto con un plan de acción que los cobija, teniendo como objetivo principal “Aprovechar las oportunidades de desarrollo económico y social que ofrecen los mercados emergentes de biocombustibles, de manera competitiva y sostenible.” Para ello el plan de acción propuesto incluye: “la creación de la Comisión Intersectorial para el Manejo de Biocombustibles, la definición de un programa orientado a reducir los costos de producción de los biocombustibles en las etapas de producción y transformación, con criterios de sostenibilidad ambiental y social, así como la definición de un plan de desarrollo de infraestructura de transporte”.

Sin embargo, el principal catalizador del crecimiento de la industria de biocombustibles en Colombia han sido las reglas E10³- E20 y B10⁴ - B20. Este esquema de mezclas ha venido evolucionando desde finales de la primera década del siglo XXI. Empieza con la ley 693 del 2001, cuyo primer artículo decreta: “A partir de la vigencia de la presente ley, las gasolinas que se utilicen en el país en los centros urbanos de más de 500.000 habitantes tendrán que contener componentes oxigenados tales como alcoholes carburantes, en la cantidad y calidad que establezca el Ministerio de Minas y Energía, de acuerdo con la reglamentación sobre control de emisiones derivadas del uso de estos combustibles y los requerimientos de saneamiento ambiental que establezca el Ministerio del Medio Ambiente para cada región del país...” Adicionalmente el decreto 2629 del 10 de julio de 2007 afirma en su primer artículo: “A partir del 1° de enero del año 2012 el parque automotor nuevo y demás artefactos nuevos a motor, que requieran para su funcionamiento gasolinas, que se

² Esta intervención del Estado surge a partir de la rentabilidad casi nula o negativa que tendría la agroindustria de los biocombustibles en ausencia de estímulos por parte de dicho Estado.

³ Dicha mezcla es mejor conocida como gasohol, es la combinación entre gasolina (90%) y etanol (10%).

⁴ Es la combinación de diesel (90%) y biodiesel (10%)

produzcan, importen, distribuyan y comercialicen en el país, deberán estar acondicionados para que sus motores sean flex-fuel como mínimo al 20% (E-20), es decir, que puedan funcionar normalmente como mínimo utilizando indistintamente gasolinas básicas o mezclas compuestas por 80% de gasolina básica de origen fósil con 20% de Alcohol Carburante (motores flex-fuel al 20% E-20)⁵. b) A partir del 1° de enero del año 2012 el parque automotor nuevo y demás artefactos nuevos a motor, que requieran para su funcionamiento diésel o ACPM, que se produzcan, importen, distribuyan y comercialicen en el país, deberán estar acondicionados para que sus motores utilicen como mínimo un B-20, es decir, que puedan funcionar normalmente como mínimo utilizando indistintamente diésel de origen fósil (ACPM) o mezclas compuestas por 80% de diésel de origen fósil con 20% de Biocombustibles para uso en motores diésel.” Esta reglamentación jurídica es trascendental, en la medida en que estas ocasionaron por vía legal un incremento sostenido de la demanda de biocombustibles, acompañada por exenciones tributarias hacia los productores de los mismos, especificadas en el documento del CONPES previamente mencionado, es decir, se observa como una actividad que por naturaleza tiene una rentabilidad nula, o incluso negativa, se transforma en una opción atractiva para varios oferentes a partir de la intervención del Estado. Con base en lo anteriormente desarrollado se reafirma el interés en determinar las características y funcionamiento de la agroindustria de biocombustibles en Colombia, y su impacto sobre la inflación alimentaría a nivel nacional, a través de un modelo de Vectores Autorregresivos y un análisis de causalidad de Granger, cuya razón de ser es contrastar la evidencia empírica con una determinada muestra estadística, con el objetivo de concluir verazmente si existe o no un vínculo de causalidad inmediata entre la inflación alimentaria y la producción de biocombustibles, así como analizar cómo ha sido, y qué ha estado detrás de dicha inflación en Colombia, para el período 2006-2012.

⁵ Derogado por el art. 6, Decreto Nacional 1135 de 2009.

IV. OBJETIVOS

4.1. General

- Identificar la relación entre la producción de biocombustibles y la inflación alimentaria en Colombia, para el período 2006-2012

4.2. Específicos

- Identificar algunos de los vínculos legales existentes entre la industria de biocombustibles y el Estado Colombiano.
- Analizar la existencia o no de una relación estadística entre la inflación alimentaria y la producción de biocombustibles.
- Identificar otros posibles elementos responsables de la inflación alimentaria para el período y lugar a tratar.

V. METODOLOGÍA

5.1. MARCO CONCEPTUAL

- **Agflación:** En Cano (2009) aparece como término que hace referencia a la inflación o incremento generalizado en el nivel de precios de los bienes agrícolas.
- **Biocombustibles:** Según la bibliografía existente en COPRPOICA se entiende por biocombustibles. “Conjunto de bioetanol, biodiesel y biogás producidos a partir de materias primas de orden agropecuario, agroindustrial o desechos orgánicos. Todos estos constituyen opciones renovables y menos contaminantes que los combustibles derivados del petróleo y constituyen fuentes alternativas de energía en la región. El Biocombustible es un éster que puede hacerse a partir de distintos tipos de aceites: girasol, colza, higuera, soja, aceite de palma y hasta de aceites usados provenientes de la industria alimenticia, así como también de la grasa animal, se obtiene a partir de biomasa que funciona en cualquier motor de ciclo diesel, sin que sea necesaria ninguna modificación en los mismos.”⁶
- **Alcohol carburante:** Según la Resolución 180687 del 17 de junio de 2003 el alcohol carburante se define como. “Compuesto orgánico líquido, de naturaleza diferente a los hidrocarburos, que tiene en su molécula un grupo hidroxilo (OH) enlazado a un átomo de carbono.”⁷

⁶ http://www.corpoica.org.co/sitioweb/webbac/documentos/bibliografia_biocombustible.pdf Consultado el 23 de mayo del 2013.

⁷ <http://www.combustiblesindustriales.com/definiciones.htm> Consultado el 23 de mayo del 2013.

5.2. MARCO TEÓRICO

5.2.1. Modelos de equilibrio parcial y general

Los modelos de equilibrio parcial, según Carra y otros (2002), son modelos asociados al equilibrio económico en un sector o mercado particular, el objetivo de los mismos es analizar cómo repercute los cambios de una variable sobre el resto de elementos que conforman dicho mercado, asumiendo como constante todas las variables inherentes al resto de mercados.⁸ Este modelo parte de una situación inicial, tal como se muestra en la figura número uno, y se desplaza hacia una situación final como la que se representa en la figura número dos, suponiendo que dichas modificaciones solo alteran la cantidad y precio de equilibrio en ese mercado o sector.

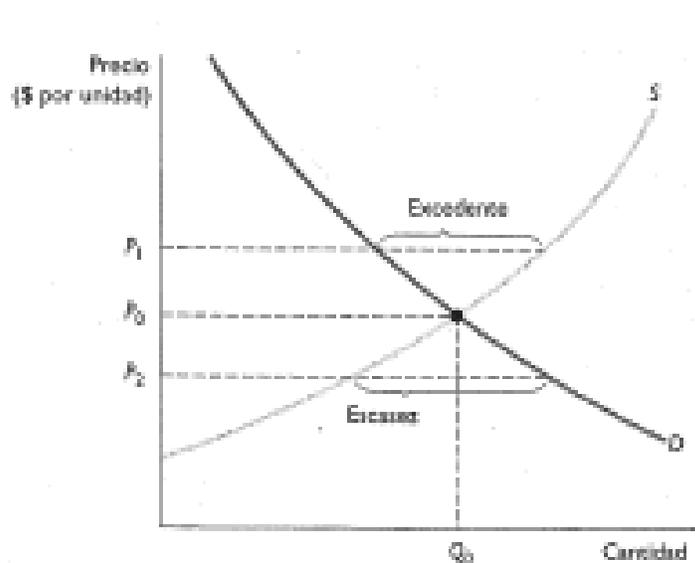


Figura número uno

Fuente: PYNDICK. Microeconomía (1995). Tercera edición, página 20, figura 2.1. El eje de las abscisas representa la cantidad demandada, mientras que el de las ordenadas representa el precio asociado a dicha cantidad.

⁸ Supuesto económico conocido como Ceteris Paribus

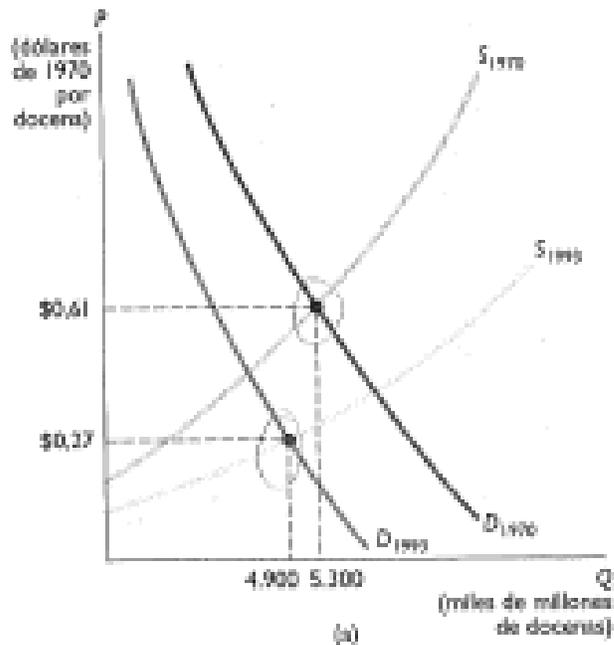


Figura número dos

Fuente: PYNDICK. Microeconomía (1995). Tercera edición, página 25, figura 2.7ª. El eje de las abscisas representa la cantidad demandada, mientras que el de las ordenadas representa el precio asociado a dicha cantidad.

Los factores que generan estos cambios pueden ser factores relativos al consumidor o al productor. En cuanto al consumidor, este modifica la cantidad demandada con base en parámetros como ingreso disponible, cambio en las preferencias, entre otros. El productor a su vez, modifica la cantidad ofrecida con base en variación en la tecnología, en los precios y/o disponibilidad de insumos y recursos de producción, etcétera. La magnitud de dichos cambios está ligada, entre otros factores, a la elasticidad precio de la demanda, es decir, que tanto cambia la cantidad de consumo en equilibrio ante un cambio en el precio. Adicionalmente cabe hacer la distinción entre corto y largo plazo, dado que en el corto plazo los impactos son limitados, principalmente desde la perspectiva del oferente, este puede modificar su sistema de producción en varias direcciones, pero no podrá cambiar significativamente su esquema productivo, dada una posible tecnología constante. En el largo plazo los impactos son mayores, pueden ocurrir claros y numerosos cambios en las preferencias del consumidor, cambios tecnológicos significativos, entre otros, lo que le permite tanto a la demanda como a la oferta reaccionar de manera completa.

Cuando se relaja el supuesto de independencia entre sectores o mercados, se da paso al análisis de equilibrio general. Según Pyndick (1995) dada la interdependencia entre sectores, los precios y cantidades de equilibrio se determinan simultáneamente. En la figura

número tres, se muestran dos mercados interdependientes, el de las película de cine y las películas rentadas. De tal modo que cada modificación del equilibrio del primer mercado provoca un cambio inmediato en el equilibrio del segundo mercado.⁹

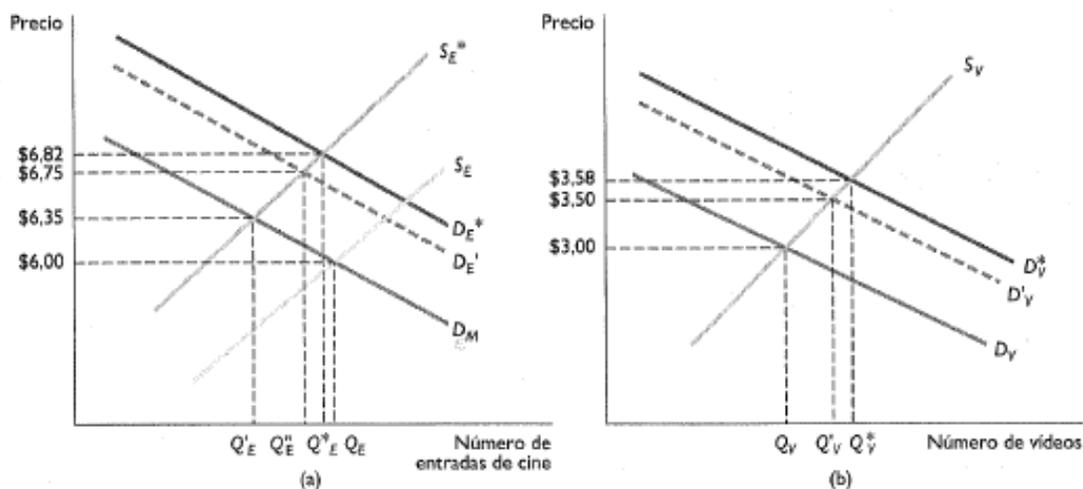


Figura número tres

Fuente: PYNDICK. Microeconomía (1995). Tercera edición. Capítulo 16. Página 561, figura 16.1. El eje de las abscisas representa la cantidad demandada, mientras que el de las ordenadas representa el precio asociado a dicha cantidad.

Esta interdependencia puede darse por factores como complementariedad de un determinado grupo de bienes y/o servicios, la sustitución entre los mismos, o simplemente por competitividad entre ellos, este tipo de análisis es extensible al marco de comercio internacional. Por ejemplo, Pynick (1995) trae a colación la rivalidad de Estados Unidos y Brasil en el mercado de la soya durante la década de los setentas, denotando que cambios en las políticas económicas y comerciales de un país repercutían directamente sobre el equilibrio económico del mismo, así como sobre el equilibrio de su contraparte dado el alto nivel de competencia de dichos Estados.

En este orden de ideas, estos modelos de equilibrio general son teóricamente válidos para analizar la relación entre el sector energético alterno, puntualmente biocombustibles, y el sector agrícola, dado que este tipo de combustibles utiliza como insumo lo que bien podría ser oferta de productos agrícolas, generando un vínculo de interdependencia notorio entre estos dos sectores económicos.

⁹ Este cambio puede ser medido a través de la elasticidad precio cruzada de la demanda, dicho indicador denota cuánto cambia la cantidad demanda del bien X ante un cambio en el precio del bien Y.

En general, los modelos de equilibrio económico son usados en varias áreas de la economía, gracias a la existencia de un conjunto de software denominados como modelos de equilibrio parcial o general computarizado. Este tipo de modelos, puntualmente los de equilibrio general son útiles, según el trabajo docente número siete (7) del departamento de la economía de la Universidad Nacional de la Plata, ya que: “capta las interrelaciones entre los distintos sectores de una economía por lo que permite analizar los efectos tanto directos como indirectos de un cambio exógeno de política. Esto lo convierte en una herramienta ideal para identificar ganadores y perdedores luego del cambio de política. En un análisis de equilibrio general se modela toda la economía mientras que en un análisis de equilibrio parcial se analiza sólo la situación de un mercado particular suponiendo constantes las condiciones en el resto de los mercados de la economía. Se trata de una representación en computadora de una economía compuesta por agentes económicos que se comportan de acuerdo con los principios de la optimización microeconómica.” Los modelos de equilibrio parcial computable, siguen la misma lógica, pero como se mencionó anteriormente, solo analizan el impacto de un cambio de determinada variable sobre el sector asociado a dicha variable.

Según los datos históricos del Banco Mundial, el nivel de precios de los bienes agrícolas aumentó notablemente durante el siglo XXI hasta llegar a un pico en el año 2008, con la consecuente generación de una crisis de precios internacional. El crecimiento de la industria de biocombustibles a nivel mundial es uno de los factores que posiblemente causaron, por lo menos de forma parcial¹⁰, dicha crisis. Esta relación, específicamente el impacto que tiene la producción de biocombustibles en la cantidad de productos agrícolas disponibles para el consumo humano, y por extensión sobre el nivel de precios de los mismos, puede ser analizado a través de modelos de equilibrio parcial computable, es decir, estudiando los impactos sobre este sector suponiendo constante todos los demás sectores. No obstante, el análisis puede ser extendido y pueden aplicarse modelos de equilibrio general. Dada la versatilidad y la diversidad de opciones que ofrece esta metodología se han escrito varios documentos que abordan la relación entre el sector agrícola y el energético a través de este tipo de herramientas.

En Patton, Binfield, Et. al (2012) se observa como a través de un sistema computarizado de análisis de equilibrio parcial FAPRI¹¹ se analiza los vínculos o la relación existente entre el

¹⁰ Se manejan varias hipótesis para explicar esta crisis, teóricamente está descrito como un fenómeno complejo, producto de la conjunción de varios factores en simultaneo.

¹¹ Es un sistema dinámico de análisis de equilibrio parcial, tiene en cuenta más de un producto, por ende analiza el impacto de un sector sobre la totalidad de otra parte de la economía. El acrónimo significa “Food and Agricultural Policy Research Institute”, denotando que el sistema usado fue desarrollado por dicha institución.

sector agrícola y el sector de los biocombustibles, tomando como espacio de estudio a la Unión Europea. El modelo incorpora únicamente biocombustibles líquidos de primera generación. Los cambios en la demanda de las materias primas para la producción de biocombustibles impactan sobre sus respectivos mercados de productos básicos. Un aumento en la demanda de cereales ejerce una presión al alza sobre los precios de los mismos, lo que aumenta el costo de manutención del ganado. La decisión de incrementar la producción de biocombustibles genera un mayor o menor impacto, dependiendo de que tanto crezca la agroindustria de biocombustibles, sobre todo el sector primario, ya que no solo encarece productos agrícolas base para la alimentación humana, sino que también genera presiones inflacionarias sobre productos que sirven para mantener distintos tipos de ganado, este aumento de los costos termina siendo luego transmitidos al consumidor, de manera tal que el precio del producto final sube.

Adicionalmente Carriquiry, Dong, Et. al (2010) analiza el impacto del crecimiento de la demanda de biocombustible sobre el uso de la tierra, por medio de la proyección de dos escenarios. El primero escenario plantea una situación en la cual aumenta la producción de biocombustibles en 1 millón de toneladas equivalentes¹². Esto necesitaría un aumento de la superficie cultivada de 366.000 hectáreas, un incremento del 0.039% del área total cultivada. En el segundo escenario el incremento es de la misma magnitud, pero referente al crecimiento de la producción de biodiesel y su equivalente en cultivo de oleaginosas, en dicho escenario, el espacio de cultivo de este tipo de bien agrícola aumenta en 352.000 toneladas. Se observa que dependiendo del crecimiento de ambos tipos de biocombustibles se generará una reconfiguración particular del uso de la tierra disponible. Dicha investigación se basa en un modelo CARD¹³. Este es un modelo se caracteriza por ser multi-producto, no espacial y de tipo parcial, este incluye sub-modelos econométricos y de simulación que abarcan los principales cultivos de clima templado, azúcar, etanol, productos lácteos y productos cárnicos de los principales países productores y consumidores, calibrado con base en los datos disponibles más recientes respecto a la fecha de publicación del documento, además captura las relaciones biológicas, técnicas y económicas existentes entre un producto en particular y las materias primas según lo descrito por los autores de la investigación. Según los resultados de las proyecciones, el aumento del consumo de etanol genera un aumento significativo de la demanda por trigo, generando presiones inflacionarias sobre dicho producto, en consecuencia el precio

¹² Es decir, el aumento de la producción de biocombustibles generó un aumento de 1 millón de toneladas de insumos, en este caso el uso de 1 millón de toneladas de trigo.

¹³ CARD es el acrónimo de "Center for Agricultural and Rural Development" denotando la institución de calibró y preparó el modelo usado en dicho documento.

internacional del trigo incrementa ligeramente, dada la influencia de la Unión Europea¹⁴ sobre la economía mundial. Si se incrementase la producción de biodiesel, se generaría un notable aumento de la demanda de oleaginosas por parte del sector energético, lo que llevaría a alzas en los precios de este grupo de bienes agrícolas.

No solo resulta interesante analizar el caso de la Unión Europea, también se debe analizar el caso tanto de los Estados Unidos como el de Brasil, ambos con sistemas y políticas de producción distintas. Nunez, Onal, Et. al (2011) afirma que Estados Unidos y Brasil son el primer y el segundo mayor productor de biocombustibles respectivamente, dicha producción va a tender a incrementar significativamente debido entre otros factores, al objetivo futuro de participación de los biocombustibles dentro del sector de combustibles en general. No solo se exige un crecimiento en la cantidad, sino que además gran parte de la producción futura debe ser de carácter avanzada, en el sentido de que reduzca aún más las emisiones de dióxido de carbono. Dicho crecimiento de la industria de biocombustibles, y su impacto sobre el sector agrícola es modelado a través de un sistema de equilibrio parcial y multi-producto. El modelo incluye once (11) principales productos cultivos producidos en los EE.UU, es decir, maíz, caña de azúcar, remolacha azucarera, soja, trigo, cebada, sorgo, avena, maní, algodón y arroz. Para Brasil, considera nueve cultivos, la caña de azúcar, soja, maíz, trigo, sorgo, yuca, frijoles, algodón y arroz. La principal conclusión que arroja es que dada la gran demanda futura por biocombustibles la tierra dedicada a esta actividad va a aumentar notoriamente, produciendo un desplazamiento de tierra de parte de la ganadería semi-intensificada hacia el sector de los biocombustibles, no obstante, en Brasil este desplazamiento sería menor en términos relativos, dado que aún cuenta con espacio geográfico para aumentar considerablemente su frontera de producción.

En Bown, Bekkerman, Et. al (2012) se observa un modelo de desplazamiento de equilibrio, cuyo propósito es analizar los efectos de cambios en las políticas asociadas al sector de biocombustibles sobre el mercado agrícola y sobre el mercado energético como tal, tomando como espacio de estudio a los Estados Unidos de América. Realiza una simulación sobre un escenario en el cual la cantidad de biocombustible por litro varía, por ejemplo, plantea una situación bastante plausible dada la política energética americana, aumentar la proporción a 15% para el 2015. Dicho incremento genera un aumento en la demanda por insumos de esta agroindustria, impactando sobre el mercado agrícola en su conjunto. Esto generaría una reorganización del uso de la tierra, en aras de beneficiar la producción de biocombustibles, a su vez esto afectaría y cuestionaría la política de seguridad alimentaria de los Estados Unidos. También se realiza una proyección en la cual

¹⁴ En comercio internacional, se considera como “país grande” a aquel capaz de influir sobre el precio internacional de un producto dado el gran tamaño de su oferta y/o demanda. En este orden de ideas, si se considera a la Unión Europea como un solo Estado, probablemente entraría en esta categoría

se desmonten los beneficios a los productores de este combustible, desmontando parcial o totalmente los subsidios que reciben, dicha medida generaría una reducción en la producción doméstica cercana a 19%. Es decir, se reduciría la oferta como consecuencia de la salida de las firmas menos eficientes. Claramente son las dos caras de la moneda, dos escenarios excluyentes, uno en que se ejecuta una política subsidiaria y que incentiva la producción de biocombustibles, en orden de cumplir con un parámetro obligatorio, y otro en el cual se desmontan los beneficios al productor, trayendo como consecuencia la imposibilidad de concretar un aumento en el uso de biocombustibles, y por extensión, una reducción en el nivel de emisiones del parque automotor norteamericano.

Las medidas tributarias y/o arancelarias no son el único medio de intervención del Estado sobre la agroindustria de biocombustibles, existen tales como los mandatos de obligatorio cumplimiento que exigen que un porcentaje determinado de un galón o unidad de medida de combustibles sea una fuente alterna. Con base en este tipo de medidas Banse, Junker, Et. al (2013) suponen dos escenarios, uno en el que se cumplen con proporciones exigidas a nivel gubernamental, por ejemplo que para el 2020 el diez por ciento de todo el diésel producido sea puntualmente biodiésel y otro en el que no existen este tipo de imposiciones. Dicho estudio se basa en dos tipos de modelos, combinando un modelo económico multisectorial (LEITAP¹⁵) con un modelo espacial de uso de la tierra (IMAGEN¹⁶). En ambos escenarios se observan presiones inflacionarias sobre el sector agrícola, adicionalmente se observa que ciertos países productores de biocombustibles dado su poco margen de crecimiento probablemente recurrirán a la importación de materia prima para dicha industria, lo que implica que el crecimiento esperado de la industria de los biocombustibles dada la intervención del Estado generará un desplazamiento de tierras desde aquellas cuyo fin es generar alimentos para el consumo humano y del ganado hacia aquellas cuyo objetivo es producir materia prima para la obtención de biocombustible, disminuyendo así la oferta disponible de productos agrícolas para el consumo y provocando alzas en el precio de los mismo.

No obstante cabe aclarar que si bien existe una clara relación, y por lo menos teóricamente existe una relación de causalidad entre el crecimiento de la demanda por biocombustibles y la inflación alimentaria, algunas de las proyecciones pueden estar sobrestimadas, es decir, el crecimiento de esta industria probablemente generará presiones inflacionarias sobre el sector agrícola pero posiblemente en menor magnitud que lo planteado en varios documentos, así es como Taheripour, Hertel, Et. al (2008) se plantea un modelo de

¹⁵ LEITAP es el acrónimo de “Landbouw Economisch Instituut Trade Analysis” Project, es un modelo es un modelo de equilibrio económico estático, de carácter multi-regional y multi-sectorial.

¹⁶ IMAGE es el acrónimo de “Integrated Mapping and Geographic Encoding”, es un modelo ampliamente usado en materia de distribución espacial, en aras de analizar aspectos relativos a distribución de tierras a nivel agrícola.

equilibrio general computable en el cual se tiene en cuenta algo que no es mencionado en parte de la bibliografía existente. Este elemento hace referencia a los subproductos que genera el proceso de obtención de biocombustibles líquidos, dichos residuos pueden ser usados en el sector ganadero, lo que no elimina pero por lo menos suaviza el impacto negativo sobre varios sectores económicos. Para dicha proyección utilizan un modelo GTAP¹⁷ modificado, debido a que agregan nuevos datos referentes a los subproductos ya mencionados.

En síntesis, los modelos de equilibrio general y parcial, y su representación a través de varios tipos de software, permiten realizar simulaciones y estimación de escenarios y situaciones futuras a partir de datos históricos y de la teoría microeconómica moderna. Estos en general convergen en un mismo punto, el crecimiento de la demanda de biocombustibles, debido a mandatos gubernamentales de obligatorio cumplimiento, acentuarán la rivalidad entre el consumo y el sector energético, la oferta de bienes agrícolas de consumo se verá afectada, y en consecuencia se generará un aumento sostenido en el nivel de precios de los productos de este tipo, dadas las características productivas y tecnológicas actuales.

5.2.2. Análisis de causalidad estadística de Granger y Vectores Autorregresivos

La relación entre biocombustibles y agflación, y en general la relación entre el sector energético y el sector agropecuario también puede también ser analizada mediante un análisis de causalidad por medio de la prueba de Granger¹⁸ y mediante modelos de Vectores Autorregresivos, VAR. Es así como Sanders, Balagtas Et. al (2011) analiza la relación existente entre el gran crecimiento de la producción de aceite de palma y el consumo de biocombustibles, afirmando que este último es sospechoso de generar el gran aumento en la producción de aceite de palma, principalmente en Malasia e Indonesia, dos de los principales productores mundiales del producto, no obstante los resultados que obtiene son un tanto ambiguos, concluyendo que si bien los biocombustibles podrían ser la causa, es un problema de carácter multidimensional. Adicionalmente, Power y Vedenov (2009) analizan

¹⁷ El modelo GTAP (Global Trade Analysis Project) es un modelo computable de equilibrio general, usado principalmente para analizar consecuencias sobre el comercio internacional de un cambio determinado. Es un modelo usado para análisis globales y se fundamenta en una amplia base de datos que permiten hacer simulaciones de diferentes escenarios.

¹⁸ Las características y especificaciones técnicas de este tipo de pruebas se encuentran desarrolladas en el Marco Metodológico.

la relación entre los precios del sector energético y los del sector agrícola¹⁹, afirmando que ambos han experimentado sendos incrementos entre 2006 y 2008, dicho incremento no puede explicarse a través de escasez de factores productivos, ya que la evidencia empírica no lo sugiere, más bien se debe a factores de demanda, señalando la influencia que ha ejercido la creciente demanda por ciertos productos agrícolas de India y China. Aplica una metodología VAR²⁰ en conjunción con análisis de causalidad y concluye que la relación existente entre las variables estudiadas no es tan obvia como se cree, confirmando que no estamos ante un hecho plano, más bien estamos frente a un complejo fenómeno de carácter multidimensional. Así mismo, Saghalian (2010) también realiza un estudio para analizar la interconexión existente entre el sector energético y el agrícola. Sin embargo, los resultados de las pruebas de causalidad de Granger indican que no existe una relación de este tipo entre los precios del crudo y el precio del maíz, la soja y trigo. No obstante al plantear las relaciones individuales entre todo el espectro de bienes analizados obtiene que existe una clara correlación, aunque la causalidad no es estadísticamente clara en varios casos, con base en las estadísticas analizadas.

Finalmente, en Bastianin y Galeotti (2013) se realiza un análisis de la relación entre precio del etanol, bienes agrícolas y ganado de Nebraska, Estados Unidos, a través de un análisis de causalidad basado en la prueba de Granger. Adicionalmente analiza rigurosamente la relación entre las variables, es decir, si estas presentan una relación de largo plazo o una relación espuria. Si bien este documento concluye que la evidencia estadística no muestra una relación de causalidad afirma con base en documentos del Banco Mundial que el alza en el nivel de precios internacional de bienes agrícolas entre el 2002 y el 2008 es un fenómeno influenciado por varias variables, una de ellas es el crecimiento de la industria de biocombustibles, el cual ha jugado un papel protagónico sobre dicho proceso inflacionario. Es decir, si bien algunos documentos no encuentran evidencia estadística para afirmar que exista causalidad, la relación teórica y empírica entre el crecimiento de dicho subsector energético y el nivel de precios de bienes agrícolas es prácticamente innegable, dada la fuerte demanda que existe por combustibles alternos amigables con el medio ambiente.

En la literatura se sugiere que la inflación alimentaria es un fenómeno polifacético, que es influenciado por varios factores, siendo uno de ellos el crecimiento de la industria de biocombustibles, así mismo se espera que dada las exigencias ambientales de varios gobiernos, la producción de este carburante aumente notablemente y con ello la agflación, lo que no está del todo claro es que tan fuerte es y será dicha relación.

¹⁹ Puntualmente las materias primas de los combustibles alternos.

²⁰ Vectores autorregresivos, una metodología econométrica bastante usada para estudio de series de tiempo. Cabe añadir que en teoría la prueba de causalidad de Granger es un modelo VAR expresado en su forma reducida.

5.2.3. Inflación alimentaria, una breve revisión del caso colombiano

Como se mencionó anteriormente, la inflación alimentaria es un fenómeno complejo, producto de la conjunción de varios factores, tanto de demanda como de oferta. En cuanto al caso colombiano se refiere, Esguerra (2008) destaca factores de demanda como: El gran aumento de las ventas de alimentos a Venezuela, la aceleración de la demanda interna, el crecimiento de los precios internacionales de productos transformables en biocombustibles. En cuanto a la oferta, la presencia del fenómeno de El Niño y otros efectos climatológicos crearon presiones inflacionarias. Cabe resaltar que el análisis realizado en dicho documento se enfoca principalmente en los primeros años del siglo XX, puntualmente hasta el año 2008.

Es necesario subrayar la influencia de los precios internacionales de ciertos productos agrícolas sobre el sector primario, ya que dada la importancia de las exportaciones de bienes primarios para la economía nacional, cualquier cambio en dicho nivel mundial de precios genera un impacto positivo o negativo sobre el sector agrícola, sobre la relación de términos de intercambio y sobre la economía en su conjunto. Este tipo de análisis se evidencia en Caño, Vallejo y Caicedo (20012) aplica modelos de Vectores Autoregresivos (VAR), “usando como estrategia de identificación la descomposición de Cholesky. De esta manera se examinan, a través del análisis impulso-respuesta, los efectos de los choques del precio se internacional del café sobre el PIB, la inversión, el consumo de los hogares y el gasto del gobierno con el objetivo de analizar el efecto de cambios en los precios internacionales del café sobre los principales componentes de la demanda agregada se aplicaron tres modelos VAR, el primero incluye la inversión, el segundo incorpora el gasto público, y el tercero recoge el consumo de los hogares.” Según el autor, esto permite identificar el canal de la demanda agregada mediante el cual los choques de precios de los “commodities” afectan el PIB, más allá del efecto directo por exportaciones. Los ejercicios econométricos evidenciaron que el impacto sobre las variables macroeconómicas tiende a ser mayor en el caso del café, en comparación con los impactos económicos generados por el sector minero. Mediante la descomposición de varianza del error de pronóstico, se evidenció que el consumo de los hogares es el medio a través del cual las variaciones de los precios internacionales del café suave colombiano pueden explicar un mayor porcentaje la existencia de ciclos económicos y el consecuente impacto sobre la economía en su conjunto.

Adicionalmente Esguerra (2008) resalta la influencia del comercio internacional, debido a que dado el crecimiento en el nivel de precios internacional de la materia prima del sector de biocombustibles, se importaron cultivos cuyos precios subieron considerablemente, productos base de la canasta familiar nacional tales como el trigo y maíz amarillo, los cuales son altamente importados, estos sufrieron fuertes cambios en su nivel internacional

de precios, lo que generó presiones sobre el nivel de precios de varios productos en simultaneo, es decir, en parte la inflación nacional del sector agrícola es explicada por la previa inflación internacional de dicho sector a nivel mundial, por ello en algunos casos se recomendó reducir aranceles en aras de suavizar estas alzas de los precios externos de bienes agrícolas.

Según dicho documento del Banco de la República, se recomendó reconsiderar la tasa arancelaria de diferentes productos, en aras de suavizar los efectos del precio internacional, puntualmente para alimentos como la carne bovina, carne de pollo y leche en polvo, los cuales explicaron en gran medida parte de la aceleración de la inflación en los últimos meses. En cuanto al trigo, el maíz, aceites vegetales, entre otros no se hace ninguna recomendación dado que el nivel arancelario es cercano a cero, debido al gran crecimiento del precio internacional de dichos productos, como consecuencia del auge y expansión a nivel mundial de la agroindustria de biocombustibles. Otros productos tales como las frutas, legumbres y hortalizas también explicaron parte de la aceleración de la inflación.

Como se mencionó anteriormente, se debe distinguir dos tipos de presiones inflacionarias distintas, una es la producida como resultado de la interacción entre oferta y demanda a nivel nacional, el otro proceso es el resultado de la importación de bienes agrícolas, cuyo precio internacional está sujeto a cambios consecuentes con la relación entre oferta y demanda internacional. Hecha esta salvedad, y con base en Esguerra (2008) puede afirmarse que los bienes protagonistas en este proceso inflacionarios son:

Maíz

Según Esguerra (2008) el maíz amarillo fue un factor relevante dentro del proceso de agflación, así como sus derivados, tales como harina precocida de maíz y la fécula de maíz. Esto se debió, entre otras cosas, al estímulo de la producción de biocombustibles por parte de varios Estados. Gracias a esta política los precios internacionales de este bien crecieron significativamente en el mercado mundial. No obstante cabe aclarar que el maíz se clasifica en maíz blanco o amarillo, el primero es el que se destina para el consumo humano, mientras que el segundo se usa para alimentar y sostener el ganado, principalmente en el sector avícola. Ambos tipos de maíz se producen nacionalmente, sin embargo, el maíz amarillo es el tipo de producto que Colombia importa, estando expuesto el precio del mismo a presiones inflacionarias externas. Dada esta situación se optó por desmontar el arancel del maíz amarillo en aras de suavizar el incremento del precio internacional de este producto, tomando como período de análisis el comprendido entre el año 2003 y el año 2008. Este producto se considera clave en el fenómeno agflacionario debido a que gran parte del maíz que se consume a nivel nacional es importado, luego el maíz es un fuerte vínculo entre la inflación alimentaria internacional y la nacional.

Precio internacional en dólares del maíz amarillo de origen norteamericano

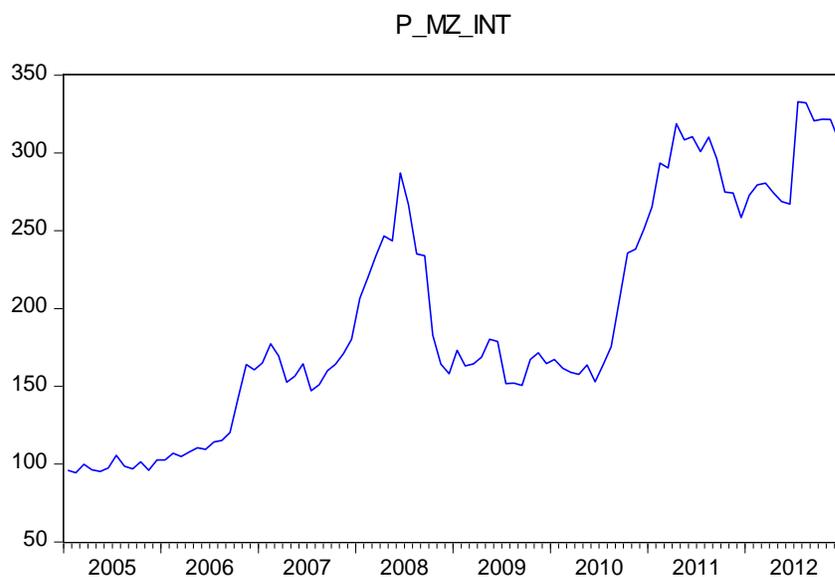


Figura número cuatro

Fuente: Cálculos propios con base en datos del DANE. El eje de las abscisas representa períodos temporales y el de las ordenadas el precio en dólares americanos asociado a cada punto en el tiempo.

La anterior gráfica muestra la existencia de notables picos entre los años 2007-2008 y 2010-2011. Lo cual en parte está explicado por la crisis internacional de precios de los alimentos 2007-2008 y una réplica de la misma en el período 2010-2011 2008 según informes y el contenido de la página web del Banco Mundial.

Arroz

Este producto alcanzó niveles de inflación de 14% hacia el año 2007. Fue una de las causas de la elevada inflación del período 2007-2008²¹ del sector agrícola. En cuanto al arancel impuesto a la importación de arroz Esguerra (2008) afirma “El arroz tiene un arancel del 20% y hasta el año 2002 se aplicaba una franja de precios que podía generar sobrearancel o

²¹ Es una inflación elevada en términos relativos, es decir, si bien es mayor que la de otros sectores económicos, Colombia no ha padecido una inflación alimentaria fuertemente elevada en términos absolutos.

rebaja arancelaria. Sin embargo, al igual que otros productos, en ese año se decidió suspender la aplicación de la franja y poner un arancel fijo del 80%. Es un nivel arancelario alto para la estructura arancelaria vigente. La justificación que se utilizó para adoptar esta medida fue que de todas maneras el arroz había estado sujeto a la aplicación de múltiples salvaguardias que reclamaba el sector productor para defenderse de las importaciones de bajo costo provenientes de países asiáticos. Con este arancel se consolidó la situación real de la protección del producto con el arancel y la salvaguardia.” No obstante este producto prácticamente no es comercializado internacional, lo que sugiere que la influencia del contexto internacional fue casi nula, de lo que se deduce que este incremento en el nivel de precio fue generado por aspectos de oferta y demanda nacional. Dicho análisis toma como espacio temporal el período 1989-2007. En adición, La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2012) afirma que las olas invernales de los años 2010 y 2011 ejercieron una fuerte influencia sobre el nivel de precios de dichos productos. Dicho producto es considerado relevante dentro de la inflación alimentaria colombiana, no sólo por las altas tasas de inflación que alcanzó para el año 2007, sino también por la importancia del mismo sobre el comercio internacional, así como por el efecto que sobre él ejercen las olas invernales.

Aceites vegetales

Fue un producto que presentó incrementos superiores al 10% en el período 1989-2007 en cuanto a su precio se refiere. Dicho bien tiene una relativa estabilidad y equilibrio en la balanza comercial. Está sometido al comercio exterior, lo que lo sujeta a cambios en el precio internacional del mismo, no obstante, este producto también es producido de manera interna, de lo cual se puede inferir que la inflación que afecta a los aceites vegetales fue una respuesta a la agflación internacional, pero también fue consecuencia de presiones inflacionarias internas.

En el contexto internacional, el aceite de palma vio un incremento de su demanda tanto por la política de biocombustibles seguida por Estados Unidos, como por el crecimiento del consumo de la China y la India. En cuanto al mercado interno el aceite de palma se vio afectado por la demanda adicional que generaron las medidas del Gobierno para estimular la utilización de biocombustibles.

Precio nacional de aceite de girasol

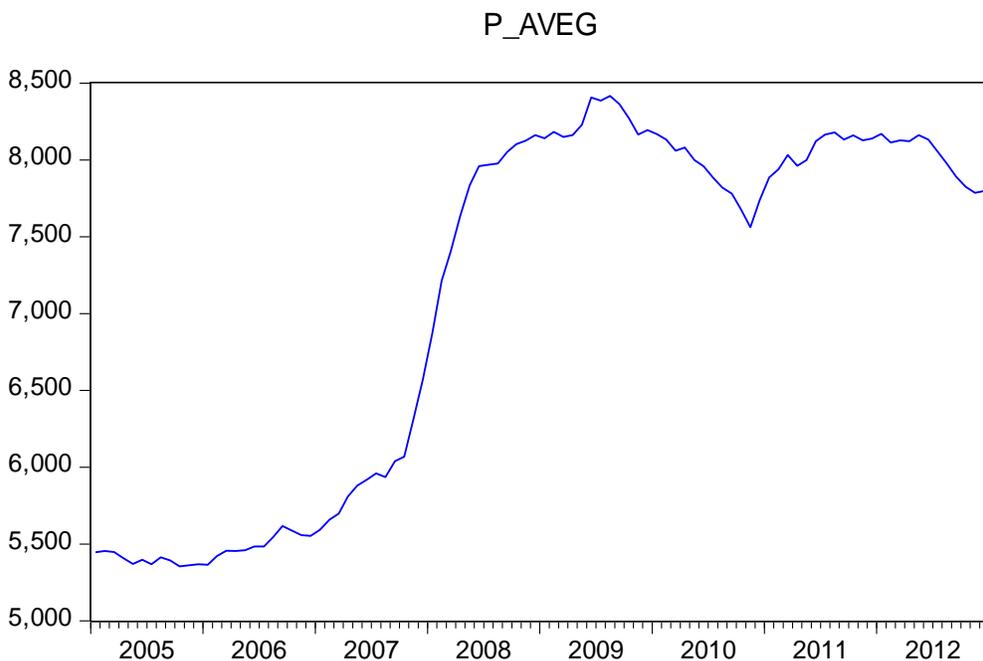


Figura número cinco

Fuente: Cálculos propios con base en datos del DANE. El eje de las abscisas representa períodos temporales y el de las ordenadas el precio en pesos colombianos asociado a cada punto en el tiempo.

Adicionalmente se observa en la gráfica anterior que durante el período 2008-2012 el precio nacional de estos productos tuvo un comportamiento ciertamente estable. Se incluye como variable relevante dado el vínculo cercano que guarda la misma con la producción nacional de biodiesel, parte esencial de la agroindustria nacional de biocombustibles. Sin mencionar el hecho que la inflación alcanzada por este tipo de productos fue considerablemente alta, puntualmente el período 2007-2008.

Trigo y sus subproductos

El trigo, principalmente subproductos tales como pan y galletas, sufrió aumentos considerables en el precio de dichos bienes. Dicho producto es altamente importado, luego un choque en el precio internacional del trigo influye directamente sobre el IPC de alimentos a nivel nacional.

Precio internacional en dólares del trigo de origen norteamericano

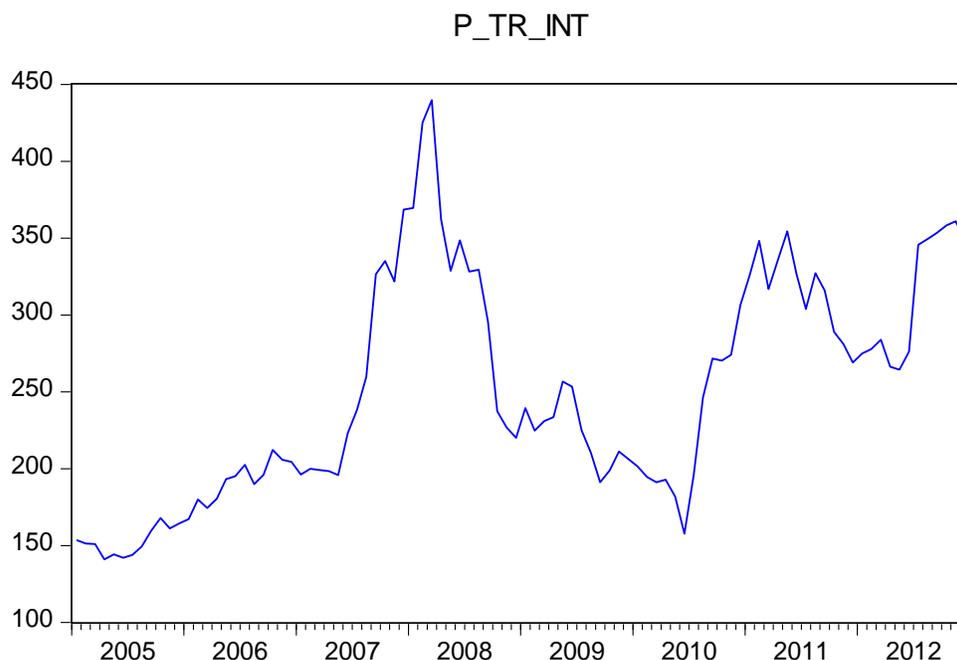


Figura número seis

Fuente: Cálculos propios con base en datos del DANE. El eje de las abscisas representa períodos temporales y el de las ordenadas el precio en dólares americanos asociado a cada punto en el tiempo.

La gráfica anterior muestra un enorme pico en el período 2007-2008. Esto se debe entre otros factores, al impacto que tuvo sobre este y varios productos la crisis internacional de precios de alimentos 2007-2008 según informes y el contenido de la página web del Banco Mundial. Se observa una segunda tendencia alcista entre 2010 y 2011. Resulta ser protagonista del fenómeno agflacionario nacional, dado que gran parte del consumo nacional es importado, dicha significancia en términos empíricos se corresponde con los picos alcanzados en cuanto a inflación alimentaria nacional se refiere en el período 2007-2008, cuando el mundo se encontraba inmerso en una fuerte crisis alimentaria a nivel internacional.

Carne

En relación a la evolución del precio de dicho producto Esguerra (2008) afirma “Colombia se había beneficiado de la fase de liquidación del hato ganadero, la cual evitó mayores alzas

en el precio de la carne en la actual coyuntura de gran expansión de las exportaciones a Venezuela. Sin embargo, es probable que se haya iniciado ya otra fase del ciclo ganadero, lo que, junto con el fuerte incremento de exportaciones de carne a Venezuela durante el primer trimestre de 2007, pueden ser las causas del repunte del precio de la carne que pasó de crecer 6.3% en diciembre de 2006 a 10.5% en marzo de 2007.” Esta tendencia es diferente a la que presentó la carne de cerdo, cuyo precio tuvo incrementos ligeros y la de la carne de pollo, cuya inflación se presume que en parte fue consecuencia del incremento en el precio del maíz amarillo. El nivel de importaciones de productos cárnicos es relativamente bajo, luego los efectos inflacionarios externos no fueron responsables por el incremento en el precio nacional de productos de este tipo. Sin embargo, el crecimiento del nivel de carne bovina exportada a Venezuela jugó un papel preponderante en la inflación de dicho sector. Dicho análisis se realizó con base en las cifras del período 1994-2007. Adicionalmente La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2012) afirma que las oleadas invernales del 2010 y 2011 afectaron la producción de productos cárnicos, y por ende generaron fuertes presiones inflacionarias. Se incluye como variable relevante debido al gran volumen de productos de esta índole que anualmente es comercializado con países vecinos como Venezuela, así mismo es una variable afectada tanto por fenómenos agflacionarios externos vía insumos, así como por factores nacionales, tales como olas invernales.

Leche y productos lácteos

Fue uno de los principales protagonistas en el proceso de agflación nacional, la importación de este tipo de productos es relativamente baja, la cual ocurre esporádicamente cuando se presentan niveles bajos de producción debidos a fenómenos climatológicos. Se presume que dichos eventos naturales incidieron fuertemente en el aumento del precio de estos productos. Así mismo, La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2012) sostiene que fenómenos invernales afectaron seriamente la producción nacional de este tipo de productos, lo que redundó en fuertes alzas en el nivel de precios. Resulta ser una variable clave para analizar la inflación alimentaria nacional ya que dicho elemento es afectado tanto por fenómenos agflacionarios externos vía insumos, así como por factores nacionales, tales como olas invernales.

Precio nacional de leche larga vida

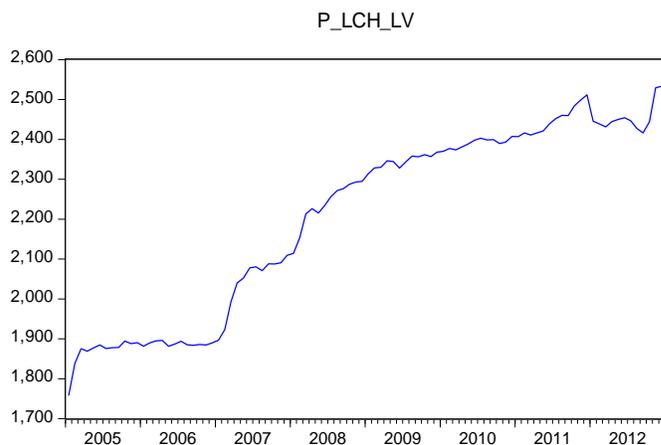


Figura número siete

Fuente: Cálculos propios con base en datos del DANE. El eje de las abscisas representa períodos temporales y el de las ordenadas el precio en pesos colombianos asociado a cada punto en el tiempo.

Frutas, legumbres y hortalizas

Otro grupo que tuvo una contribución significativa a la inflación de los alimentos en los últimos meses es el de las frutas y hortalizas. Productos como el tomate, cebolla, frutas y hortalizas frescas ocupan los primeros lugares en la aceleración de la inflación. Este comportamiento está principalmente relacionado con problemas climáticos²², principalmente oleadas invernales tales como las vividas en los años 2010 y 2011. Presenta una balanza comercial deficitaria, las principales importaciones son productos frescos de países vecinos, tales como Ecuador. En general, este grupo de variables son pieza clave para determinar que tanto influye o no el aspecto climático dentro de la inflación alimentaria nacional, dado que sus precios tienden a reaccionar fuertemente cuando su oferta se ve deteriorada debido a olas invernales.

²² Factores como el fenómeno del Niño y de la Niña, los cuales afectan seriamente al aparato productor de este sector.

Precio nacional del tomate

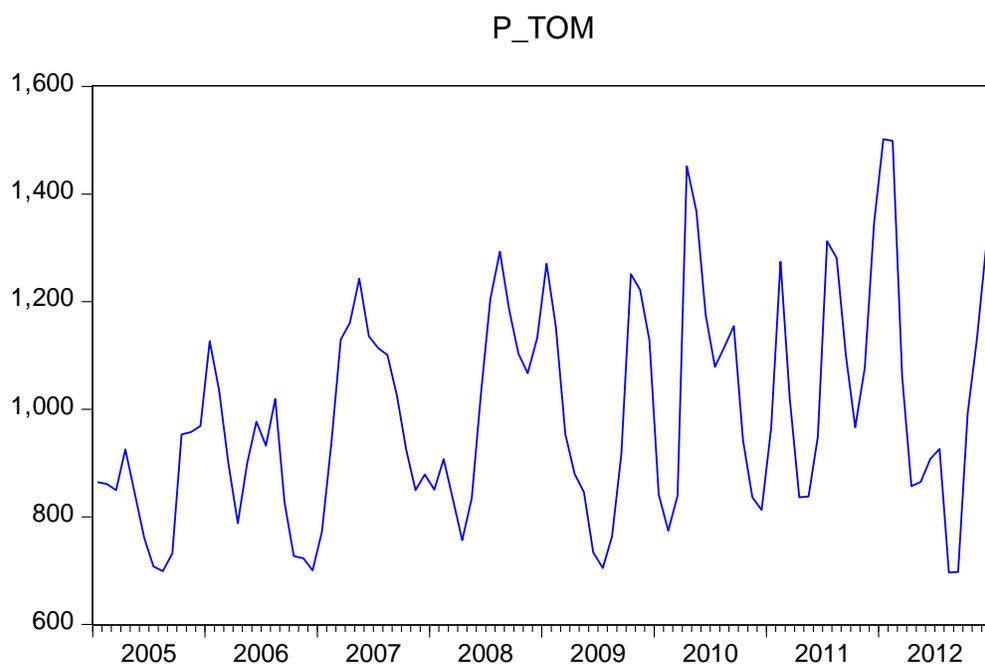


Figura número ocho

Fuente: Cálculos propios con base en datos del DANE. El eje de las abscisas representa períodos temporales y el de las ordenadas el precio en pesos colombianos asociado a cada punto en el tiempo.

Gráficas como la anterior dan cuenta de la alta volatilidad en el nivel de precio de este tipo de productos, se observa como dicha inestabilidad se agudiza aún más en los años 2010 y 2011, consecuencia de las fuertes oleadas invernales que tomaron lugar en este período.

En síntesis, el fenómeno de agflación nacional ha sido causado por una amplia gama de productos, algunos de los cuales están directa o indirectamente relacionados con el sector de biocombustibles nacional, sin embargo, independientemente de la existencia o no de una relación causalidad entre biocombustibles e inflación alimentaria, no se puede ignorar la existencia de otros factores ajenos a la industria de biocombustibles, los cuales resultan ser decisivos y fuertemente influyentes sobre el nivel de precios de los productos agrícolas.

5.3. MARCO METODOLÓGICO

La presente investigación se base en un modelo de Vectores Autorregresivos VAR y en un análisis de causalidad de Granger debido a que este modelo permite realizar un análisis de la dinámica existente entre un determinado grupo de variables, así como del impacto de los rezagos de la variable dependiente sobre ella misma, no parte de ningún supuesto previo, de ninguna conclusión a priori, por lo que se limita a observar cómo interactúan entre si las variables. Son ecuaciones relativamente sencillas de calcular y permiten analizar análisis predictivos con base en una determinada muestra estadística, a través de la función Impulso-Respuesta, cuyo objetivo es analizar el impacto que tendría un choque de una variable independiente sobre la dependiente. Adicionalmente, de esta metodología se deriva el análisis de causalidad de Granger, el cual permite concluir bajo cierto nivel de significancia, si un par de variables guardan o no entre si una relación de causalidad estadística, es decir, si una variable puede o no ser predicha con base en otra, lo cual en términos empíricos permite analizar qué tan fuerte es la relación existente entre dos fenómenos.²³

Adicionalmente, se analizó la posibilidad de uso de un modelo de equilibrio económico computable como metodología principal, lo cual no se realizó debido, entre otros factores, a que según la Dra. Irma Báquero, tutora y mentora de la presente investigación, esta metodología tiende en ocasiones a arrojar soluciones de esquina, así mismo tiende a dar en algunas ocasiones resultados abultados que no se corresponden satisfactoriamente con la evidencia empírica. Por lo que se define la metodología VAR como base principal para el desarrollo y conclusión de la presente investigación.

El modelo de Vectores Autorregresivos VAR es un modelo de ecuaciones simultáneas, el cual a priori, no supone cuales variables son exógenas y cuales son endógenas, es denominado autorregresivo porque en cada ecuación se incluyen un número determinado de rezagos de cada variables, al igual que con el análisis de causalidad de Granger (de hecho, el análisis de causalidad de Granger puede considerarse como la forma reducida de un modelo VAR de dos ecuaciones).

²³ Notas de clase. Econometría II (2012-II). Jorge Espitia.

Estimación

En Gujarati y Porter (2010) se muestra un ejemplo claro en el fin de ilustrar como es el proceso de estimación de este tipo de modelos. Las variables planteadas en esta situación son la cantidad de dinero y la tasa de interés en Canadá. Las ecuaciones planteadas son:²⁴

$$M_{1t} = \alpha + \sum_{j=1}^k \beta_j M_{t-j} + \sum_{j=1}^k \gamma_j R_{t-j} + u_{1t}$$
$$R_t = \alpha' + \sum_{j=1}^k \theta_j M_{t-j} + \sum_{j=1}^k \gamma_j R_{t-j} + u_{2t}$$

Fuente: GUJARATI, Damodar y PORTER, Dawn (2010). “Econometría”. Editorial McGraw-Hill. Página 785

Donde:

M: Es la cantidad de dinero en el tiempo t

R: Es la tasa de interés en el tiempo t

U: Es el vector de errores o perturbaciones en el período t. Conocido también en el lenguaje VAR como pulsos innovaciones y choques.

Uno de los elementos previos más importantes al establecimiento del modelo es la decisión de cantos rezagos incluir, con lo que se debe ser sumamente cuidadoso dado que entre mayor sea el número de rezagos, mayor será la pérdida de información, además pueden llegar a presentarse problemas de multicolinealidad, no obstante, una cantidad muy pequeña de dichos rezagos, puede generar problemas de especificación. Para dicha decisión existen varias herramientas que permiten seleccionar una cantidad adecuada de retrasos temporales, entre ellas están los criterios de información de Akaike y Schwarz.

Como se realiza una estimación por MCO (Mínimos Cuadrados Ordinarios), los coeficientes se interpretan de la misma manera que una ecuación lineal, así mismo se pueden realizar pruebas de significancia individual y conjunta para cada ecuación. Para analizar que tanto se ajustan las variables independientes a las dependientes, no solo se

²⁴ La presencia o no de otras variables contemporáneas a la dependiente determina si se está manejándola forma estructural o la forma reducida del modelo. Todas las ecuaciones del modelo se tratan a través del método de mínimos cuadrados ordinarios.

observan indicadores tales como el R cuadrado y el R cuadrado ajustado, sino que también se tienen en cuenta varios criterios de información en dichos análisis.

Luego de haber sido realizadas pruebas de estacionariedad, cointegración y determinación del número de rezagos, se plantean el siguiente tipo de ecuaciones en la presente investigación, siendo este un sistema de ecuaciones de siete ecuaciones y siete variables.²⁵

$$(1) \quad IPC(t) = C + \alpha(1) * IPC(t - 1) + \alpha(2) * IPC(t - 2) \dots + \alpha(p) * IPC(t - p) + \beta * Qb(t) + \beta(1) * Qb(t - 1) + \beta(2) * Qb(t - 2) \dots + \beta(p) * Qb(t - p) + \sigma * Pw(t) + \sigma(1) * Pw(t - 1) + \sigma(2) * Pw(t - 2) \dots + \sigma(p) * Pw(t - p) + \partial * Pc(t) + \partial(1) * Pc(t - 1) + \partial(2) * Pc(t - 2) \dots + \partial(p) * Pc(t - p) + \theta * Pa(t) + \theta(1) * Pa(t - 1) + \theta(2) * Pa(t - 2) \dots + \theta(p) * Pa(t - p) + \omega * Pl(t) + \omega(1) * Pl(t - 1) + \omega(2) * Pl(t - 2) + \omega(p) * Pl(t - p) + \varphi * Pz(t) + \varphi(1) * Pz(t - 1) + \varphi(2) * Pz(t - 2) + \dots \varphi(t) * Pz(t - p) + \mu(t)$$

$$(2) \quad Qb(t) = C + \beta(1) * Qb(t - 1) + \beta(2) * Qb(t - 2) \dots + \beta(p) * Qb(t - p) + \alpha * IPC(t) + \alpha(1) * IPC(t - 1) + \alpha(2) * IPC(t - 2) \dots + \alpha(p) * IPC(t - p) + \sigma * Pw(t) + \sigma(1) * Pw(t - 1) + \sigma(2) * Pw(t - 2) \dots + \sigma(p) * Pw(t - p) + \partial * Pc(t) + \partial(1) * Pc(t - 1) + \partial(2) * Pc(t - 2) \dots + \partial(p) * Pc(t - p) + \theta * Pa(t) + \theta(1) * Pa(t - 1) + \theta(2) * Pa(t - 2) \dots + \theta(p) * Pa(t - p) + \omega * Pl(t) + \omega(1) * Pl(t - 1) + \omega(2) * Pl(t - 2) + \omega(p) * Pl(t - p) + \varphi * Pz(t) + \varphi(1) * Pz(t - 1) + \varphi(2) * Pz(t - 2) + \dots \varphi(t) * Pz(t - p) + \mu(t)$$

$$(3) \quad Pw(t) = C + \sigma(1) * Pw(t - 1) + \sigma(2) * Pw(t - 2) \dots + \sigma(p) * Pw(t - p) + \alpha * IPC(t) + \alpha(1) * IPC(t - 1) + \alpha(2) * IPC(t - 2) \dots + \alpha(p) * IPC(t - p) + \beta * Qb(t) + \beta(1) * Qb(t - 1) + \beta(2) * Qb(t - 2) \dots + \beta(p) * Qb(t - p) + \partial * Pc(t) + \partial(1) * Pc(t - 1) + \partial(2) * Pc(t - 2) \dots + \partial(p) * Pc(t - p) + \theta * Pa(t) + \theta(1) * Pa(t - 1) + \theta(2) * Pa(t - 2) \dots + \theta(p) * Pa(t - p) + \omega * Pl(t) + \omega(1) * Pl(t - 1) + \omega(2) * Pl(t - 2) + \omega(p) * Pl(t - p) + \varphi * Pz(t) + \varphi(1) * Pz(t - 1) + \varphi(2) * Pz(t - 2) + \dots \varphi(t) * Pz(t - p) + \mu(t)$$

$$(4) \quad Pc(t) = C + \partial(1) * Pc(t - 1) + \partial(2) * Pc(t - 2) \dots + \partial(p) * Pc(t - p) + \alpha * IPC(t) + \alpha(1) * IPC(t - 1) + \alpha(2) * IPC(t - 2) \dots + \alpha(p) * IPC(t - p) + \beta * Qb(t) + \beta(1) * Qb(t - 1) + \beta(2) * Qb(t - 2) \dots + \beta(p) * Qb(t - p) + \sigma * Pw(t) + \sigma(1) * Pw(t - 1) + \sigma(2) * Pw(t - 2) \dots + \sigma(p) * Pw(t - p) + \theta * Pa(t) + \theta(1) * Pa(t - 1) + \theta(2) * Pa(t - 2) \dots + \theta(p) * Pa(t - p) + \omega * Pl(t) + \omega(1) * Pl(t - 1) + \omega(2) * Pl(t - 2) + \omega(p) * Pl(t - p) + \varphi * Pz(t) + \varphi(1) * Pz(t - 1) + \varphi(2) * Pz(t - 2) + \dots \varphi(t) * Pz(t - p) + \mu(t)$$

$$(5) \quad Pa(t) = C + \theta(1) * Pa(t - 1) + \theta(2) * Pa(t - 2) \dots + \theta(p) * Pa(t - p) + \alpha * IPC(t) + \alpha(1) * IPC(t - 1) + \alpha(2) * IPC(t - 2) \dots + \alpha(p) * IPC(t - p) + \beta * Qb(t) + \beta(1) * Qb(t - 1) + \beta(2) * Qb(t - 2) \dots + \beta(p) * Qb(t - p) + \sigma * Pw(t) + \sigma(1) * Pw(t - 1) + \sigma(2) * Pw(t - 2) \dots + \sigma(p) * Pw(t - p) + \partial * Pc(t) + \partial(1) * Pc(t - 1) + \partial(2) * Pc(t - 2) \dots + \partial(p) * Pc(t - p) + \theta * Pa(t) + \theta(1) * Pa(t - 1) + \theta(2) * Pa(t - 2) \dots + \theta(p) *$$

²⁵ Esta es la forma estructural del modelo, es decir aquella en la que se incluyen elementos temporales a la variable dependiente.

$$Pa(t-p) + \omega * Pl(t) + \omega(1) * Pl(t-1) + \omega(2) * Pl(t-2) + \omega(p) * Pl(t-p) + \varphi * Pz(t) + \varphi(1) * Pz(t-1) + \varphi(2) * Pz(t-2) + \dots \varphi(t) * Pz(t-p) + \mu(t)$$

$$(6) \quad Pl(t) = C + \omega(1) * Pl(t-1) + \omega(2) * Pl(t-2) + \omega(p) * Pl(t-p) + \alpha * IPC(t) + \alpha(1) * IPC(t-1) + \alpha(2) * IPC(t-2) \dots + \alpha(p) * IPC(t-p) + \beta * Qb(t) + \beta(1) * Qb(t-1) + \beta(2) * Qb(t-2) \dots + \beta(p) * Qb(t-p) + \sigma * Pw(t) + \sigma(1) * Pw(t-1) + \sigma(2) * Pw(t-2) \dots + \sigma(p) * Pw(t-p) + \partial * Pc(t) + \partial(1) * Pc(t-1) + \partial(2) * Pc(t-2) \dots + \partial(p) * Pc(t-p) + \theta * Pa(t) + \theta(1) * Pa(t-1) + \theta(2) * Pa(t-2) \dots + \theta(p) * Pa(t-p) + \varphi * Pz(t) + \varphi(1) * Pz(t-1) + \varphi(2) * Pz(t-2) + \dots \varphi(t) * Pz(t-p) + \mu(t)$$

$$(7) \quad Pz(t) = C + \varphi(1) * Pz(t-1) + \varphi(2) * Pz(t-2) + \dots \varphi(t) * Pz(t-p) + \alpha * IPC(t) + \alpha(1) * IPC(t-1) + \alpha(2) * IPC(t-2) \dots + \alpha(p) * IPC(t-p) + \beta * Qb(t) + \beta(1) * Qb(t-1) + \beta(2) * Qb(t-2) \dots + \beta(p) * Qb(t-p) + \sigma * Pw(t) + \sigma(1) * Pw(t-1) + \sigma(2) * Pw(t-2) \dots + \sigma(p) * Pw(t-p) + \partial * Pc(t) + \partial(1) * Pc(t-1) + \partial(2) * Pc(t-2) \dots + \partial(p) * Pc(t-p) + \theta * Pa(t) + \theta(1) * Pa(t-1) + \theta(2) * Pa(t-2) \dots + \theta(p) * Pa(t-p) + \omega * Pl(t) + \omega(1) * Pl(t-1) + \omega(2) * Pl(t-2) + \omega(p) * Pl(t-p) + \mu(t)$$

Donde (p) es el número de rezagos previamente establecidos.

C es el intercepto de cada ecuación.

IPC(t) es el IPC de los alimentos, mensual para el período t.

Qb(t) es la tasa de cambio mensual de la producción en miles de litros de alcohol carburante para el período t.

Pw(t) es la tasa de cambio mensual del precio internacional en dólares del trigo de origen americano para el período t.

Pc(t) es la tasa de cambio mensual del precio internacional en dólares del maíz amarillo de origen americano para el período t.

Pa(t) es la tasa de cambio mensual del precio en pesos colombianos del aceite de soya consumido en Colombia para el período t.

Pl(t) es la tasa de cambio mensual del precio en pesos colombianos de la leche larga vida consumida en Colombia para el período t.

Pz(t) es la tasa de cambio mensual del precio en pesos colombianos del azúcar morena o natural consumida en Colombia para el período t.

$\mu(t)$ es el vector de perturbaciones o variables no incluidas dentro del modelo para el periodo t.

Adicionalmente cabe resaltar que el precio internacional del maíz amarillo y trigo importado representan la inflación alimentaria externa, la cual puede catalogarse como factor relevante dada la evidencia empírica. Así mismo, el precio de la leche larga vida colombiana recoge por lo menos de forma parcial la injerencia de fenómenos climatológicos sobre el nivel de precios nacional, dados que dichos eventos han afectado negativamente la producción de este tipo de productos, en las principales regiones productoras y en durante ciertos períodos de tiempo. El precio del azúcar refleja directamente el impacto de la producción de alcohol carburante sobre la inflación alimentaria, ya que ambos productos fundamentan su producción en la disponibilidad de caña de azúcar a nivel nacional. Finalmente el grupo de aceites vegetales representa un conjunto de causas tanto internas como externas, ya que la evidencia empírica y la literatura existente sugiere que el alza en el nivel de precios de dichos productos se debe tanto a causas internas como a externas respecto a la economía nacional.

Criterios de información

Criterio de Akaike: Es un criterio usado para analizar la calidad relativa de un modelo estadístico, para un conjunto determinado de datos, se obtiene a partir de la siguiente fórmula.²⁶

$$Ak = 2k - 2Ln(L)$$

Donde:

K es el número de parámetros del modelo estadístico

L es el valor maximizado de la función de máxima verosimilitud

Se preferirá aquel modelo que presente el mínimo valor en el criterio de Akaike, en general, es una medida de bondad de ajuste que penaliza la agregación de nuevas variables.

Criterio de Schwarz: Es un criterio que al igual que el criterio de Akaike analiza la bondad de ajuste de los datos existentes, es una medida de calidad relativa que penaliza la agregación de nuevas variables. Se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$Sch = Ln(\sigma e)^2 + \frac{2k}{n}$$

²⁶ Notas de clase. Econometría II (2012-II). Jorge Espitia.

Donde:

$(\sigma e)^2$: Es la varianza estimada del vector de perturbaciones.

k: Número de variables.

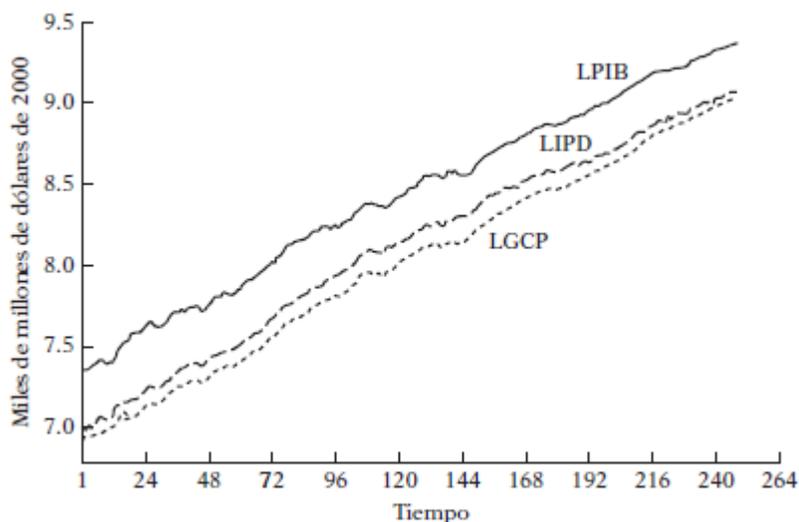
n: Número de datos.

Al igual que el criterio de Akaike, se preferirá ayer modelo que tenga un menor valor en el criterio de Schwarz.

Estacionariedad

Según Gujarati y Porter (2010) una serie es estacionaria si “...su media, su varianza y su auto covarianza (en los diferentes rezagos) permanecen iguales sin importar el momento en el cual se midan; es decir, son invariantes respecto del tiempo”.Existen varias formas para analizar y determinar si una serie es estacionaria o no, estas son:

Método gráfico



Fuente: GUJARATI, Damodar y PORTER, Dawn (2010). “Econometría”. Editorial McGraw-Hill, quinta edición, página 739.

Como se observa en el gráfico anterior, resulta evidente que la media y la varianza no es constantes a lo largo del tiempo, este método es una buena antesala para darse una idea

respecto a las características estocásticas de la serie, la posible estacionariedad que se observe gráficamente debe ser corroborada a través de métodos más elaborados.

Función de auto correlación y correlograma

Según Gujarati y Porter (2010) una prueba de estacionariedad sencilla se basa en la FAC (Función de Autocorrelación). En la cual el rezago k , denotado por $\rho(k)$ está dado por:

$$\rho(k) = \frac{\gamma(k)}{\gamma(0)}$$

Donde

$\gamma(k)$: Es la covarianza en el rezago k

$\gamma(0)$: Es la covarianza de la serie

A partir de la representación gráfica de los k rezagos se obtiene el correlograma muestral a partir del cual se podrá inferir si una serie posiblemente es o no estacionaria.

Muestra: 2 500
 Observaciones incluidas: 499

Autocorrelación	Correlación parcial	AC	ACP	Est. Q	Prob	
		1	-0.022	-0.022	0.2335	0.629
		2	-0.019	-0.020	0.4247	0.809
		3	-0.009	-0.010	0.4640	0.927
		4	-0.031	-0.031	0.9372	0.919
		5	-0.070	-0.072	3.4186	0.636
		6	-0.008	-0.013	3.4493	0.751
		7	0.048	0.045	4.6411	0.704
		8	-0.069	-0.070	7.0385	0.532
		9	0.022	0.017	7.2956	0.606
		10	-0.004	-0.011	7.3059	0.696
		11	0.024	0.025	7.6102	0.748
		12	0.024	0.027	7.8993	0.793
		13	0.026	0.021	8.2502	0.827
		14	-0.047	-0.046	9.3726	0.806
		15	-0.037	-0.030	10.074	0.815
		16	-0.026	-0.031	10.429	0.843
		17	-0.029	-0.024	10.865	0.863
		18	-0.043	-0.050	11.807	0.857
		19	0.038	0.028	12.575	0.860
		20	0.099	0.093	17.739	0.605
		21	0.001	0.007	17.739	0.665
		22	0.065	0.060	19.923	0.588
		23	0.053	0.055	21.404	0.556
		24	-0.017	-0.004	21.553	0.606
		25	-0.024	-0.005	21.850	0.644
		26	-0.008	-0.008	21.885	0.695
		27	-0.036	-0.027	22.587	0.707
		28	0.053	0.072	24.068	0.678
		29	-0.004	-0.011	24.077	0.725
		30	-0.026	-0.025	24.445	0.752

Figura número ocho

Fuente: GUJARATI, Damodar y PORTER, Dawn (2010). "Econometría". Editorial McGraw-Hill, quinta edición, página 750.

La figura anterior incluye el correlograma parcial y la FAC de una serie que se presume, es estacionaria, dados los valores casi nulos de los k rezagos. Es decir, si el correlograma de la serie económica es similar al de una serie de ruido blanco, entonces probablemente la serie en cuestión es estacionaria.²⁷

Prueba de raíz unitaria

La prueba de raíz unitaria parte del siguiente proceso estocástico:

$$y(t) = \rho * y(t - 1) + u(t)$$

²⁷ Según Gujarati y Porter (2010) un proceso estocástico de ruido blanco es aquel que tiene una media igual a cero, una varianza constante σ^2 y no está serialmente correlacionado.

Para $-1 < \rho < 1$

$$\text{Luego } y(t) - y(t - 1) = \rho * y(t - 1) - y(t - 1) + u(t)$$

$$\Delta y(t) = (1 - \rho) * (y(t - 1)) + u(t)$$

$$\Delta y(t) = \alpha * (y(t - 1)) + u(t)$$

$$\alpha = (1 - \rho)$$

Si $\alpha = 0$ entonces

$$\Delta y(t) = u(t)$$

Donde $u(t)$ es un término de error estacionario. Si ρ es igual a uno, el vector de perturbaciones se iguala delta de $y(t)$. Lo que implica que dicho vector que expresa el cambio de $y(t)$ con respecto a $y(t-1)$ es un vector estacionario.²⁸

Para determinar si α es igual o diferente de cero, se procede a realizar una prueba de significancia individual, tal como se haría con cualquier variable en cualquier ecuación lineal. No obstante, el valor estadístico contra el que se contrasta el valor calculado t no se obtiene a partir de dicha distribución, sino que se usan otros valores, tales como los calculados por Dickey y Fuller, quienes crearon una tabla estadística comparable con los valores calculados en la prueba de significancia individual.

El procedimiento para realizar una prueba Dickey-Fuller es el siguiente:

Como primera medida, se debe escoger el tipo de ecuación que se va a plantear, las opciones son las que se muestran a continuación.

$$\Delta y(t) = \alpha * (y(t - 1)) + u(t) \quad \text{Cuando la serie no tiene tendencia ni intercepto.}$$

$$\Delta y(t) = \theta + \alpha * (y(t - 1)) + u(t) \quad \text{Cuando la serie solo tiene intercepto.}$$

$$\Delta y(t) = \theta + \delta * (Trend) + \alpha * (y(t - 1)) + u(t) \quad \text{Cuando la serie tiene tendencia e intercepto.}$$

La decisión sobre el tipo de ecuación que mejor representa la serie se obtiene a partir de un análisis de la gráfica de la misma. Una vez tomada esta decisión se procede a ejecutar el modelo, paso siguiente, se realiza una prueba de significancia individual, donde:

²⁸ Dado que el vector de perturbaciones se supone como vector con media y varianza constante. Además es un vector que no sufre de autocorrelación o heterocedasticidad.

Ho: $\alpha = 0$

Ha: $\alpha \neq 0$

La hipótesis se acepta o se refuta con base en la comparación del valor t calculado y los valores construidos por Dickey y Fuller. Como resultado afirmaremos que la serie es o no estacionaria bajo un determinado nivel de confianza estadística

Prueba de Dickey y Fuller aumentada

La prueba de Dickey y Fuller supone que el vector de perturbaciones no está correlacionada, no obstante la prueba aumentada relaja este supuesto. El nombre de “aumentada” radica en el hecho de que se agregan valores rezagados de la variable dependiente. El tipo de ecuación que esta prueba usa según Gujarati y Porter (2010) es la siguiente:

$$\Delta y(t) = \theta + \delta * (Trend) + \alpha * (y(t - 1)) + \theta * \sum_{i=1}^n \Delta y(t - 1) + u(t)$$

Adicionalmente en el texto referido anteriormente se afirma que: “El número de términos de diferencia rezagados que se debe incluir con frecuencia se determina de manera empírica, con la idea de incluir los términos suficientes para que el término de error no esté serialmente relacionado y sea posible obtener una estimación insesgada de α , el coeficiente de Y_{t-1} rezagado.” Adicionalmente cabe aclarar que la hipótesis nula sigue siendo exactamente la misma y que los valores críticos no sufren ningún cambio.

Prueba de integración Engle – Granger

Es una prueba sencilla la cual permite determinar si estadísticamente existe una relación espuria, o si por el contrario, existe una relación de largo plazo. Es una prueba en la cual se relacionan las variables independientes con la dependiente, no de forma simultánea, sino uno a uno, es decir se relaciona cada variable independiente de forma individual, con la variable dependiente.

“Los pasos a seguir son:

1. Determinar el orden de integración de las series
2. Especificar la ecuación cointegrante (EC)

3. Estimar por Mínimos Cuadrados Ordinarios la EC
4. Estimar los residuos o errores estimados a partir de la EC
5. Realizar pruebas de raíz unitaria sobre los residuos estimados”²⁹

²⁹ Notas de clase. Econometría II (2013-I). Profesor Álvaro Chaves.

VI. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Se planteó un modelo un modelo VAR de siete (7) ecuaciones por siete (7) variables. Es un modelo VAR en su forma reducida, es decir todas las variables independientes, salvo el intercepto claro está, se encuentran rezagadas seis (6) períodos. Dicho número de rezagos se definió de manera previa con base en varios parámetros y factores preponderantes dentro del modelo. El anexo número tres muestra la totalidad los resultados numéricos que arrojó el modelo. Sin embargo, el modelo inicial presenta graves problemas de anormalidad multivariada sobre los residuos del mismo, por lo que se procedió a implantar varios tipos de estrategia en aras de satisfacer el supuesto de normalidad. El primer paso consistió en eliminar datos estadísticamente atípicos, según metodologías propuestas en Ramaswamy, Rastogi y Shim (2000); Knorr, y Ng (1998). Puntualmente se definieron valores piso y valores tope para cada serie con bases en:

$$[Q_1 - k(Q_3 - Q_1), Q_3 + k(Q_3 - Q_1)]$$

Donde:

Q1 es valor del primer cuartil.

Q3 es el valor del tercer cuartil.

K es un número entero positivo, si dicho valor es igual 1.5 se determinan los valores base para determinar qué datos son o no atípicos, mientras que si dicho valor es igual a 3, se hallan los bordes para determinar si hay o no datos extremadamente atípicos.

A partir de este criterio, se definieron los respectivos valores y se hallaron los valores mínimos y máximos en cada serie, una vez hecho esto se crearon variables ficticias (Dummies) de carácter aditivo, donde 1 corresponde a datos estadísticamente no atípicos, mientras que 0 hace referencia a datos estadísticamente atípicos. Luego se crearon dummies multiplicativas, las cuales eran el resultado de la multiplicación de cada variable por su respectiva variable ficticia aditiva.

Habiendo eliminado datos atípicos, se procedió a plantear un modelo VEC³⁰, observándose de este modo una mejora notoria en cuanto al cumplimiento del supuesto de normalidad se

³⁰ Dicho modelo nace de la imposición de un conjunto de restricciones sobre un modelo VAR, en aras de garantizar la cointegración entre las series. Tiende también a aumentar la probabilidad respecto a la normalidad multivariada del modelo.

refiere.³¹ Finalmente se agregaron dummies aditivas como variables exógenas con el objetivo de eliminar ciertos indicios de no estacionariedad a nivel gráficos. Se realizó posteriormente un análisis sobre la relevancia estadística de cada variable³². El presente cuadro muestra una versión resumida de la totalidad de los resultados. Se muestran únicamente el resultado del T calculado de cada variable, obtenido en la prueba de significancia individual. Además de las características econométricas de cada ecuación y del modelo en su conjunto. En negrita se muestran las variables estadísticamente relevantes dentro de la ecuación cuya variable dependiente es el IPC de alimentos mensual (los resultados de dicha ecuación se encuentran en la primera columna del cuadro de resultados). Los datos base para la ejecución de dicho modelo se obtuvieron de la página web del Bando de la República, la página web de Asocaña y de la base de datos del DANE. Finalmente se obtuvieron entre otros, los siguientes resultados.

	IPC_M	TC_BIO	TC_AVEG	TC_AZ	TC_LCH	TC_MZ	TC_TR
IPC_M(-1)	[-3.53137]	[1.11831]	[-4.35765]	[0.11439]	[0.31708]	[1.40512]	[-1.18003]
IPC_M(-2)	[-2.88055]	[1.01087]	[-3.73216]	[0.32148]	[0.51569]	[1.47869]	[-0.26578]
IPC_M(-3)	[-2.26896]	[0.36416]	[-3.40537]	[-0.04745]	[0.63802]	[1.53058]	[-0.66266]
IPC_M(-4)	[-2.16708]	[1.10721]	[-1.72144]	[0.40882]	[-0.12627]	[0.92438]	[-0.94539]
IPC_M(-5)	[-2.50715]	[1.62608]	[-1.98901]	[1.08313]	[-0.48249]	[0.12212]	[-0.96285]
IPC_M(-6)	[-2.65884]	[1.17358]	[-1.21751]	[-0.43460]	[-0.82380]	[1.15546]	[-0.61327]
TC_BIO(-1)	[-0.80858]	[-9.32315]	[-2.32026]	[0.40298]	[0.45566]	[1.01412]	[0.90908]
TC_BIO(-2)	[0.05262]	[-5.52296]	[-1.59993]	[-0.32312]	[-0.05255]	[0.22390]	[0.92247]
TC_BIO(-3)	[0.63414]	[-4.07628]	[-0.95886]	[-0.27479]	[-0.77818]	[0.09736]	[1.47406]
TC_BIO(-4)	[1.84229]	[-4.03380]	[-0.50310]	[0.00409]	[-0.56381]	[0.96381]	[1.02620]
TC_BIO(-5)	[2.36270]	[-2.27098]	[-0.65262]	[1.05464]	[-1.33679]	[0.68225]	[1.72046]
TC_BIO(-6)	[1.14027]	[-0.64200]	[-1.59993]	[0.53527]	[-1.59337]	[-0.30208]	[0.80954]
TC_AVEG(-1)	[0.46881]	[0.19097]	[-3.57671]	[-1.80115]	[0.67414]	[0.30170]	[0.44415]
TC_AVEG(-2)	[0.00357]	[0.51939]	[-2.94571]	[-0.73692]	[-0.37212]	[-0.40701]	[-1.05750]
TC_AVEG(-3)	[-1.84598]	[2.91418]	[-2.99211]	[-0.25472]	[-1.55684]	[0.05722]	[-1.02403]
TC_AVEG(-4)	[-1.65569]	[1.64161]	[-3.25916]	[-1.08851]	[0.92161]	[0.05435]	[-1.48331]
TC_AVEG(-5)	[-2.50529]	[0.81635]	[-3.47404]	[-0.86996]	[0.07306]	[0.43386]	[0.55227]
TC_AVEG(-6)	[-2.58756]	[-0.75717]	[-1.76291]	[-3.06734]	[-0.11844]	[-0.14563]	[-1.79479]
TC_AZ(-1)	[2.79520]	[-1.98538]	[3.89261]	[-1.39196]	[0.19317]	[-1.27454]	[1.45074]
TC_AZ(-2)	[1.59725]	[-0.93360]	[3.24851]	[-1.91258]	[0.10968]	[-0.06751]	[1.08187]
TC_AZ(-3)	[1.20756]	[-1.22872]	[2.52569]	[-1.10925]	[-0.72438]	[-0.59532]	[1.76525]
TC_AZ(-4)	[1.12254]	[-2.02013]	[0.96511]	[-1.11744]	[0.12282]	[0.09416]	[1.15050]

³¹ Los modelos y procesos ejecutados pueden observarse en la carpeta "Datos" incluida en la copia digital anexa al presente documento.

³² Se entiende por variable significativa en este documento como aquella variable cuya hipótesis nula en la prueba de significancia individual se refuta con un nivel de confianza que está entre 90% y 99%.

TC_AZ(-5)	[1.19047]	[-1.72059]	[1.44974]	[-0.83482]	[0.73259]	[0.36966]	[0.95548]
TC_AZ(-6)	[0.88165]	[-0.46275]	[1.68231]	[0.51985]	[-0.43573]	[-0.35038]	[0.94126]
TC_LCH(-1)	[2.81030]	[-0.76204]	[3.71887]	[0.25266]	[-2.19707]	[-1.59072]	[0.73899]
TC_LCH(-2)	[2.82210]	[-0.81749]	[2.91262]	[0.56016]	[-0.81407]	[-1.30220]	[0.24995]
TC_LCH(-3)	[2.19106]	[-1.21110]	[2.28914]	[0.82106]	[-0.73829]	[-1.12876]	[1.26300]
TC_LCH(-4)	[2.66261]	[-0.58049]	[2.97165]	[0.07835]	[-0.75520]	[-0.44450]	[0.82920]
TC_LCH(-5)	[2.97159]	[1.42076]	[2.93800]	[0.37190]	[-1.98758]	[-1.09104]	[1.14507]
TC_LCH(-6)	[1.93126]	[1.34406]	[2.14640]	[-0.25565]	[-0.75416]	[-1.68855]	[-1.07101]
TC_MZ(-1)	[-2.27005]	[1.72172]	[-4.26362]	[-1.42292]	[-0.08226]	[-0.71301]	[-0.68296]
TC_MZ(-2)	[0.03718]	[0.39065]	[-1.84844]	[-1.07221]	[0.57329]	[0.08887]	[-0.05920]
TC_MZ(-3)	[1.89329]	[0.65598]	[-0.62668]	[0.03343]	[-0.74425]	[0.94814]	[0.38615]
TC_MZ(-4)	[0.50482]	[1.01555]	[0.55354]	[-0.26200]	[-1.26617]	[1.70035]	[0.23096]
TC_MZ(-5)	[0.77681]	[1.40201]	[1.28389]	[0.75600]	[-0.51943]	[0.02823]	[-0.91363]
TC_MZ(-6)	[-1.88270]	[2.04758]	[0.01698]	[-0.61466]	[-0.41204]	[0.13646]	[-1.06354]
TC_TR(-1)	[-0.42241]	[1.30579]	[1.23229]	[1.17295]	[-0.14530]	[-0.66455]	[-2.88932]
TC_TR(-2)	[-1.76654]	[0.13998]	[0.30812]	[0.27546]	[-0.08180]	[-0.75233]	[-2.91841]
TC_TR(-3)	[-1.69685]	[-0.82263]	[1.15207]	[0.47918]	[1.05962]	[-1.15869]	[-2.25890]
TC_TR(-4)	[-0.05475]	[-1.45045]	[0.42128]	[-0.38828]	[1.53378]	[-1.65847]	[-1.27550]
TC_TR(-5)	[0.58454]	[-2.06939]	[1.38268]	[-0.79925]	[0.39263]	[-0.67778]	[0.60881]
TC_TR(-6)	[1.71005]	[-3.38129]	[2.15815]	[-1.02757]	[0.84705]	[-1.08473]	[-1.01203]
R-squared	0.80362	9.14E-01	0.859855	0.665886	0.799635	0.710014	0.733915
Adj. R-squared	0.502505	0.781474	0.644965	0.153578	0.492409	0.265368	0.325917
Sum sq. resids	0.000925	0.453876	0.001279	0.007915	0.001043	0.121249	0.141573
S.E. equation	0.005551	0.123001	0.00653	0.016243	0.005896	0.063574	0.068696
F-statistic	2.668809	6.908374	4.001377	1.299777	2.602756	1.596808	1.798821
Log likelihood	326.9476	88.39064	314.4419	244.2786	322.3072	139.2097	133.2433
Akaike AIC	-7.271365	-1.075081	-6.946542	-5.124119	-7.150835	-2.395057	-2.240086
Schwarz SC	-5.840731	0.355553	-5.515908	-3.693485	-5.720201	-0.964423	-0.809451
Mean dependent	-5.71E-05	0.000137	1.77E-05	-0.000464	8.14E-05	-0.001073	-0.000955
S.D. dependent	0.007871	0.263122	0.01096	0.017655	0.008276	0.074173	0.083671
Determinant resid covariance	1.29E-27						
Log likelihood	1618.954						
Akaike information criterion	-33.32349						
Schwarz criterion	-23.09597						

La primera ecuación del modelo tiene como variable dependiente el IPC mensual de los alimentos, en dicha ecuación se observa que algunos rezagos de la variable dependiente son significativos y con valor negativo, lo que posiblemente se deba al efecto de retroceso luego de un aumento previo, es decir una probable tendencia hacia su media. Adicionalmente algunos rezagos de la tasa de cambio de la producción de biocombustibles

resultan ser variables relevantes, lo que sugiere que el cambio porcentual en la producción de dicho tipo de combustible impacta luego de cuatro (4) o cinco (5) períodos sobre el IPC de los alimentos. Por otro lado, el rezago número uno (1) de la tasa de cambio en el precio del azúcar resulta ser estadísticamente significativo, lo cual sugiere también, que la inflación puntual de este producto, impacta o afecta luego de un (1) período al IPC de los alimentos.

Los resultados también demuestran que los múltiples rezagos en la tasa de cambio en el precio de la leche impactan sobre el IPC mensual de los alimentos. Los altos niveles de significancia de esta variable sugieren que existe un impacto casi inmediato sobre el nivel de precios de los alimentos como un todo. En cuanto a la agflación internacional, cuya representación parcial es la tasa de cambio en el precio internacional del maíz amarillo y del trigo de origen americano, se observa que algunos rezagos en la tasa de cambio del maíz amarillo son positivamente significativos, lo que ratifica la exposición de Colombia al mercado internacional, mostrando de este modo evidencia estadística que la inflación alimentaria a nivel nacional es el resultado de una conjunción de factores internos y externos, así como de eventos climatológicos adversos.

Adicionalmente, se realizaron ejercicios de análisis de causalidad de Granger, claro está luego de haberse asegurado la existencia de una relación de largo plazo entre las variables.

Primero se analizó si existe una relación de causalidad estadística entre la serie del IPC de los alimentos a nivel mensual y la tasa de cambio de la producción de biocombustibles.

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 09/10/13 Time: 06:05

Sample: 2006M01 2012M12

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
TC_BIO_SA does not Granger Cause IPC_M_SA	82	2.05943	0.1345
IPC_M_SA does not Granger Cause TC_BIO_SA		1.30950	0.2759

Como lo muestra el resultado no existe evidencia estadística para afirmar que haya una relación de causalidad significativa entre las variables analizadas.

Se realizó el mismo ejercicio entre el IPC de los alimentos de tipo mensual y la variación de la producción de biocombustibles en miles de litros. En ambos ejercicios se usaron varios números de rezagos, obteniéndose una y otra vez el mismo resultado en ambos, lo cual sugiere que por lo menos en términos estadísticos, la relación entre crecimiento de la industria de biocombustibles en inflación alimentaria no es tan clara como se creería a

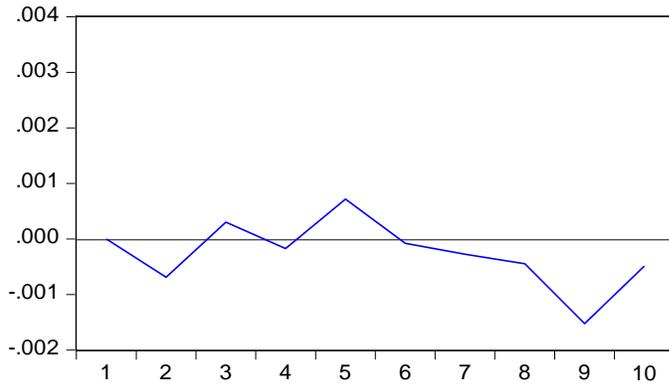
priori, es decir puede afirmarse que el crecimiento de la producción de biocombustibles en Colombia es una variable explicativa y significativa respecto a la inflación alimentaria nacional, mas no puede sugerirse a partir de esta muestra estadística, que existe una relación de causalidad clara, por lo menos en términos numéricos.

Adicionalmente, se analizó el gráfico de la función impulso respuesta³³, en el cual se observa que un choque vía tasa de cambio en la producción de biocombustibles genera un efecto primero positivo, luego negativo sobre la inflación alimentaria, el cual tiende a desaparecer luego de diez (10) períodos. Así mismo una variación abrupta en la inflación de productos lácteos, puntualmente leche, genera efectos presiones inflacionarias sobre los alimentos, cuyo efecto permanece luego de diez (10) períodos. Adicionalmente, dicha función muestra un fuerte impacto de un choque inflacionario externo vía maíz amarillo sobre el IPC de los alimentos, lo que parece respaldar el hecho de que dichos choques externos, como aquel vivido en el período 2007-2008, afectan seriamente al nivel de precios nacionales, no solo en cuanto a los subproductos de dicho cultivo se refiere, sino también a los productos cárnicos, dado que este tipo de bienes agrícolas son ampliamente usados como insumo en la manutención del ganado nacional. El siguiente gráfico representa parte de dicha función.

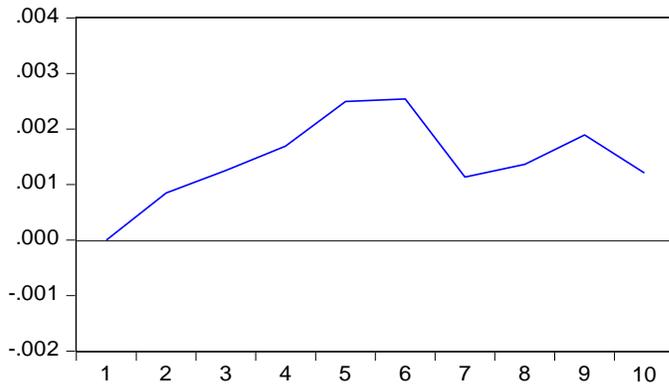
³³ Véase el anexo número cinco, el cual contiene los resultados totales de la función. Para mayor claridad abra el archivo de Eviews denominado "Base econométrica". El cual se encuentra en el CD anexo a la versión impresa de esta investigación. Allí encontrará el modelo VAR llamado "var_02_02". El mismo contiene los resultados originales y representa el modelo econométrico usado como base de esta investigación.

Response to Cholesky One S.D. Innovations

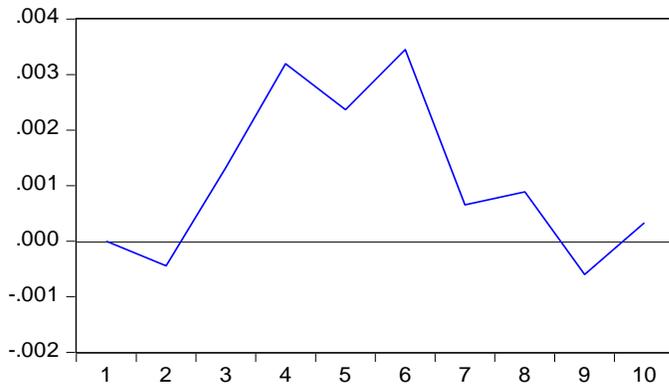
Response of DM_MUL_IPC to DM_MUL_TC_BIO



Response of DM_MUL_IPC to DM_MUL_TC_LCH



Response of DM_MUL_IPC to DM_MUL_TC_MZ



VII. CONCLUSIONES

La aparición de la agroindustria de biocombustibles ha generado efectos inflacionarios sobre alimentos y bienes agrícolas. Las referencias y antecedentes internacionales, así como las proyecciones de los modelos de equilibrio económico computarizados para regiones como la Unión Europea, Estados Unidos entre otros, parecen mostrar una clara e indiscutible relación de causalidad directa, no obstante, en términos estadísticos, la relación no es tan clara como se pensaría, adicionalmente el IPC de los alimentos, en la teoría y en la práctica, es una variable cuyos cambios obedecen un conjunto polifacético de variables, variables internas y externas, endógenas y exógenas a un sistema económico, luego la aparición y el crecimiento de la industria de biocombustibles posiblemente generaron, generan y generarán presiones inflacionarias, no obstante, en el peor de los casos, son una variable inmersa en un conjunto de más variables, por ende no debe afirmarse que la producción de este combustible alternativo, es el único causante de dicha inflación.

Así mismo es necesario resaltar el hecho de que varios estudios señalan a la aparición de dicha industria como un factor relevante en procesos inflacionarios que tuvieron lugar en diferentes períodos y en diferentes espacios geográficos, por lo que será necesaria la aparición de futuras investigaciones que indaguen a fondo respecto a la relación de costo-beneficio que para la sociedad implica la obtención de este tipo de combustibles alternos.

En cuanto al caso colombiano, la literatura sugiere que sobre él influyen varios elementos, elementos de demanda, de oferta, elementos relativos al comercio internacional, incluso elementos climatológicos. La evidencia estadística sobre la que se basó la presente investigación sugiere que cada una de dichas causas es significativa.

La producción de biocombustibles resulta ser una variable explicativa importante, aunque su efecto ocurre de forma rezagada en el tiempo, así mismo, la inflación y el incremento sostenido en el nivel de precios de productos lácteos, especialmente leche, es un factor relevante respecto al IPC de los alimentos a nivel nacional, lo que indirectamente sugiere que existe una clara influencia de eventos climatológicos adversos sobre la inflación nacional, dada la susceptibilidad del sector lechero colombiano a este tipo de calamidades naturales.

En cuanto al mercado internacional, el precio internacional del maíz amarillo resulta ser también una variable influyente, esto debido a un efecto de dos caras, uno sobre los productos derivados de dicho cultivo, y otro sobre productos cárnicos, debido al uso intensivo de este bien agrícola como materia prima en la industria ganadera nacional. Lo

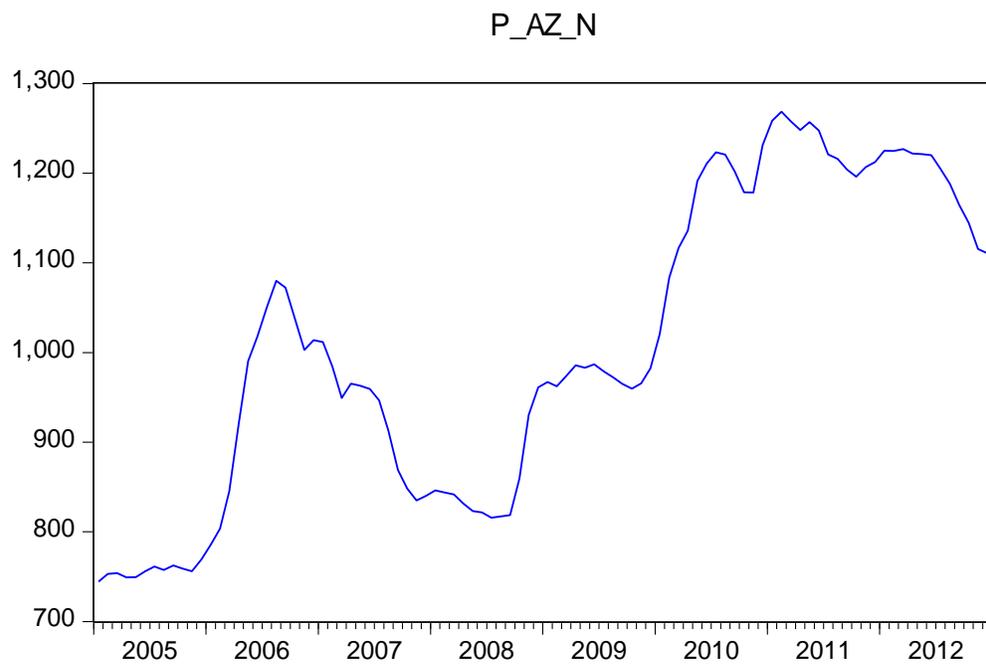
cual es sostenido tanto por la evidencia empírica para el caso colombiano, como por los resultados estadísticos obtenidos a partir de la metodología desarrollada.

En síntesis, pareciese que tanto la evidencia empírica, la literatura, las muestras estadísticas tomadas, los resultados del modelo VAR y el análisis de causalidad de Granger desarrollado en la presente investigación convergen en un mismo punto. La existencia de un proceso inflacionario sobre los alimentos causado por un conjunto variado de factores, entre los cuales destaca como significativo, más no causal, el crecimiento de la producción de biocombustibles en Colombia para el período 2006 – 2012.

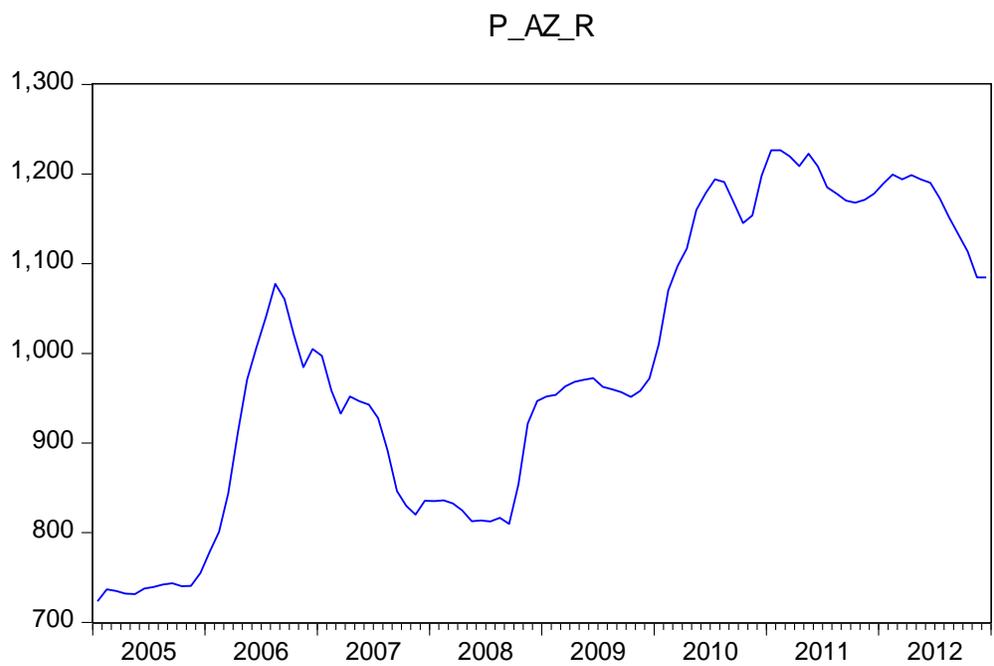
VIII. ANEXOS

Anexo número uno: Gráficas de precios de ciertos productos agrícolas nacionales e internacionales

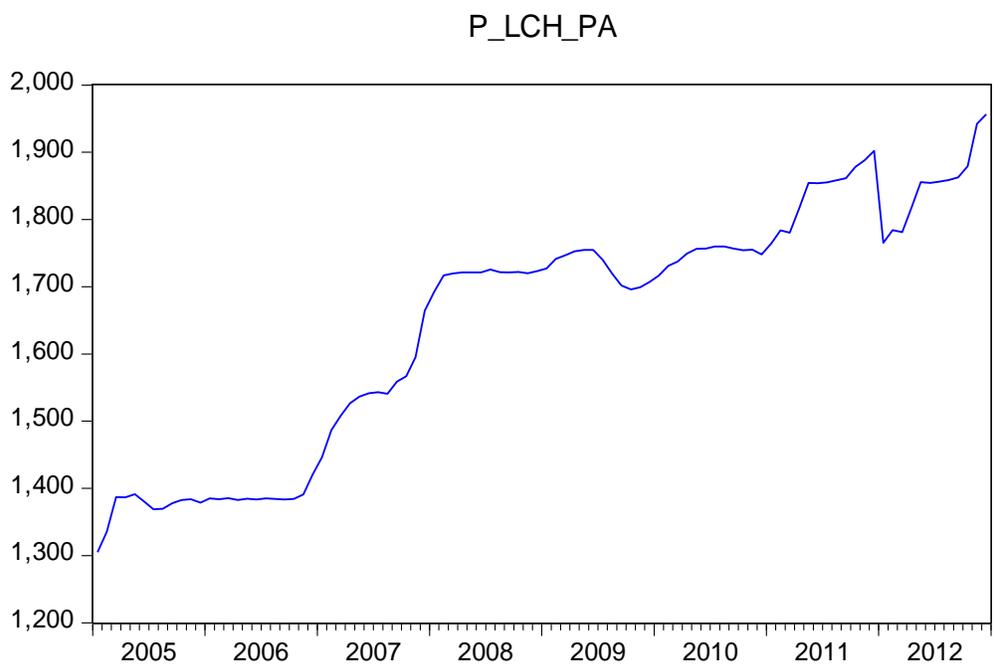
Precio del azúcar natural o morena



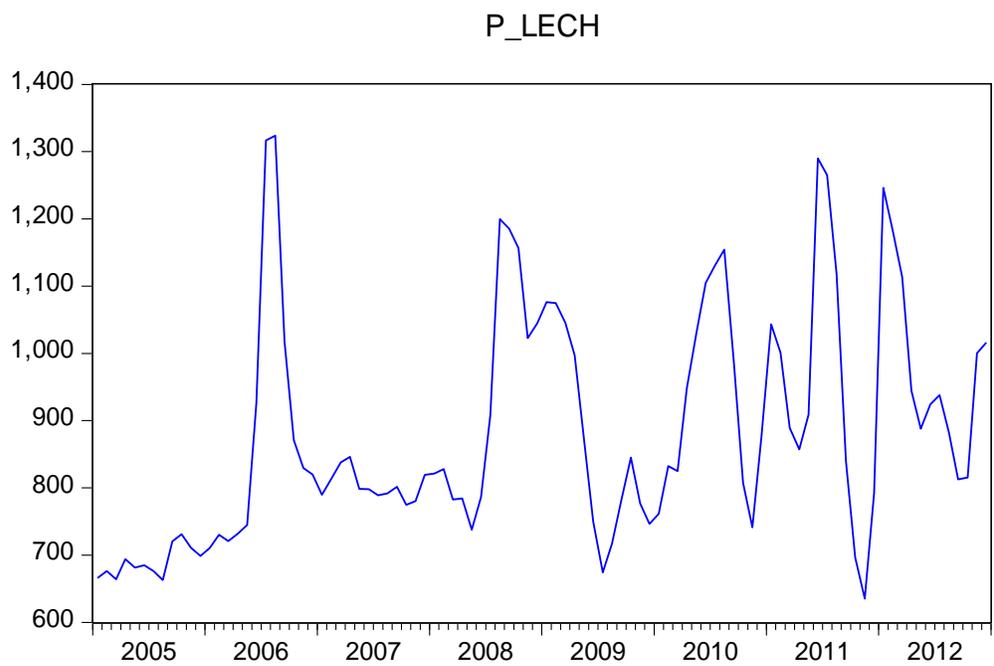
Precio nacional de la azúcar refinada



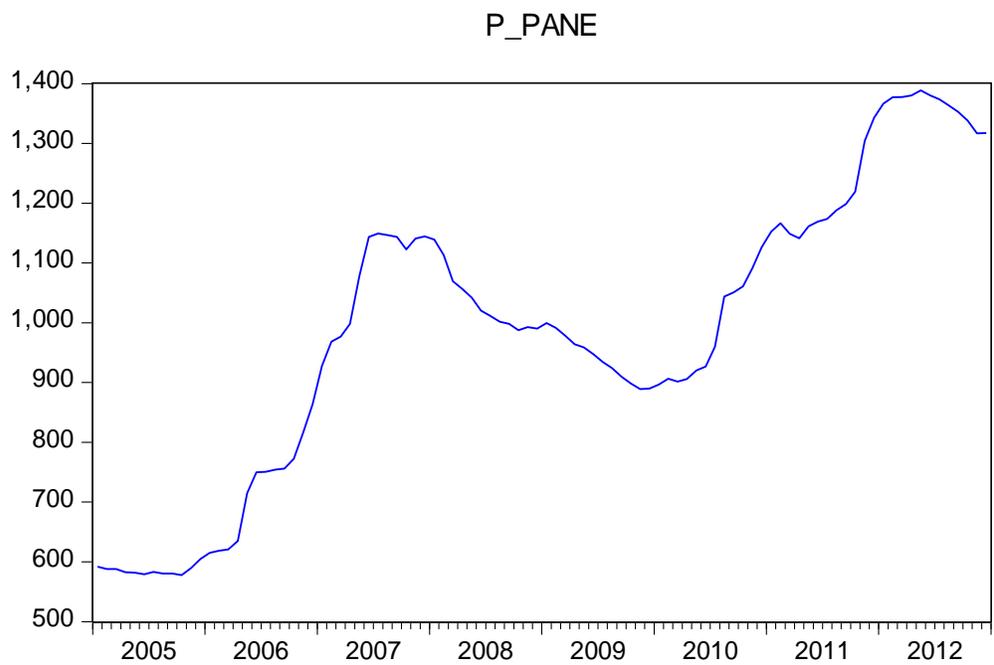
Precio nacional de leche pasteurizada



Precio nacional de la lechuga

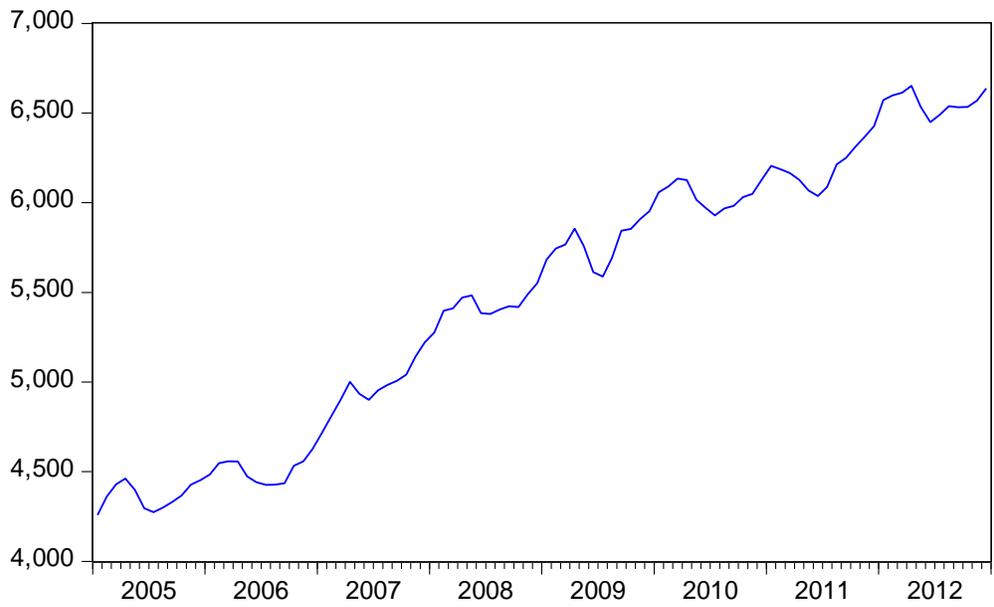


Precio nacional de la panela



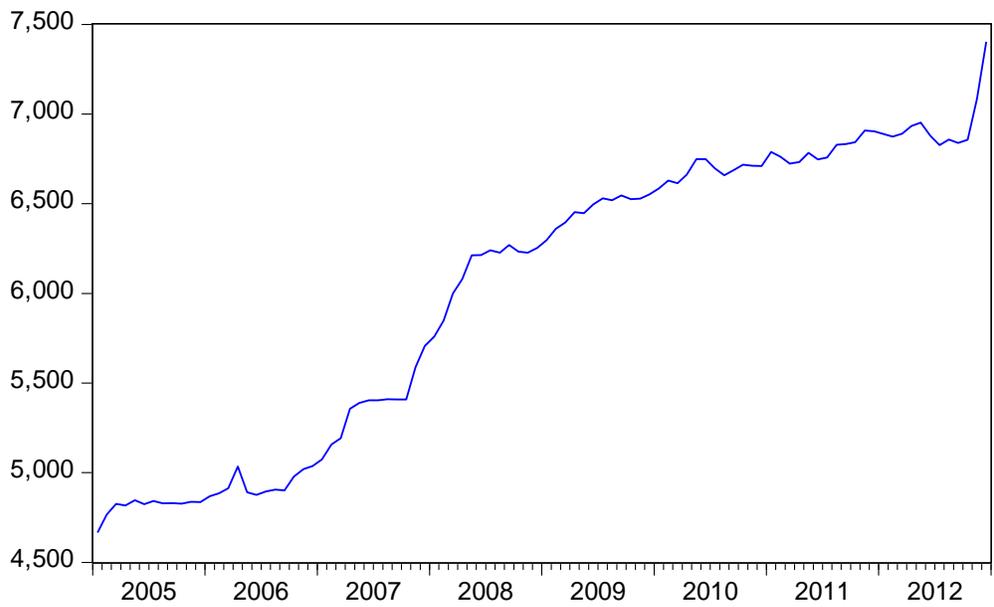
Precio nacional del queso campesino

P_QS_CA

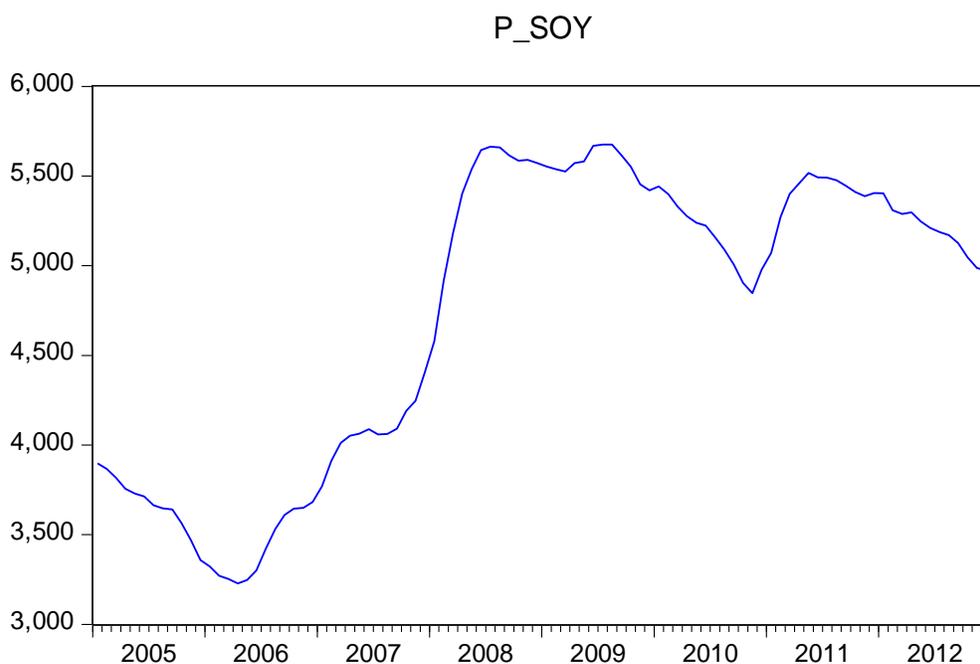


Precio nacional del queso crema

P_QS_CR



Precio nacional del aceite de soya



Anexo número dos: Revisión de estacionariedad de las variables.

Producción mensual de biocombustibles en miles de litros. Prueba de raíz unitaria

Null Hypothesis: Q_BIO has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.164460	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.072415	
5% level	-3.464865	
10% level	-3.158974	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(Q_BIO)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:20
 Sample (adjusted): 2006M02 2012M12
 Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Q_BIO(-1)	-0.625208	0.101421	-6.164460	0.0000
C	13.31974	2.248463	5.923932	0.0000
@TREND(2006M01)	0.066641	0.020438	3.260643	0.0016
R-squared	0.322381	Mean dependent var		0.234217
Adjusted R-squared	0.305440	S.D. dependent var		4.428294
S.E. of regression	3.690551	Akaike info criterion		5.484904
Sum squared resid	1089.614	Schwarz criterion		5.572332
Log likelihood	-224.6235	Hannan-Quinn criter.		5.520028
F-statistic	19.03020	Durbin-Watson stat		2.087748
Prob(F-statistic)	0.000000			

El resultado sugiere que la serie ya es estacionaria.

Null Hypothesis: DELTA_BIO has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-13.24481	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.512290	
5% level	-2.897223	
10% level	-2.585861	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(DELTA_BIO)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:22
 Sample (adjusted): 2006M03 2012M12
 Included observations: 82 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DELTA_BIO(-1)	-1.377862	0.104030	-13.24481	0.0000
C	0.271552	0.458185	0.592669	0.5551
R-squared	0.686797	Mean dependent var		0.023537
Adjusted R-squared	0.682882	S.D. dependent var		7.361629
S.E. of regression	4.145574	Akaike info criterion		5.706047
Sum squared resid	1374.863	Schwarz criterion		5.764748
Log likelihood	-231.9479	Hannan-Quinn criter.		5.729615
F-statistic	175.4251	Durbin-Watson stat		2.057293
Prob(F-statistic)	0.000000			

La variación en términos de miles de litros mensuales de alcohol carburante también es una variable estacionaria.

Null Hypothesis: TC_BIO has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-12.40693	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.511262	
5% level	-2.896779	
10% level	-2.585626	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(TC_BIO)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:23
 Sample (adjusted): 2006M02 2012M12
 Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TC_BIO(-1)	-1.312176	0.105762	-12.40693	0.0000
C	0.013984	0.020406	0.685291	0.4951
R-squared	0.655219	Mean dependent var		0.000534
Adjusted R-squared	0.650963	S.D. dependent var		0.314222
S.E. of regression	0.185641	Akaike info criterion		-0.506208
Sum squared resid	2.791455	Schwarz criterion		-0.447922
Log likelihood	23.00762	Hannan-Quinn criter.		-0.482792
F-statistic	153.9319	Durbin-Watson stat		2.039969
Prob(F-statistic)	0.000000			

La tasa de cambio de dicha variable también es una variable estacionaria.

IPC de alimentos, variación mensual. Prueba de raíz unitaria

Null Hypothesis: IPC_AL has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.542785	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.501445	

5% level -2.892536
 10% level -2.583371

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(IPC_AL)

Method: Least Squares

Date: 07/31/13 Time: 12:49

Sample (adjusted): 2005M03 2012M12

Included observations: 94 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IPC_AL(-1)	-0.476677	0.085999	-5.542785	0.0000
D(IPC_AL(-1))	0.278033	0.100562	2.764775	0.0069
C	0.002076	0.000725	2.865593	0.0052
R-squared	0.253588	Mean dependent var		-0.000138
Adjusted R-squared	0.237184	S.D. dependent var		0.006717
S.E. of regression	0.005867	Akaike info criterion		-7.407546
Sum squared resid	0.003132	Schwarz criterion		-7.326377
Log likelihood	351.1547	Hannan-Quinn criter.		-7.374760
F-statistic	15.45833	Durbin-Watson stat		1.995719
Prob(F-statistic)	0.000002			

El resultado sugiere que la serie ya es estacionaria.

Precio internacional de maíz amarillo de origen americano por tonelada. Prueba de raíz unitaria.

Null Hypothesis: P_MZ_INT has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.827244	0.6826
Test critical values:		
1% level	-4.072415	
5% level	-3.464865	
10% level	-3.158974	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(P_MZ_INT)

Method: Least Squares

Date: 09/09/13 Time: 21:25

Sample (adjusted): 2006M02 2012M12

Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
----------	-------------	------------	-------------	-------

P_MZ_INT(-1)	-0.079886	0.043719	-1.827244	0.0714
C	11.60756	6.070477	1.912133	0.0594
@TREND(2006M01)	0.174349	0.121253	1.437895	0.1544
<hr/>				
R-squared	0.040077	Mean dependent var	2.482169	
Adjusted R-squared	0.016078	S.D. dependent var	16.07491	
S.E. of regression	15.94515	Akaike info criterion	8.411662	
Sum squared resid	20339.83	Schwarz criterion	8.499090	
Log likelihood	-346.0840	Hannan-Quinn criter.	8.446786	
F-statistic	1.669988	Durbin-Watson stat	1.666072	
Prob(F-statistic)	0.194744			

La prueba sugiere que la serie es no estacionaria, por lo que se realiza la misma prueba para la primera diferencia de la misma.

Null Hypothesis: DELTA_MZ has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.737813	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.593121	
5% level	-1.944762	
10% level	-1.614204	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(DELTA_MZ)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:26
 Sample (adjusted): 2006M02 2012M12
 Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DELTA_MZ(-1)	-0.847841	0.109571	-7.737813	0.0000
<hr/>				
R-squared	0.421990	Mean dependent var	-0.154940	
Adjusted R-squared	0.421990	S.D. dependent var	21.15006	
S.E. of regression	16.07975	Akaike info criterion	8.404973	
Sum squared resid	21201.78	Schwarz criterion	8.434116	
Log likelihood	-347.8064	Hannan-Quinn criter.	8.416681	
Durbin-Watson stat	2.020806			

La prueba sugiere que la primera diferencia de la variable es estacionaria.

Null Hypothesis: TC_MZ_INT has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.216842	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.593121	
5% level	-1.944762	
10% level	-1.614204	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(TC_MZ_INT)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:27
 Sample (adjusted): 2006M02 2012M12
 Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TC_MZ_INT(-1)	-0.778658	0.107895	-7.216842	0.0000
R-squared	0.388420	Mean dependent var		-0.000495
Adjusted R-squared	0.388420	S.D. dependent var		0.093891
S.E. of regression	0.073426	Akaike info criterion		-2.373093
Sum squared resid	0.442097	Schwarz criterion		-2.343950
Log likelihood	99.48336	Hannan-Quinn criter.		-2.361385
Durbin-Watson stat	2.024299			

Así mismo, su tasa de cambio también es una variable estacionaria.

Precio internacional del trigo de origen americano por tonelada. Prueba de raíz unitaria.

Null Hypothesis: P_TR_INT has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.053024	0.2641
Test critical values:		
1% level	-3.512290	
5% level	-2.897223	
10% level	-2.585861	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(P_TR_INT)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:28
 Sample (adjusted): 2006M03 2012M12
 Included observations: 82 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
P_TR_INT(-1)	-0.079843	0.038891	-2.053024	0.0434
D(P_TR_INT(-1))	0.244057	0.109248	2.233969	0.0283
C	22.58031	10.54328	2.141677	0.0353
R-squared	0.089983	Mean dependent var		2.049390
Adjusted R-squared	0.066945	S.D. dependent var		23.60590
S.E. of regression	22.80207	Akaike info criterion		9.127479
Sum squared resid	41074.81	Schwarz criterion		9.215530
Log likelihood	-371.2266	Hannan-Quinn criter.		9.162830
F-statistic	3.905780	Durbin-Watson stat		1.949224
Prob(F-statistic)	0.024124			

La prueba sugiere que la serie es no estacionaria, por lo que se realiza la misma prueba para la primera diferencia de la misma.

Null Hypothesis: DELTA_TR has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.293677	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.593121	
5% level	-1.944762	
10% level	-1.614204	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(DELTA_TR)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:29
 Sample (adjusted): 2006M02 2012M12
 Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DELTA_TR(-1)	-0.788766	0.108144	-7.293677	0.0000

R-squared	0.393455	Mean dependent var	-0.190723
Adjusted R-squared	0.393455	S.D. dependent var	29.61190
S.E. of regression	23.06204	Akaike info criterion	9.126228
Sum squared resid	43612.32	Schwarz criterion	9.155370
Log likelihood	-377.7385	Hannan-Quinn criter.	9.137936
Durbin-Watson stat	1.942223		

La prueba sugiere que la primera diferencia de la variable es estacionaria.

Null Hypothesis: TC_TR_INT has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.066218	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.593121	
5% level	-1.944762	
10% level	-1.614204	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(TC_TR_INT)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:30
 Sample (adjusted): 2006M02 2012M12
 Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TC_TR_INT(-1)	-0.757875	0.107253	-7.066218	0.0000

R-squared	0.378441	Mean dependent var	-0.000643
Adjusted R-squared	0.378441	S.D. dependent var	0.103678
S.E. of regression	0.081739	Akaike info criterion	-2.158594
Sum squared resid	0.547865	Schwarz criterion	-2.129451
Log likelihood	90.58164	Hannan-Quinn criter.	-2.146886
Durbin-Watson stat	1.938083		

La tasa de cambio de dicha variable también resulta estacionaria.

Precio del azúcar morena o natural por kilogramo

Null Hypothesis: P_AZ_N has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.484276	0.3350
Test critical values:		
1% level	-4.073859	
5% level	-3.465548	
10% level	-3.159372	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(P_AZ_N)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:31
 Sample (adjusted): 2006M03 2012M12
 Included observations: 82 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
P_AZ_N(-1)	-0.051540	0.020746	-2.484276	0.0151
D(P_AZ_N(-1))	0.703064	0.081787	8.596265	0.0000
C	46.32642	17.86486	2.593159	0.0114
@TREND(2006M01)	0.199847	0.131383	1.521106	0.1323
R-squared	0.502950	Mean dependent var		3.747336
Adjusted R-squared	0.483833	S.D. dependent var		24.92514
S.E. of regression	17.90742	Akaike info criterion		8.655858
Sum squared resid	25012.70	Schwarz criterion		8.773259
Log likelihood	-350.8902	Hannan-Quinn criter.		8.702992
F-statistic	26.30860	Durbin-Watson stat		1.757031
Prob(F-statistic)	0.000000			

La prueba sugiere que la serie es no estacionaria, por lo que se realiza la misma prueba para la primera diferencia de la misma.

Null Hypothesis: DELTA_AZ_N has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.934574	0.0028
Test critical values:		
1% level	-3.511262	
5% level	-2.896779	
10% level	-2.585626	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(DELTA_AZ_N)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:33
 Sample (adjusted): 2006M02 2012M12
 Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DELTA_AZ_N(-1)	-0.320166	0.081372	-3.934574	0.0002
C	1.083469	2.037546	0.531752	0.5964
R-squared	0.160455	Mean dependent var		-0.251661
Adjusted R-squared	0.150091	S.D. dependent var		19.85420
S.E. of regression	18.30369	Akaike info criterion		8.675884
Sum squared resid	27137.03	Schwarz criterion		8.734169
Log likelihood	-358.0492	Hannan-Quinn criter.		8.699299
F-statistic	15.48087	Durbin-Watson stat		1.703457
Prob(F-statistic)	0.000175			

La prueba sugiere que la primera diferencia de la variable es estacionaria.

Null Hypothesis: TC_AZ_N has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.810356	0.0041
Test critical values:		
1% level	-3.511262	
5% level	-2.896779	
10% level	-2.585626	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(TC_AZ_N)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:34
 Sample (adjusted): 2006M02 2012M12
 Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TC_AZ_N(-1)	-0.302029	0.079265	-3.810356	0.0003
C	0.001050	0.002022	0.519064	0.6051

R-squared	0.152000	Mean dependent var	-0.000302
Adjusted R-squared	0.141530	S.D. dependent var	0.019576
S.E. of regression	0.018137	Akaike info criterion	-5.157875
Sum squared resid	0.026646	Schwarz criterion	-5.099590
Log likelihood	216.0518	Hannan-Quinn criter.	-5.134459
F-statistic	14.51881	Durbin-Watson stat	1.674077
Prob(F-statistic)	0.000269		

La tasa de cambio de dicha variable también resulta estacionaria.

Precio nacional de leche larga vida por litro

Null Hypothesis: P_LCH_LV has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.582533	0.7915
Test critical values:		
1% level	-4.073859	
5% level	-3.465548	
10% level	-3.159372	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(P_LCH_LV)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:36
 Sample (adjusted): 2006M03 2012M12
 Included observations: 82 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
P_LCH_LV(-1)	-0.044626	0.028199	-1.582533	0.1176
D(P_LCH_LV(-1))	0.309730	0.107718	2.875376	0.0052
C	93.89168	54.19354	1.732525	0.0871
@TREND(2006M01)	0.289819	0.240487	1.205132	0.2318

R-squared	0.122790	Mean dependent var	7.842459
Adjusted R-squared	0.089051	S.D. dependent var	18.90251
S.E. of regression	18.04125	Akaike info criterion	8.670749
Sum squared resid	25387.95	Schwarz criterion	8.788150
Log likelihood	-351.5007	Hannan-Quinn criter.	8.717883
F-statistic	3.639408	Durbin-Watson stat	1.910111
Prob(F-statistic)	0.016307		

La variable es no estacionaria, por lo que se procede a hallar la primera diferencia de la misma.

Null Hypothesis: DELTA_LCH_N has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.950538	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.593121	
5% level	-1.944762	
10% level	-1.614204	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(DELTA_LCH_N)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:38
 Sample (adjusted): 2006M02 2012M12
 Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DELTA_LCH_N(-1)	-0.602206	0.101202	-5.950538	0.0000
R-squared	0.301553	Mean dependent var		0.152590
Adjusted R-squared	0.301553	S.D. dependent var		22.36910
S.E. of regression	18.69455	Akaike info criterion		8.706316
Sum squared resid	28657.88	Schwarz criterion		8.735459
Log likelihood	-360.3121	Hannan-Quinn criter.		8.718024
Durbin-Watson stat	1.918822			

Dicha variación, o primera diferencia resulta estacionaria.

Null Hypothesis: TC_LCH_LV has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.412823	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.511262	
5% level	-2.896779	
10% level	-2.585626	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(TC_LCH_LV)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:39
 Sample (adjusted): 2006M02 2012M12

Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TC_LCH_LV(-1)	-0.667920	0.104154	-6.412823	0.0000
C	0.002418	0.000946	2.555712	0.0125
R-squared	0.336741	Mean dependent var		7.48E-05
Adjusted R-squared	0.328553	S.D. dependent var		0.009703
S.E. of regression	0.007951	Akaike info criterion		-6.807362
Sum squared resid	0.005120	Schwarz criterion		-6.749076
Log likelihood	284.5055	Hannan-Quinn criter.		-6.783946
F-statistic	41.12430	Durbin-Watson stat		1.884476
Prob(F-statistic)	0.000000			

Así mismo como su tasa de cambio.

Precio por litro de aceite de girasol y otros aceites vegetales

Null Hypothesis: P_AVEG has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.001532	0.9376
Test critical values:		
1% level	-4.073859	
5% level	-3.465548	
10% level	-3.159372	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(P_AVEG)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:43
 Sample (adjusted): 2006M03 2012M12
 Included observations: 82 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
P_AVEG(-1)	-0.012300	0.012282	-1.001532	0.3197
D(P_AVEG(-1))	0.634680	0.089545	7.087811	0.0000
C	103.6004	72.85905	1.421929	0.1590
@TREND(2006M01)	-0.063721	0.574410	-0.110933	0.9120
R-squared	0.467203	Mean dependent var		28.95630
Adjusted R-squared	0.446711	S.D. dependent var		93.79496

S.E. of regression	69.76790	Akaike info criterion	11.37578
Sum squared resid	379669.7	Schwarz criterion	11.49318
Log likelihood	-462.4068	Hannan-Quinn criter.	11.42291
F-statistic	22.79906	Durbin-Watson stat	2.225596
Prob(F-statistic)	0.000000		

Dicha variable es no estacionaria, por lo que se procede a probar su primera diferencia.

Null Hypothesis: DELTA_AVEG has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.838677	0.0002
Test critical values:		
1% level	-2.593121	
5% level	-1.944762	
10% level	-1.614204	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(DELTA_AVEG)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:45
 Sample (adjusted): 2006M02 2012M12
 Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DELTA_AVEG(-1)	-0.304723	0.079382	-3.838677	0.0002
R-squared	0.152323	Mean dependent var		0.163122
Adjusted R-squared	0.152323	S.D. dependent var		76.36841
S.E. of regression	70.31191	Akaike info criterion		11.35573
Sum squared resid	405388.7	Schwarz criterion		11.38488
Log likelihood	-470.2630	Hannan-Quinn criter.		11.36744
Durbin-Watson stat	2.256602			

La primera diferencia de dicha variable resulta estacionaria.

Null Hypothesis: TC_AVEG has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.698991	0.0003
Test critical values:		
1% level	-2.593121	
5% level	-1.944762	
10% level	-1.614204	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(TC_AVEG)
 Method: Least Squares
 Date: 09/09/13 Time: 21:46
 Sample (adjusted): 2006M02 2012M12
 Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TC_AVEG(-1)	-0.286051	0.077332	-3.698991	0.0004
R-squared	0.142995	Mean dependent var		2.29E-05
Adjusted R-squared	0.142995	S.D. dependent var		0.010466
S.E. of regression	0.009689	Akaike info criterion		-6.423641
Sum squared resid	0.007698	Schwarz criterion		-6.394499
Log likelihood	267.5811	Hannan-Quinn criter.		-6.411934
Durbin-Watson stat	2.271719			

Así como la tasa de cambio de la misma.

Anexo número tres. Resultados del modelo econométrico

Vector Error Correction Estimates

Date: 09/16/13 Time: 17:46

Sample (adjusted): 2006M08 2012M12

Included observations: 77 after adjustments

Standard errors in () & t-statistics in []

Cointegrating Eq:	CointEq1
DM_MUL_IPC(-1)	1
DM_MUL_TC_BIO(-1)	0.006535
	-0.01793
	[0.36450]

DM_MUL_TC_AVEG(-1) -0.238488
 -0.07057
 [-3.37963]

DM_MUL_TC_AZ(-1) -0.190952
 -0.04684
 [-4.07637]

DM_MUL_TC_LCH(-1) -0.73699
 -0.16822
 [-4.38106]

DM_MUL_TC_MZ(-1) 0.070206
 -0.01371
 [5.12059]

DM_MUL_TC_TR(-1) -0.015994
 -0.01789
 [-0.89394]

C -0.001323

Error Correction:	D(IPC_M)	D(TC_BIO)	D(TC_AVEG)	D(TC_AZ)	D(TC_LCH)	D(TC_MZ)	D(TC_TR)
CointEq1	0.903422 -0.4047 [2.23232]	-16.51936 -8.96687 [-1.84227]	1.731039 -0.47607 [3.63611]	-0.239937 -1.18414 [-0.20263]	0.210821 -0.42984 [0.49046]	-7.389322 -4.6346 [-1.59438]	6.22508 -5.00799 [1.24303]
D(DM_MUL_IPC(-1))	-1.339943 -0.37944 [-3.53137]	9.401828 -8.40715 [1.11831]	-1.945042 -0.44635 [-4.35765]	0.126994 -1.11023 [0.11439]	0.127785 -0.40301 [0.31708]	6.105673 -4.3453 [1.40512]	-5.540677 -4.69538 [-1.18003]
D(DM_MUL_IPC(-2))	-0.934242 -0.32433 [-2.88055]	7.264171 -7.18604 [1.01087]	-1.423895 -0.38152 [-3.73216]	0.305076 -0.94897 [0.32148]	0.177642 -0.34447 [0.51569]	5.492093 -3.71416 [1.47869]	-1.066676 -4.0134 [-0.26578]
D(DM_MUL_IPC(-3))	-0.599047 -0.26402 [-2.26896]	2.130247 -5.84978 [0.36416]	-1.057628 -0.31058 [-3.40537]	-0.036652 -0.77251 [-0.04745]	0.178913 -0.28042 [0.63802]	4.627708 -3.0235 [1.53058]	-2.164986 -3.2671 [-0.66266]
D(DM_MUL_IPC(-4))	-0.549285	6.218128	-0.513276	0.303194	-0.033995	2.683186	-2.965255

	-0.25347	-5.61604	-0.29817	-0.74164	-0.26921	-2.90269	-3.13655
	[-2.16708]	[1.10721]	[-1.72144]	[0.40882]	[-0.12627]	[0.92438]	[-0.94539]
D(DM_MUL_IPC(-5))	-0.499565	7.178912	-0.466212	0.631484	-0.10211	0.278657	-2.374105
	-0.19926	-4.41487	-0.23439	-0.58302	-0.21163	-2.28186	-2.4657
	[-2.50715]	[1.62608]	[-1.98901]	[1.08313]	[-0.48249]	[0.12212]	[-0.96285]
D(DM_MUL_IPC(-6))	-0.463138	4.529347	-0.249474	-0.221501	-0.15241	2.304891	-1.321896
	-0.17419	-3.85944	-0.2049	-0.50967	-0.18501	-1.99478	-2.15549
	[-2.65884]	[1.17358]	[-1.21751]	[-0.43460]	[-0.82380]	[1.15546]	[-0.61327]
D(DM_MUL_TC_BIO(-1))	-0.005453	-1.393187	-0.018408	0.007952	0.003264	0.078326	0.07587
	-0.00674	-0.14943	-0.00793	-0.01973	-0.00716	-0.07724	-0.08346
	[-0.80858]	[-9.32315]	[-2.32026]	[0.40298]	[0.45566]	[1.01412]	[0.90908]
D(DM_MUL_TC_BIO(-2))	0.000538	-1.252145	-0.019258	-0.009674	-0.000571	0.026236	0.116804
	-0.01023	-0.22672	-0.01204	-0.02994	-0.01087	-0.11718	-0.12662
	[0.05262]	[-5.52296]	[-1.59993]	[-0.32312]	[-0.05255]	[0.22390]	[0.92247]
D(DM_MUL_TC_BIO(-3))	0.007072	-1.00724	-0.012579	-0.008967	-0.009218	0.012435	0.203427
	-0.01115	-0.2471	-0.01312	-0.03263	-0.01185	-0.12771	-0.138
	[0.63414]	[-4.07628]	[-0.95886]	[-0.27479]	[-0.77818]	[0.09736]	[1.47406]
D(DM_MUL_TC_BIO(-4))	0.020847	-1.011377	-0.006697	0.000136	-0.006776	0.124899	0.143699
	-0.01132	-0.25073	-0.01331	-0.03311	-0.01202	-0.12959	-0.14003
	[1.84229]	[-4.03380]	[-0.50310]	[0.00409]	[-0.56381]	[0.96381]	[1.02620]
D(DM_MUL_TC_BIO(-5))	0.023904	-0.509078	-0.007767	0.03122	-0.014365	0.079047	0.215397
	-0.01012	-0.22417	-0.0119	-0.0296	-0.01075	-0.11586	-0.1252
	[2.36270]	[-2.27098]	[-0.65262]	[1.05464]	[-1.33679]	[0.68225]	[1.72046]
D(DM_MUL_TC_BIO(-6))	0.007675	-0.09574	-0.012667	0.010541	-0.01139	-0.023283	0.067425
	-0.00673	-0.14913	-0.00792	-0.01969	-0.00715	-0.07708	-0.08329
	[1.14027]	[-0.64200]	[-1.59993]	[0.53527]	[-1.59337]	[-0.30208]	[0.80954]
D(DM_MUL_TC_AVEG(-1))	0.054418	0.491172	-0.488395	-0.611748	0.083114	0.401051	0.637984
	-0.11608	-2.57193	-0.13655	-0.33964	-0.12329	-1.32932	-1.43642
	[0.46881]	[0.19097]	[-3.57671]	[-1.80115]	[0.67414]	[0.30170]	[0.44415]
D(DM_MUL_TC_AVEG(-2))	0.000441	1.424121	-0.428815	-0.266829	-0.048911	-0.576806	-1.619397
	-0.12375	-2.7419	-0.14557	-0.36209	-0.13144	-1.41717	-1.53135
	[0.00357]	[0.51939]	[-2.94571]	[-0.73692]	[-0.37212]	[-0.40701]	[-1.05750]

D(DM_MUL_TC_AVEG(-3))	-0.2461	8.60808	-0.46924	-0.099362	-0.220445	0.087358	-1.689369
	-0.13332	-2.95386	-0.15683	-0.39008	-0.1416	-1.52672	-1.64973
	[-1.84598]	[2.91418]	[-2.99211]	[-0.25472]	[-1.55684]	[0.05722]	[-1.02403]
D(DM_MUL_TC_AVEG(-4))	-0.222443	4.886715	-0.515087	-0.427898	0.13151	0.083624	-2.466041
	-0.13435	-2.97677	-0.15804	-0.39311	-0.1427	-1.53857	-1.66253
	[-1.65569]	[1.64161]	[-3.25916]	[-1.08851]	[0.92161]	[0.05435]	[-1.48331]
D(DM_MUL_TC_AVEG(-5))	-0.312502	2.256201	-0.509759	-0.317513	0.00968	0.619762	0.852462
	-0.12474	-2.76377	-0.14673	-0.36498	-0.13249	-1.42847	-1.54356
	[-2.50529]	[0.81635]	[-3.47404]	[-0.86996]	[0.07306]	[0.43386]	[0.55227]
D(DM_MUL_TC_AVEG(-6))	-0.271157	-1.758037	-0.217318	-0.940507	-0.013182	-0.174761	-2.327412
	-0.10479	-2.32187	-0.12327	-0.30662	-0.1113	-1.20007	-1.29676
	[-2.58756]	[-0.75717]	[-1.76291]	[-3.06734]	[-0.11844]	[-0.14563]	[-1.79479]
D(DM_MUL_TC_AZ(-1))	0.290716	-4.575155	0.476247	-0.423595	0.021338	-1.518054	1.867126
	-0.10401	-2.30442	-0.12235	-0.30432	-0.11047	-1.19106	-1.28702
	[2.79520]	[-1.98538]	[3.89261]	[-1.39196]	[0.19317]	[-1.27454]	[1.45074]
D(DM_MUL_TC_AZ(-2))	0.167568	-2.170121	0.400901	-0.587092	0.012222	-0.081108	1.404506
	-0.10491	-2.32447	-0.12341	-0.30696	-0.11143	-1.20142	-1.29822
	[1.59725]	[-0.93360]	[3.24851]	[-1.91258]	[0.10968]	[-0.06751]	[1.08187]
D(DM_MUL_TC_AZ(-3))	0.124611	-2.809362	0.306593	-0.334922	-0.079393	-0.703519	2.254144
	-0.10319	-2.28641	-0.12139	-0.30194	-0.1096	-1.18175	-1.27696
	[1.20756]	[-1.22872]	[2.52569]	[-1.10925]	[-0.72438]	[-0.59532]	[1.76525]
D(DM_MUL_TC_AZ(-4))	0.110783	-4.417303	0.112043	-0.322676	0.012874	0.10642	1.405037
	-0.09869	-2.18664	-0.11609	-0.28876	-0.10482	-1.13018	-1.22124
	[1.12254]	[-2.02013]	[0.96511]	[-1.11744]	[0.12282]	[0.09416]	[1.15050]
D(DM_MUL_TC_AZ(-5))	0.101407	-3.247392	0.14527	-0.208071	0.06628	0.360605	1.007169
	-0.08518	-1.88737	-0.1002	-0.24924	-0.09047	-0.9755	-1.05409
	[1.19047]	[-1.72059]	[1.44974]	[-0.83482]	[0.73259]	[0.36966]	[0.95548]
D(DM_MUL_TC_AZ(-6))	0.070442	-0.819198	0.158117	0.121529	-0.036976	-0.320591	0.930622
	-0.0799	-1.77029	-0.09399	-0.23378	-0.08486	-0.91499	-0.9887
	[0.88165]	[-0.46275]	[1.68231]	[0.51985]	[-0.43573]	[-0.35038]	[0.94126]
D(DM_MUL_TC_LCH(-1))	0.850295	-5.108565	1.323618	0.223681	-0.706046	-5.511722	2.766852
	-0.30256	-6.70382	-0.35592	-0.88529	-0.32136	-3.46492	-3.74408
	[2.81030]	[-0.76204]	[3.71887]	[0.25266]	[-2.19707]	[-1.59072]	[0.73899]

D(DM_MUL_TC_LCH(-2))	0.823244	-5.283786	0.999482	0.478118	-0.252227	-4.35021	0.902283
	-0.29171	-6.46342	-0.34316	-0.85354	-0.30983	-3.34067	-3.60981
	[2.82210]	[-0.81749]	[2.91262]	[0.56016]	[-0.81407]	[-1.30220]	[0.24995]
D(DM_MUL_TC_LCH(-3))	0.547472	-6.704911	0.672843	0.600276	-0.195932	-3.229879	3.905159
	-0.24987	-5.53623	-0.29393	-0.7311	-0.26539	-2.86144	-3.09198
	[2.19106]	[-1.21110]	[2.28914]	[0.82106]	[-0.73829]	[-1.12876]	[1.26300]
D(DM_MUL_TC_LCH(-4))	0.601369	-2.904942	0.789525	0.051779	-0.181162	-1.149685	2.317503
	-0.22586	-5.00427	-0.26569	-0.66085	-0.23989	-2.58649	-2.79488
	[2.66261]	[-0.58049]	[2.97165]	[0.07835]	[-0.75520]	[-0.44450]	[0.82920]
D(DM_MUL_TC_LCH(-5))	0.618299	6.549932	0.719111	0.226414	-0.439245	-2.599713	2.948295
	-0.20807	-4.61015	-0.24476	-0.6088	-0.22099	-2.38279	-2.57477
	[2.97159]	[1.42076]	[2.93800]	[0.37190]	[-1.98758]	[-1.09104]	[1.14507]
D(DM_MUL_TC_LCH(-6))	0.355544	5.482447	0.464832	-0.137708	-0.147466	-3.559941	-2.439897
	-0.1841	-4.07903	-0.21656	-0.53867	-0.19553	-2.10828	-2.27814
	[1.93126]	[1.34406]	[2.14640]	[-0.25565]	[-0.75416]	[-1.68855]	[-1.07101]
D(DM_MUL_TC_MZ(-1))	-0.057479	0.965929	-0.126996	-0.105421	-0.002212	-0.206751	-0.213993
	-0.02532	-0.56103	-0.02979	-0.07409	-0.02689	-0.28997	-0.31333
	[-2.27005]	[1.72172]	[-4.26362]	[-1.42292]	[-0.08226]	[-0.71301]	[-0.68296]
D(DM_MUL_TC_MZ(-2))	0.000907	0.211174	-0.05305	-0.076542	0.014856	0.024831	-0.017872
	-0.0244	-0.54057	-0.0287	-0.07139	-0.02591	-0.2794	-0.30191
	[0.03718]	[0.39065]	[-1.84844]	[-1.07221]	[0.57329]	[0.08887]	[-0.05920]
D(DM_MUL_TC_MZ(-3))	0.0445	0.341615	-0.017327	0.002299	-0.018579	0.255203	0.112311
	-0.0235	-0.52077	-0.02765	-0.06877	-0.02496	-0.26916	-0.29085
	[1.89329]	[0.65598]	[-0.62668]	[0.03343]	[-0.74425]	[0.94814]	[0.38615]
D(DM_MUL_TC_MZ(-4))	0.012697	0.565924	0.016377	-0.01928	-0.033823	0.489743	0.071882
	-0.02515	-0.55726	-0.02959	-0.07359	-0.02671	-0.28802	-0.31123
	[0.50482]	[1.01555]	[0.55354]	[-0.26200]	[-1.26617]	[1.70035]	[0.23096]
D(DM_MUL_TC_MZ(-5))	0.018808	0.752102	0.036566	0.053556	-0.013357	0.007827	-0.273727
	-0.02421	-0.53645	-0.02848	-0.07084	-0.02572	-0.27727	-0.2996
	[0.77681]	[1.40201]	[1.28389]	[0.75600]	[-0.51943]	[0.02823]	[-0.91363]
D(DM_MUL_TC_MZ(-6))	-0.036896	0.889083	0.000392	-0.035245	-0.008576	0.030626	-0.257916
	-0.0196	-0.43421	-0.02305	-0.05734	-0.02081	-0.22443	-0.24251

		[-1.88270]	[2.04758]	[0.01698]	[-0.61466]	[-0.41204]	[0.13646]	[-1.06354]
D(DM_MUL_TC_TR(-1))		-0.007028	0.481374	0.024119	0.057102	-0.002568	-0.126622	-0.594879
		-0.01664	-0.36865	-0.01957	-0.04868	-0.01767	-0.19054	-0.20589
		[-0.42241]	[1.30579]	[1.23229]	[1.17295]	[-0.14530]	[-0.66455]	[-2.88932]
D(DM_MUL_TC_TR(-2))		-0.033529	0.058866	0.00688	0.015298	-0.001649	-0.163525	-0.68545
		-0.01898	-0.42054	-0.02233	-0.05554	-0.02016	-0.21736	-0.23487
		[-1.76654]	[0.13998]	[0.30812]	[0.27546]	[-0.08180]	[-0.75233]	[-2.91841]
D(DM_MUL_TC_TR(-3))		-0.034644	-0.372135	0.02767	0.028626	0.022978	-0.270916	-0.570708
		-0.02042	-0.45237	-0.02402	-0.05974	-0.02169	-0.23381	-0.25265
		[-1.69685]	[-0.82263]	[1.15207]	[0.47918]	[1.05962]	[-1.15869]	[-2.25890]
D(DM_MUL_TC_TR(-4))		-0.001209	-0.709624	0.010943	-0.025086	0.035971	-0.419376	-0.348519
		-0.02208	-0.48924	-0.02597	-0.06461	-0.02345	-0.25287	-0.27324
		[-0.05475]	[-1.45045]	[0.42128]	[-0.38828]	[1.53378]	[-1.65847]	[-1.27550]
D(DM_MUL_TC_TR(-5))		0.011562	-0.90689	0.032171	-0.046255	0.008248	-0.153523	0.149011
		-0.01978	-4.38E-01	-0.02327	-0.05787	-0.02101	-0.22651	-0.24476
		[0.58454]	[-2.06939]	[1.38268]	[-0.79925]	[0.39263]	[-0.67778]	[0.60881]
D(DM_MUL_TC_TR(-6))		0.027834	-1.219442	0.041323	-0.048939	0.014644	-0.202196	-0.203843
		-0.01628	-0.36064	-0.01915	-0.04763	-0.01729	-0.1864	-0.20142
		[1.71005]	[-3.38129]	[2.15815]	[-1.02757]	[0.84705]	[-1.08473]	[-1.01203]
C		-0.000526	0.292764	0.006866	0.026596	0.004236	-0.063681	-0.061376
		-0.00734	-0.16268	-0.00864	-0.02148	-0.0078	-0.08408	-0.09086
		[-0.07159]	[1.79960]	[0.79499]	[1.23800]	[0.54321]	[-0.75735]	[-0.67551]
DM_AD_IPC		0.00793	-0.216296	-0.001134	-0.004326	-0.000737	0.06505	0.052214
		-0.00626	-0.1388	-0.00737	-0.01833	-0.00665	-0.07174	-0.07752
		[1.26592]	[-1.55837]	[-0.15392]	[-0.23600]	[-0.11070]	[0.90678]	[0.67357]
DM_AD_TC_BIO		-0.003101	-0.03882	-0.003894	-0.021796	-0.000289	0.00745	-0.001943
		-0.00416	-0.09221	-0.0049	-0.01218	-0.00442	-0.04766	-0.0515
		[-0.74505]	[-0.42097]	[-0.79540]	[-1.78983]	[-0.06532]	[0.15632]	[-0.03773]
DM_AD_TC_AZ		-0.004718	-0.056539	-0.002683	-0.003398	-0.003413	-0.005387	0.014117
		-0.00419	-0.09294	-0.00493	-0.01227	-0.00446	-0.04804	-0.05191
		[-1.12464]	[-0.60834]	[-0.54383]	[-0.27689]	[-0.76607]	[-0.11214]	[0.27196]
R-squared		0.80362	0.91374	0.859855	0.665886	0.799635	0.710014	0.733915

Adj. R-squared	0.502505	0.781474	0.644965	0.153578	0.492409	0.265368	0.325917
Sum sq. resids	0.000925	0.453876	0.001279	0.007915	0.001043	0.121249	0.141573
S.E. equation	0.005551	0.123001	0.00653	0.016243	0.005896	0.063574	0.068696
F-statistic	2.668809	6.908374	4.001377	1.299777	2.602756	1.596808	1.798821
Log likelihood	326.9476	88.39064	314.4419	244.2786	322.3072	139.2097	133.2433
Akaike AIC	-7.271365	-1.075081	-6.946542	-5.124119	-7.150835	-2.395057	-2.240086
Schwarz SC	-5.840731	0.355553	-5.515908	-3.693485	-5.720201	-0.964423	-0.809451
Mean dependent	-5.71E-05	0.000137	1.77E-05	-0.000464	8.14E-05	-0.001073	-0.000955
S.D. dependent	0.007871	0.263122	0.01096	0.017655	0.008276	0.074173	0.083671
Determinant resid covariance (dof adj.)		9.46E-25					
Determinant resid covariance		1.29E-27					
Log likelihood		1618.954					
Akaike information criterion		-33.32349					
Schwarz criterion		-23.09597					

Anexo número cuatro. Pruebas econométricas ejecutadas sobre el modelo

Prueba de normalidad sobre los residuos del modelo

VEC Residual Normality Tests
 Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)
 Null Hypothesis: residuals are multivariate normal
 Date: 09/16/13 Time: 18:53
 Sample: 2006M01 2012M12
 Included observations: 77

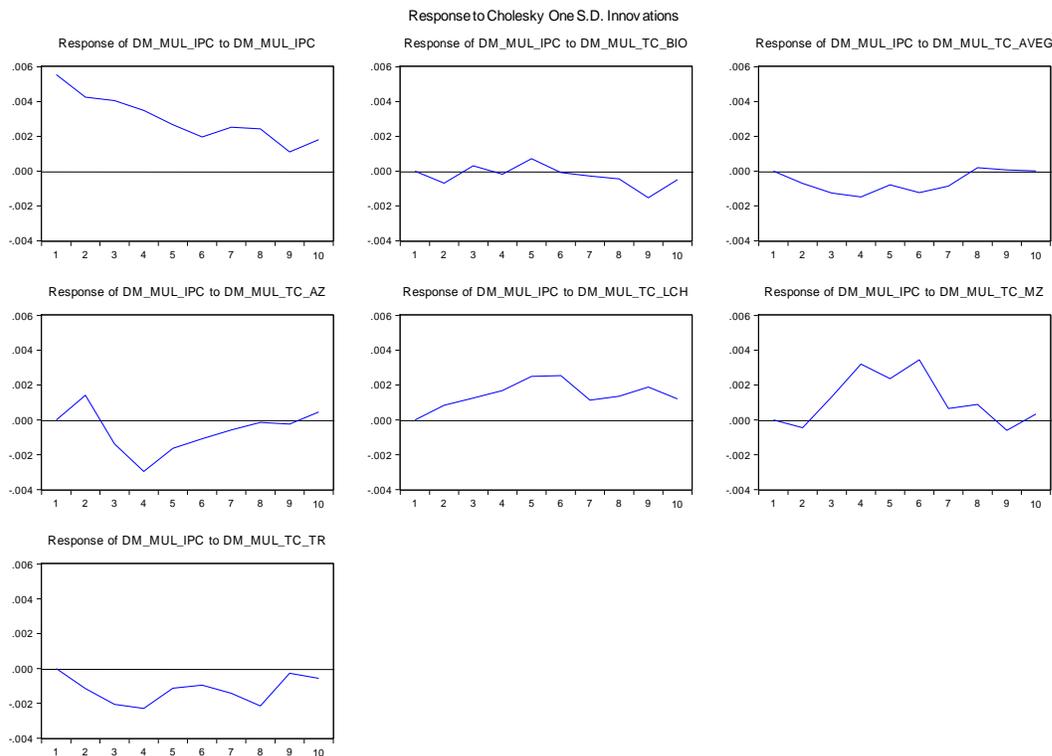
Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.152865	0.299885	1	0.5840
2	0.298643	1.144576	1	0.2847
3	-0.128546	0.212058	1	0.6452
4	-0.194647	0.486221	1	0.4856
5	0.018856	0.004563	1	0.9461
6	0.031992	0.013135	1	0.9088
7	0.431902	2.393926	1	0.1218
Joint		4.554363	7	0.7142

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
-----------	----------	--------	----	-------

1	2.752283	0.196875	1	0.6573
2	2.923310	0.018869	1	0.8907
3	3.136307	0.059610	1	0.8071
4	3.507267	0.825568	1	0.3636
5	2.822265	0.101351	1	0.7502
6	2.472370	0.893177	1	0.3446
7	4.441618	6.667762	1	0.0098
Joint		8.763212	7	0.2701

Component	Jarque-Bera	df	Prob.	
1	0.496760	2	0.7801	
2	1.163445	2	0.5589	
3	0.271667	2	0.8730	
4	1.311789	2	0.5190	
5	0.105914	2	0.9484	
6	0.906312	2	0.6356	
7	9.061688	2	0.0108	
Joint		13.31757	14	0.5017

Anexo número cinco. Gráficos impulso – respuesta



Anexo número seis. Análisis de causalidad – Pruebas de estacionariedad sobre los vectores de perturbaciones

IPC de los alimentos contra la tasa de cambio en la producción de biocombustibles.

Null Hypothesis: RES_IPC_TCBIO has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.963089	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.511262	
5% level	-2.896779	
10% level	-2.585626	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(RES_IPC_TCBIO)
 Method: Least Squares
 Date: 09/10/13 Time: 06:11
 Sample (adjusted): 2006M02 2012M12
 Included observations: 83 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RES_IPC_TCBIO(-1)	-0.470787	0.094858	-4.963089	0.0000
C	-4.80E-07	0.000563	-0.000854	0.9993
R-squared	0.233189	Mean dependent var		-3.42E-05
Adjusted R-squared	0.223722	S.D. dependent var		0.005818
S.E. of regression	0.005126	Akaike info criterion		-7.685181
Sum squared resid	0.002128	Schwarz criterion		-7.626896
Log likelihood	320.9350	Hannan-Quinn criter.		-7.661766
F-statistic	24.63226	Durbin-Watson stat		1.788509
Prob(F-statistic)	0.000004			

IPC de los alimentos contra la variación en miles de litros de la producción de biocombustibles.

Null Hypothesis: RES_IPC_DLBIO has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.980199	0.0001

Test critical values:	1% level	-3.512290
	5% level	-2.897223
	10% level	-2.585861

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(RES_IPC_DLBIO)
 Method: Least Squares
 Date: 09/10/13 Time: 06:13
 Sample (adjusted): 2006M03 2012M12
 Included observations: 82 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RES_IPC_DLBIO(-1)	-0.473692	0.095115	-4.980199	0.0000
C	3.32E-05	0.000567	0.058568	0.9534
R-squared	0.236659	Mean dependent var		-2.18E-06
Adjusted R-squared	0.227117	S.D. dependent var		0.005841
S.E. of regression	0.005135	Akaike info criterion		-7.681447
Sum squared resid	0.002109	Schwarz criterion		-7.622747
Log likelihood	316.9393	Hannan-Quinn criter.		-7.657880
F-statistic	24.80238	Durbin-Watson stat		1.763508
Prob(F-statistic)	0.000004			

IX. BIBLIOGRAFÍA

- BANSE, Martin. JUNKER, Franziska. GERDIEN, Anne. STEHFEST, Elke. TABEAU, Andrzej. WOLTJER, Geert y VAN MEIJL Hans (2012). Biofuel do Brasil? Impact of Multinational Biofuel Mandates on Agri-food Trade. Association of Agricultural Economists (IAAE) Triennial Conference, Foz do Iguaçu, Brasil, 18-24 Agosto.
- BASTIANI, Andrea. GALEOTTI Marzio y MANERA Matteo (2013). Biofuels and food prices: Searching for the causal link.
- BROWN, James A. BEKKERMAN, Anton. ATWOOD, Joseph A. y WATTS, Myles J. (2012). An Assessment of Simultaneous Ethanol Policy Changes on U.S. Ethanol and Related Markets. Agricultural & Applied Economics Association's 2012 AAEA Annual Meeting, Seattle, Washington, agosto 12-14.
- CANO, Carlos (2009). La dominancia alimentaria de la política alimentaria, biotecnología y política de tierras. Borrador número 568 del banco de la república. Consultado el 12 de marzo del 2013.
- CANO, Carlos. VALLEJO, César y CAICEDO, Edgar (2012). "El mercado mundial del café y su impacto en Colombia." Borrador número 710 del Banco de la República. Consultado el 8 de junio del 2013.
- CARRA Beatriz. (2002). "Análisis microeconómico: Equilibrio parcial. Capítulo II, "El consumidor". Numeral 13, "Estática comparativa para el equilibrio del consumidor.
- CARRIQUIRY, Miguel. DONG, Fengxia. DU, Xiaodong. ELOBEID, Amani. FABIOSA, Jacinto F. CHAVEZ, Ed y PAN Suwen (2010). World Market Impacts of High Biofuel Use in the European Union. Center for Agricultural and Rural Development. Working Paper 10-WP 508.

- CICOWIEZ, Martín y DI GRESIA, Luciano. (2004) “Equilibrio General Computado: Descripción de la Metodología”. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de ciencias económicas. Departamento de economía. Trabajo docente número 7. Abril.
- COLOMBIA. Departamento de planeación nacional. Documento CONPES número 3510. Lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia.
- COLOMBIA. Ministerio de minas y energía. Resolución 180687 del 17 de junio de 2003. Regulación técnica de la producción, acopio, distribución y puntos de mezcla de los alcoholes carburantes y su uso en los combustibles nacionales e importados.
- COLOMBIA. Presidencia de la República. Decreto 2629 del 10 de julio de 2007. Disposiciones para promover el uso de biocombustibles en el país.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2012. Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia, 2010-2011.
- ESGUERRA, Maria del Pilar (2008). El comportamiento reciente de la inflación de alimentos y la política comercial agrícola. Borrador número 449 del banco de la república. Consultado el 27 de mayo del 2013.
- GUJARATI, Damodar y PORTER, Dawn (2010). “Econometría”. Editorial McGraw-Hill, quinta edición, capítulo XVII.
- KNORR, E. M. and NG, R. T (1988). Algorithms for Mining Distance-Based Outliers in Large Datasets”. Proceedings of the VLDB Conference. New York, USA, pp. 392–403.
- KRISTOUFEK, Ladislav; JANDA, Karel y ZILBERMAN, David. (2012). Relationship between Prices of Food, Fuel and Biofuel. Europeaan Asociación of Agricultural Economistas, 131o Seminario, Septiembre 18-19, 2012, Praga, República Checa.

- NUNEZ, Héctor M. ONAL, Haro. KHANNA, Mahdi. CHEN, Xiaoguang. HUANG, Haixiao (2011). “A Prospective Analysis of Brazil and the U.S. Biofuel Policies: Impact on Land Use, Greenhouse Gas Emissions, and Social Welfare Using a Spatial Multi-Market Equilibrium Model”. Agricultural and Applied Economics Association. Reunión anual, julio 24-26. Pittsburgh, Pennsylvania.
- PATTON, Myles. BINFIELD, Julian. C.R. Kim, ZHANG Lichun y DAVIS, John. (2012). “Linkages between the energy, biofuel and agricultural sectors.” Agricultural Economics Society, 86a convención anual, Abril 16-18.
- POWER, Gabriel J. y VEDENOV, Dmitry V. (2009). “The Price Shock Transmission during the 2007-2008 Commodity Bull Cycle: A Structural Vector Auto-Regression Approach to the "Chicken-or-Egg" Problem”. Agricultural and Applied Economics Association, Reunión anual, julio 26-28, Milwaukee, Wisconsin.
- PYNDICK. Microeconomía (1995). EDITORIAL Prentice Hall. Tercera edición. Capítulo 16.
- RAMASWAMY, S., RASTOGI, R., and SHIM, K. (2000). “Efficient Algorithms for Mining Outliers from Large Data Sets”. Proceedings of the ACM SIGMOD Conference on Management of Data. Dallas, TX, pp.427–438.
- ROTHER, Larry (2008). With Big Boost From Sugar Cane, Brazil Is Satisfying Its Fuel Needs. Artículo del New York Times, consultado el 12 de marzo del 2013. http://www.nytimes.com/2006/04/10/world/americas/10brazil.html?pagewanted=1&q=Bush%20Brazil%20ethanol&st=nyt&scp=5&_r=0
- SAGHAIAN, Sayed H. “The Impact of the Oil Sector on Commodity Prices: Correlation or Causation? “. (2010). Journal of Agricultural and Applied Economics, volumen 42, número 03.
- SANDERS, Daniel J. BALAGTAS, Joseph VALDES y Gruere, Guillaume P. (2011). “Revisiting the palm oil boom: An examination of consumption in the oils complex”.

Agricultural and Applied Economics Association, 2011 reunión annual, julio 24-26, Pittsburgh, Pennsylvania.

- TAHERIPOUR, Farzad. HERTEL, Thomas W. TYNER, Wallace E. BECKMAN, Jayson F. y BIRUR, Dileep K. (2008). Biofuels and their By-Products: Global Economic and Environmental Implications. Purdue University. Department of Agricultural Economics

- WAHLBERG, Katarina (2008). “Causes and Strategies on World Hunger, Green Revolution versus Sustainable Agriculture”. Global Policy Forum. <http://www.globalpolicy.org/component/content/article/217/46156.html>. Consultado el 23 de mayo del 2013.