
ARCHIVOS DE ECONOMÍA

Evolución Macroeconómica Cuantitativa de la Agricultura y Transformación Estructural 1976-2013

Alvaro Hernando CHAVES CASTRO



Documento 428
Dirección de Estudios Económicos
4 de Junio 2015

La serie ARCHIVOS DE ECONOMÍA es un medio de divulgación de la Dirección de Estudios Económicos, no es un órgano oficial del Departamento Nacional de Planeación. Sus documentos son de carácter provisional, de responsabilidad exclusiva de sus autores y sus contenidos no comprometen a la institución.

Consultar otros **Archivos de economía** en:

<https://www.dnp.gov.co/estudios-y-publicaciones/estudios-economicos/Paginas/archivos-de-economia.aspx>

<http://www.dotec-colombia.org/index.php/series/118-departamento-nacional-de-planeacion/archivos-de-economia>

Evolución Macroeconómica Cuantitativa de la Agricultura y Transformación Estructural 1976-2013

Alvaro Hernando CHAVES CASTRO*
alvaro.chaves@escuelaing.edu.co

Resumen

A partir de una batería de indicadores sobre el comportamiento agregado de la actividad agrícola, se realiza un análisis de los principales hechos estilizados del sector durante el periodo 1975 a 2013, y su relación con las políticas implementadas por el gobierno a lo largo de estos 37 años. El trabajo realiza una estimación y análisis de los ciclos del sector a partir de la metodología de BLANCHARD y QUA (1989) en donde se estima un VAR bivariado para las variables PIB y desempleo del sector. La estimación del VAR, permite realizar un ejercicio de impulso – respuesta relacionada con los efectos sobre el desempleo y la producción de choques de oferta y demanda a los cuales ha estado sujeto el nivel de actividad agrícola. Finalmente, se realiza un análisis de co-movimientos del comportamiento de variables de oferta y demanda y el PIB del sector agrícola, mediante la estimación de las correlaciones de forma contemporánea y rezagada con el fin de identificar que variables de oferta y demanda del sector son pro cíclicas o contra cíclicas.

Palabras clave: Ciclo, productividad multifactorial, hecho estilizado, Vector Auto regresivo VAR

Códigos JEL: E32, C32

* Profesor Asociado e Investigador del Centro de Estudios Económicos del Programa de Economía. Escuela Colombiana de Ingeniería. Este trabajo forma parte de una investigación más completa sobre un diagnóstico del sector agropecuario que se desarrolló con recursos de la Escuela Colombiana de Ingeniería. El autor agradece al estudiante Juan Camilo OSORIO del Programa de Economía por la excelente labor como asistente de investigación. De igual manera agradece al doctor Enrique LÓPEZ ENCISO del Banco de la República por sus valiosos comentarios a una versión anterior del artículo.

Introducción

Dentro de los procesos de transformación que trae el desarrollo económico, el sector agrícola a lo largo del tiempo ha experimentado cambios en su estructura productiva que se reflejan inicialmente en la sustitución en el uso de factores productivos y en la recomposición de la producción por tipos de cultivo. En la actualidad, existen conflictos entre actividades al interior del sector agropecuario como resultado de una orientación insuficiente de recursos hacia la agricultura y por algunos rezagos de tipo tecnológico relacionados con el escaso uso de semillas mejoradas y la deficiente inversión de recursos en investigación y desarrollo.

El problema que enfrenta el sector agropecuario es que la expansión en la producción a través de incrementos en la productividad o de la frontera agrícola, genera un proceso de sustitución de actividades al interior del sector (Sarmiento, 1984). En la actualidad, encontramos una alta dispersión de cultivos a nivel regional, los cuales requieren ser clasificados en función de los procesos tecnológicos y en la intensidad en el uso de factores productivos. No obstante, no existe actualmente un análisis realizado a nivel regional, a partir de información más desagregada, de los cambios que ha experimentado la producción, las hectáreas cultivadas y productividad en el marco de las políticas tendientes a internacionalizar la economía y la institucionalidad materializada, en el tema de política de distribución de la tierra en Colombia.

La propuesta de investigación se centra en un tema que hoy en día cobra gran relevancia en el proceso de desarrollo económico de Colombia, relacionado con los procesos de cambio estructural que el sector agropecuario ha experimentado durante las últimas décadas en el marco de un modelo de desarrollo que incorpora factores demográficos, institucionales y por supuesto económicos.

Se parte de una descripción agregada de la dinámica de la actividad agropecuaria y su relación con el comportamiento agregado de la economía, a partir de la estimación y análisis de los ciclos del PIB agrícola y su relación con variables de oferta y demanda. El objetivo principal de esta parte, es analizar el crecimiento del PIB agropecuario y el comportamiento de factores de demanda, que evidentemente se constituyeron en impulsores de la actividad del sector. En este sentido, se describe el impacto que tuvo los flujos de comercio del sector y el consumo aparente a la luz de las diferentes medidas económicas implementadas en cada uno de los planes de desarrollo implementados durante los últimos 37 años.

El enfoque implementado en este trabajo en el análisis y estimación de ciclos a partir de una gran batería de datos de series de tiempo, permite un análisis diferente de la contribución del sector agrícola al crecimiento global, tal como se hecho en otros análisis, y se centra en la descripción de la naturaleza del ciclo del PIB agropecuario; al tiempo que permite estimar la duración de los choques exógenos tanto de oferta como de demanda a los cuales ha estado sujeta la actividad del sector. Esto es bien importante porque da indicios y ofrece elementos macroeconómicos para resaltar

algunos cambios estructurales experimentados por el sector en este lapso de tiempo.

En síntesis, se encuentra que al aplicar la metodología de BLANCHARD y QUAH (1989) el comportamiento del PIB y el empleo del sector durante los 37 años que cubre el análisis fue procíclico y estuvo fuertemente afectado por choques de demanda externa y choques tecnológicos originados por el lado de la oferta. En efecto, se obtiene evidencia de que el boom de precios internacionales del café y del auge conjunto de los flujos de comercio del sector, están correlacionados positivamente con los periodos de auge y son de naturaleza transitoria, mientras que los choques tecnológicos tienen efectos positivos en la producción y el empleo, al tiempo que son de larga duración.

Este hecho evidencia algunas hipótesis en torno a los cambios estructurales estudiados por autores como LONDOÑO (1984), KALMANOVITZ et al (2006), Jaramillo (2002), entre otros, con el inconveniente que dichos estudios no soportan los resultados en hallazgos empíricos fuertes y aislados de los impactos que pudo haber generado las políticas implementadas en el sector.

El presente trabajo está estructurado en seis secciones de las cuales esta introducción es la primera. En la segunda parte se describen los diferentes hechos estilizados relacionados con el PIB del sector agrícola. En la sección segunda se estima e interpreta los ciclos del sector destacando aspectos relacionados con la duración, la frecuencia y su asimetría. La tercera sección presenta el comportamiento estocástico del producto y la tasa de desempleo y se aplica la metodología propuesta por BLANCHARD y QUAH (1989) con el fin de incorporar el efecto de otro tipo de variables diferentes al PIB agropecuario en las fluctuaciones a lo largo del tiempo. En la sección cuarta, se presenta un análisis de los movimientos del PIB del sector agrícola y variables de oferta y demanda con el fin de identificar qué tipo de variables se mueven con el ciclo del PIB y cuáles no, al tiempo que se destaca el papel de las políticas contra cíclicas implementadas por el gobierno durante el periodo de análisis. Finalmente se presentan las conclusiones.

I. Hechos Estilizados en la Actividad Agropecuaria

Uno de los fenómenos económicos en los que existe consenso por parte de los economistas es el relacionado con las fluctuaciones o movimientos del producto, el empleo y los precios. La teoría del crecimiento económico ha explicado los factores que determinan el crecimiento de largo plazo de las economías, las expansiones y recesiones que se presentan a lo largo del tiempo que están asociadas con movimientos en el nivel de empleo. Las fases recesivas de la actividad económica, normalmente están acompañadas de largos periodos de alto desempleo y en algunos casos por periodos de deflación en donde el nivel general de precios, entre otras cosas, tiende a caer debido a una débil demanda agregada.

El nivel de actividad agrícola colombiano también ha estado sujeto a grandes fluctuaciones y ha jugado un papel central en el desempeño global de la economía colombiana. Desde una perspectiva de largo plazo, Colombia adoptó una estrategia de crecimiento de la actividad agrícola caracterizada por una rápida expansión de la producción de café y de las exportaciones durante finales del siglo 19 y comienzo del siglo 20 (Berry, 1970). De acuerdo con OCAMPO (1984, 1991) a lo largo del siglo 20 la participación del PIB agrícola con relación al PIB total ha estado influenciada por la dinámica de la producción de café y ha sido el principal commodity exportador por varios años en este periodo.

En esta sección se describen y caracterizan los principales hechos estilizados o regularidades empíricas del PIB agrícola para explicar las fases de auge y de expansión de la actividad del sector a la luz de las políticas agrícolas implementadas por el gobierno en los diferentes planes de desarrollo. Al evaluar la contribución de la agricultura al desarrollo económico en Colombia, no solo se debe tener en cuenta que tan rápido creció el PIB del sector sino también cuánto de ese crecimiento ayudó al crecimiento total de la economía.

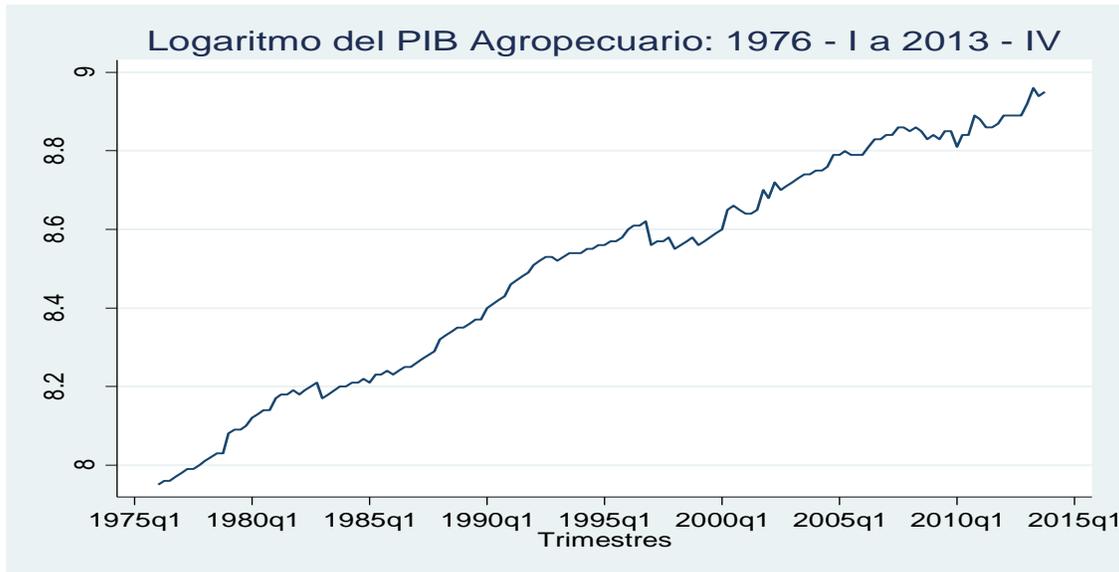
Una contribución significativa del sector agrícola al total de la economía, podría ser el resultado simplemente de una buena dotación de recursos naturales, pero también podría ser el resultado de una política efectiva diseñada por el gobierno, caracterizada por la provisión de bienes públicos como la infraestructura, la investigación y el desarrollo (I + D) encaminada a mejorar el nivel de tecnología, la provisión de recursos financieros por parte del gobierno o instituciones privadas, el mantenimiento apropiado de incentivos a los precios de los productos agrícolas y otros aspectos tributarios y algunos subsidios.

De igual forma, la política comercial plasmada en la celebración de Tratados de Libre Comercio podría ayudar a un mejor desempeño del sector agrícola, en la medida en que el proceso de desgravación arancelaria afecta el precio relativo de los bienes agrícolas y las condiciones de acceso afectan el tamaño del mercado y su estabilidad.

1.1. Dinámica y Comportamiento del PIB Agropecuario

Uno de los hechos macroeconómicos sobresalientes durante los últimos 37 años en Colombia ha sido el crecimiento del PIB del sector agrícola. El gráfico 1 describe el comportamiento del PIB real agropecuario de la economía colombiana durante el periodo 1976 a 2013. La tasa de crecimiento promedio durante los últimos 37 años fue de 2.6%.

Gráfico 1



Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE, Sistemas de Cuentas Nacionales. Se realizó un ejercicio de empalme mediante retropolación a través de la aplicación de tasas de crecimiento.

No obstante, el nivel de actividad del sector ha presentado periodos de auge y caídas, tanto en su nivel como en la tasa de crecimiento. En efecto, en la segunda mitad de la década de los 70 el PIB agropecuario creció a una tasa promedio de 3.9%, entre 1981 y 1997 creció 2.5% y entre 1998 y 2013 el crecimiento promedio del sector fue de 2.4%. Lo anterior implica, que el PIB del sector en la actualidad es cerca de 2.3 veces mayor que el de finales de los 70, 1.4 veces mayor que el del 90 y 1.3 veces más grande que el año 2000.

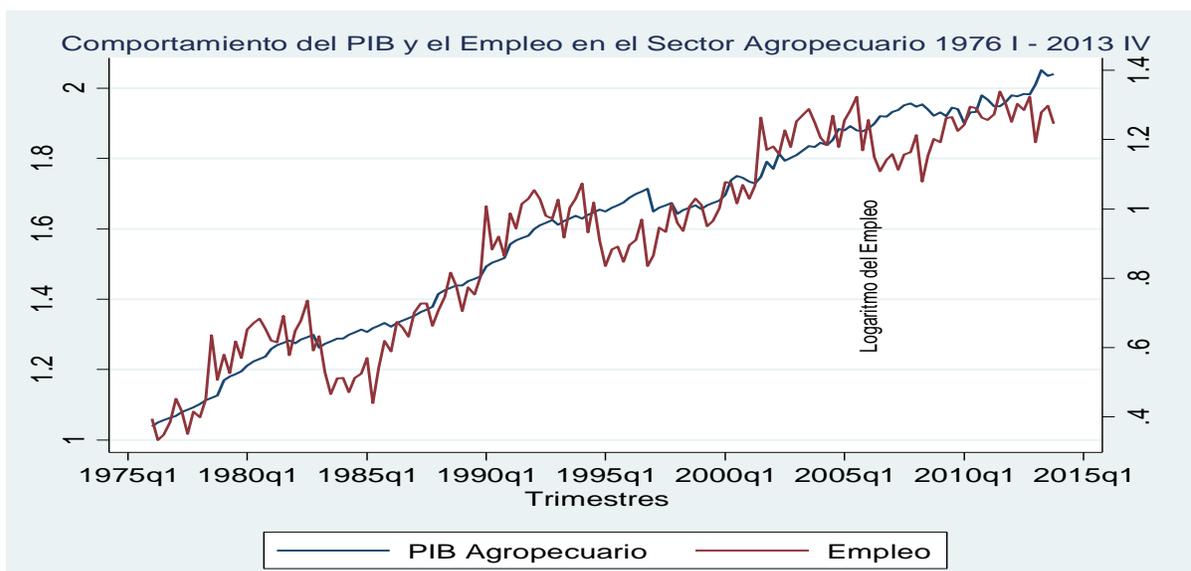
La tasa de crecimiento promedio más alta se alcanzó a finales de la década de los 70, periodo que coincide con el boom exportador del sector cafetero y que de acuerdo como autores como Berry (1970) y Ocampo (1984), la importancia del PIB agropecuario en el total de la economía se alcanzó una vez el café se convirtió en el sector líder del país. No obstante, en la década de los 80 y finales de los 90 la dinámica del PIB del sector se vio afectada negativamente por fenómenos como la caída de precios internacionales en los 80 y la recesión del año 99 que afectó negativamente a la mayoría de sectores económicos. En la siguiente sección volveremos a analizar con más detalle cada uno de las fases del ciclo agropecuario.

Pero cuáles han sido las fuentes de crecimiento del sector agropecuario?.

Existen una serie de hechos estilizados del crecimiento económico que podrían explicar desde el punto de vista macroeconómico la dinámica del PIB agropecuario. El primero de ellos, es que el crecimiento del producto refleja el crecimiento tanto de la mano de obra, tierra, maquinaria; así como la productividad laboral. Para el caso del sector agropecuario, el crecimiento promedio del empleo entre 1976 y 2013 fue de 2.4% muy cercano al crecimiento promedio obtenido por el PIB agropecuario

en este mismo periodo; mientras que la productividad laboral del sector creció a una tasa promedio de 0.09%, menos de un punto porcentual. La dinámica del PIB agropecuario en este periodo ha evolucionado a la par con el crecimiento del factor trabajo, tal como se evidencia en el gráfico 2.

Gráfico 2



Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE: Sistema de Cuentas Nacionales y Gran Encuesta Integrada de Hogares.

El gráfico revela la dinámica del PIB agropecuario y el nivel de empleo durante los últimos 37 años, en donde en escala derecha se mide el logaritmo del empleo y en escala izquierda el logaritmo del PIB. En general el empleo y el producto durante este periodo exhiben una tendencia creciente, con la característica de importantes fluctuaciones del empleo alrededor de la tendencia del PIB. Parte de las fuertes fluctuaciones del empleo en el sector agrícola se debe a los factores de tipo estacional presentes en cada una de las actividades del sector y también por algunos factores demográficos producto de flujos migratorios de la mano de obra entre actividades.

En efecto, de acuerdo con Londoño (1984), en una economía con bajos niveles de ingreso, el sector agropecuario constituye la fuente primordial de empleo de la población; y uno de los hechos estilizados del desarrollo es la disminución relativa de esta importancia del sector rural como generador de empleo y el desplazamiento de la mano de obra hacia otros sectores.

En cuanto al comportamiento del empleo en el sector existen unos episodios bien marcados. Por ejemplo, la tasa de crecimiento promedio entre 1980 y 1976 fue de 2.9%, entre 1990 y 1980 fue de 1.8% y entre 2013 y 2000 fue de apenas 1.2%. Las anteriores tasas de crecimiento del factor empleo podrían reflejar una menor contribución de la mano de obra en el crecimiento del PIB agropecuario y un uso

cada vez menos intensivo de la mano de la misma en las actividades agropecuarias¹. En efecto, el nivel de mano de obra disponible en el sector en 1980 fue 1.5 veces más grande del existente a mediados de la década de los 70, el de 1990 fue 1.4 veces más grande que el de 1980 y el del 2013 fue 1.3 veces más alto que el de comienzos de esta década.

Un ejercicio inicial para estimar la relación entre el empleo y el comportamiento de la producción agrícola durante este periodo, fue estimar una regresión que toma como variable dependiente la primera diferencia del logaritmo del PIB agropecuario y como variable independiente la primera diferencia (tasa de crecimiento) del empleo del sector, muestra que un incremento de 1% en el empleo generó en promedio, durante los últimos 37 años, un incremento en el PIB agrícola de 4.3%, estimación que resulta ser estadísticamente significativa².

Dicha trayectoria agregada del PIB y el empleo en este periodo, se encuentra cercana al hecho estudiado por algunos especialistas en ciclos económicos como OKUN (1962), PRESCOTT (1986) y CAMPBELL y MANKIWI (1987a), entre otros, quienes defienden la noción de que el nivel de actividad de la economía fluctúa alrededor de una tendencia suave de largo plazo de la producción.

Más adelante se realizara un ejercicio más completo de estimación de los ciclos en el sector agropecuario que sigue algunas metodologías estándar implementadas por estos autores.

Por el momento, la principal conclusión que se puede extraer de este primer hecho estilizado es el comportamiento tendencial entre el nivel de actividad económica y el empleo en el sector agropecuario. Dicho comportamiento del empleo al parecer no es novedoso, pues en el trabajo de LONDOÑO (1984) se observa, que a partir del decenio, la reasignación de la mano de obra en Colombia ha resultado mucho más veloz de lo que cabría esperarse en la experiencia de otros países. El autor a partir de un análisis estructural de largo plazo, concluye que la rápida movilidad espacial de la fuerza de trabajo desde comienzos de la década del cincuenta, contribuyó a que a partir de este periodo de quiebre, la brecha de productividades en el sector rural se acortara más rápido de lo que los patrones internacionales permitieran esperar.

El segundo hecho estilizado a nivel macroeconómico en el comportamiento del PIB tiene que ver con la contribución de los factores productivos como capital, empleo y

¹ De acuerdo con KALMANOVITZ y LÓPEZ (2007), a partir de la década de 1970 la intensidad del capital cae, acompañada de una creciente productividad de todos los factores que se acelera en especial en la última década del siglo XX. No obstante, de acuerdo con el autor, el uso del factor trabajo se mantuvo constante a lo largo de los primeros cuarenta años del medio siglo y se intensifica en la última década.

² Si bien, el ejercicio da una noción general sobre el comportamiento entre producción y empleo, rigurosamente deja de lado el tema de la simultaneidad y la causalidad que se puede presentar en esta relación. Para abordar este análisis, más adelante se estima un VAR estructural, que entre otras cosas, se caracteriza por introducir elementos teóricos alrededor del fenómeno.

conocimiento (estado de la tecnología) sobre el crecimiento de la producción del sector. Con el fin de realizar dicho análisis, se realiza un análisis de contabilidad de crecimiento de la producción agropecuaria que consiste en estimar el efecto de factores productivos como el empleo, stock de capital y del crecimiento de la Productividad Total de los Factores – PTF; que va muy en línea con los trabajos originales de SOLOW (1957) y de otros más recientes como los de Barro et al (1995).

La estimación de la PTF para el sector agrícola introduce el efecto del aumento del capital inducido por el incremento de la eficiencia productiva. Para tal efecto, se estima la contribución de los factores productivos capital y mano de obra en el crecimiento del PIB agropecuario, introduciendo este efecto tal como se hace en el trabajo de HAYASHI y PRESCOTT (2008), quienes parten de la siguiente definición:

$$(3) TFP \equiv \frac{Y_t}{K_t^\theta (h_t E_t)^{1-\theta}}$$

Donde Y_t es el PIB del sector agrícola en el periodo t, K_t es el stock de capital, E_t es el nivel de empleo, h_t es el número de horas promedio trabajadas por persona, $(h_t E_t)$ es igual al total de horas trabajadas, y θ es la participación de los ingresos del capital en el total del producto. A partir de las estimaciones econométricas previas, se encontró un valor del parámetro $\theta = 0.55$, que es el que se utilizara para el análisis de contabilidad de crecimiento. Al utilizar un poco de álgebra en la definición de la PTF, se puede encontrar una expresión para el PIB por trabajador que se puede descomponer en cuatro factores, de la siguiente manera:

$$(4) \frac{Y_t}{N_t} = TFP_t^{1/(1-\theta)} * \left(\frac{K_t}{Y_t}\right)^{\theta/(1-\theta)} * \left(\frac{E_t}{N_t}\right) * h_t$$

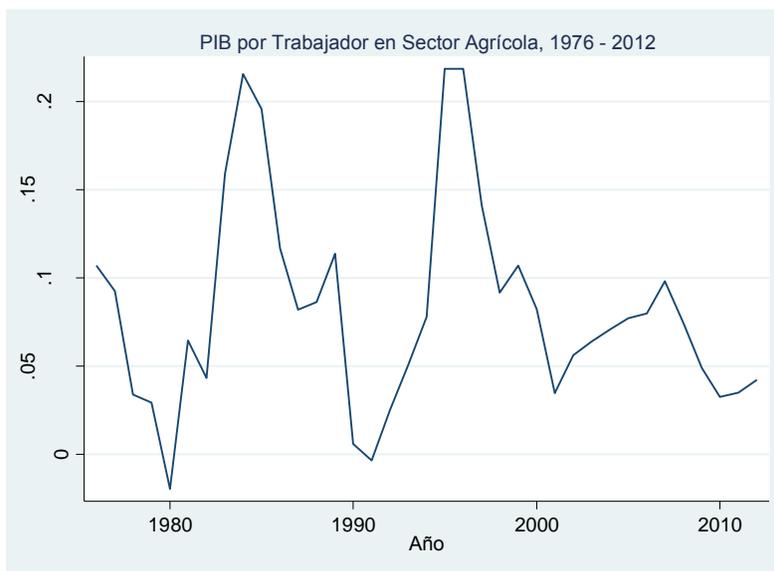
Donde N_t es la población en edad de trabajar. La expresión (4) muestra que, en el largo plazo donde la relación capital – producto $\left(\frac{K_t}{Y_t}\right)$, la tasa de ocupación $\left(\frac{E_t}{N_t}\right)$ y las horas trabajadas por persona son constantes, la tendencia del producto por trabajador $\left(\frac{Y_t}{N_t}\right)$ está dada por PTF, es decir por el factor $TFP_t^{1/(1-\theta)}$. Según HAYASHI y PRESCOTT (2008), la potencia $1/(1 - \theta)$ refleja el hecho que un aumento de la productividad total de los factores (TFP) genera un incremento proporcional en el stock de capital, por tanto el factor capital – producto $(K_t/Y_t)^{\theta/(1-\theta)}$, representa únicamente la parte de la acumulación del capital no inducida por el crecimiento de la TFP³. El lado izquierdo de la ecuación (4) se presenta en el gráfico 3. Es importante resaltar, que en la estimación econométrica del parámetro θ , adicional al método de estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (M.C.O), se utilizó una

³ Esta fórmula ha sido adoptada por KING y LEVINE (1994), HAYASHI y PRESCOTT (2002), y otros. KLENOW y RODRIGUEZ – CLARE (1997) discuten las ventajas y desventajas de esta forma para abordar la contabilidad del crecimiento comparada con la forma estándar de descomposición del producto entre la TFP, crecimiento del capital y de la mano de obra.

estimación recursiva de M.C.O que permite que las participaciones factoriales sean variables en el tiempo⁴.

El cuadro 1 presenta la tasa de crecimiento promedio anual del PIB por trabajador y sus cuatro factores que sugiere la expresión (4) durante el periodo 1976 a 2012.

Gráfico 3



Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE: Sistema de Cuentas Nacionales. La variable PIB se encuentra en pesos constantes del año 2005.

Para el periodo 1976 a 1980 se presenta una caída en la tasa de crecimiento promedio del producto por trabajador de -0.8%, que es consistente con la disminución experimentada por la TFP, a pesar de que la relación capital producto se incrementó significativamente 1.42%. Para la década comprendida entre los años 1980 a 1990, el producto por trabajador se recupera y experimenta un crecimiento promedio de 0.8%, un poco por debajo del crecimiento experimentado por la TFP que fue de 0.58%. (Ver gráfico 3).

El crecimiento de la productividad del sector después de la década de los noventa es notable y compensó el pobre desempeño de la relación capital – producto y del nivel de empleo en el sector. En efecto, la tasa de crecimiento promedio de la TFP fue de 2.24% entre 1990 y 2000 y de 2.52% entre 2000 y 2012. Sin embargo, el crecimiento de la TFP en este periodo no se reflejó en un crecimiento similar al del producto por trabajador, pues este apenas decreció en promedio -0.66% entre 1990 y 2000, y decreció -0.36% en el periodo 2000 a 2012. El factor que describe a la relación capital – producto después de experimentar un crecimiento vigoroso de

⁴ Sin embargo, los resultados de M.C.O recursivos en magnitud son muy cercanos a los encontrados por M.C.O con parámetros fijos o constantes en el tiempo. Esto implica, que a pesar de que estos varían en el tiempo, las participaciones de los diferentes factores en el producto son relativamente estables durante el periodo de análisis.

1.42% en la segunda mitad de los 70, ha presentado un decrecimiento sostenido en las posteriores décadas, y sugiere que su dinámica a través del tiempo no ha sido inducida por el crecimiento del factor de la TFP, dada la especificación adoptada para la función de producción (Gráfico 3).

Cuadro 1. Contabilidad del Crecimiento					
Tasa de Crecimiento Promedio Anual					
Periodo	PIB por Trabajador Y_t/N_t	Factor TFP $TFP^{1/(1-\theta)}$	Relación capital - producto $(K_t/Y_t)^{\theta/(1-\theta)}$	Tasa de Ocupación E_t/N_t	Horas Trabajadas por Trabajador h_t
1976 - 1980	-2,50	-3,85	1,42	0,00	-0,01
1980 - 1990	0,23	0,58	-0,34	0,00	0,00
1990 - 2000	0,69	2,24	-1,41	-0,10	-3,41
2000 - 2012	-0,36	2,52	-2,29	-0,53	-6,60

Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE. Sistema de Cuentas Nacionales.

Nota: Promedio geométrico. Y_t : PIB real, K_t : Stock de capital, E_t : Empleo, N_t : Población en edad de trabajar y h_t : Horas promedio por persona empleada.

Es importante resaltar, que el ejercicio de fuentes de crecimiento útil desde el punto de vista de caracterizar la dinámica de la producción, ha presentado críticas desde el punto de vista teórico. La estimación de la PTF en presencia de varios productos e insumos implica básicamente resolver problemas de agregación (CEPAL, 1997). Si en el contexto de la teoría económica, se parte del concepto de función de producción neoclásica, rendimientos constantes a escala y conductas optimizadoras, la estimación econométrica provee los parámetros estructurales (elasticidades producto de los factores) lo que permite la agregación de los factores de producción y por ende de la determinación de la PTF como un residuo entre el cambio experimentado en el producto y en los insumos.

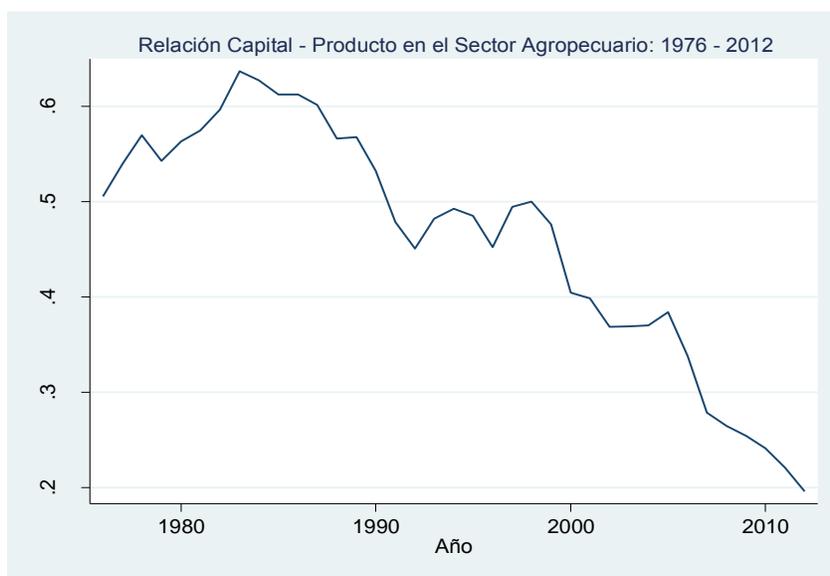
Los análisis de estimación de la PTF y contabilidad del crecimiento del PIB agropecuario realizados en esta sección permiten extraer las siguientes conclusiones. Uno de los hechos macroeconómicos más importantes durante el periodo 1976 y 2012 fue el crecimiento persistente del PIB por trabajador del sector agropecuario sobre todo en el periodo de 1980 a 2000. El crecimiento del PIB agropecuario durante este periodo se debe en gran parte al crecimiento del producto por trabajador, más que a la expansión en el cambio técnico medido a través de la PTF, contrario a lo mencionado por autores como KALMANOVITZ et al (2006).

La contribución del cambio tecnológico al crecimiento del PIB del sector ha presentado una tendencia creciente a lo largo de estos 37 años. Por su parte, la relación capital – producto a largo de estos 37 ha presentado una tendencia decreciente, excepto en el periodo 1991 a 1995, en donde la participación del stock de capital del sector con relación al PIB se favoreció en parte por el incremento en la importación de tractores y maquinaria agrícola, en parte por el aumento en la tasa de ahorro.

El análisis de contabilidad de crecimiento durante en este periodo, muestra una fuerte contribución del factor trabajo comparado con el del stock de capital, y muy poca contribución del crecimiento de la PTF. Este hecho coincide con el análisis realizado por autores como KALMANOVITZ (2006) y el GRECO (2002), según el cual, las formas modernas de producir en el sector se hicieron dominantes y el desenvolvimiento de la economía colombiana se fue haciendo cada vez más dependiente de la acumulación de los factores productivos y del aumento de la población económicamente activa en el sector; estimularon la configuración de una modalidad de crecimiento basada en el uso intensivo de factores (KALMANOVITZ, 2006, p. 16).

En el gráfico 4 se presenta la evolución de la relación capital producto durante el periodo de análisis. Después de alcanzar un máximo en el año 1983, en donde la relación experimento un crecimiento de 14% con relación al año 1976, se observa una tendencia decreciente hasta alcanzar un mínimo en el año 2012 en donde la relación experimento un crecimiento negativo de -35.6%. La disminución sostenida desde 1983 de la relación capital – producto podría estar explicado por menores inversiones en el sector agrícola que coincide con un descenso vertiginoso en el inventario de tractores que comienza a partir del año 1983 (Uribe, 1998) y por otra parte, de un incremento del producto por trabajador al utilizar intensivamente la mano de obra⁵.

Gráfico 4



Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE: Sistema de Cuentas Nacionales. Las variables PIB y stock de capital se encuentran en pesos constantes del año 2005.

⁵ No obstante, se sabe que los insumos utilizados en la agricultura son tierra, mano de obra, fertilizantes, semillas, maquinaria y riego. Adicionalmente, su importancia varía de acuerdo con las características del cultivo, la zona de producción y el país.

Sin embargo, entre 1991 y 1995 la relación capital – producto experimento una tasa de crecimiento positivo de 5.3% explicado en parte por el aumento en las importaciones de maquinaria agrícola que estimuló la rebaja arancelaria en el marco de la apertura económica en este periodo.

En efecto, la importación promedio anual de tractores en los años noventa fue de 585 unidades, y el número de tractores entre 1991 y 1995 paso de 523 tractores a 811 tractores, lo que equivale a una tasa de crecimiento de 55%.

De acuerdo con URRUTIA et al (2002) parte de la financiación de la inversión agregada de la economía se debió gracias al ahorro externo. La cual se dio con mayor intensidad entre 1993 y 1995, hecho que podría ayudar a explicar la recuperación de la relación capital – producto entre 1991 y 1995.

En el trabajo del GRECO del Banco de la República, se realiza una excelente revisión de los trabajos que han ofrecido evidencia empírica en torno a la elasticidad de la demanda por importaciones de bienes de capital. En efecto de acuerdo con dicha revisión se encuentra que la elasticidad de la demanda de importaciones de bienes de capital con respecto a los precios, son bastante altas para el sector agrícola y además estas son bastante sensibles a las restricciones cuantitativas al comercio internacional. Por consiguiente, es posible que en la apertura de la década de los noventa, la demanda por importaciones de bienes de capital aumento en el sector agropecuario con relación a la importación de otro tipo de bienes.

II. Interpretación del Ciclo del PIB Agropecuario y las Políticas Económicas

Como se mencionó al comienzo de la presente sección, el PIB agropecuario al igual que el PIB total de la economía ha estado sujeto a periodos de auge y caídas en la actividad económica, que podrían estar explicados por factores tanto de oferta como de demanda. Esta sección ofrece, en primer lugar, una estimación del ciclo en términos macroeconómicos para el PIB agropecuario y una interpretación de las diferentes fases comprendidas en los últimos 37 años que abarca el periodo 1976 a 2013⁶.

Como se comentó en la primera parte, existe evidencia de una sustancial fluctuación del PIB del sector agropecuario durante el periodo 1976 a 2013⁷. Las fluctuaciones del PIB normalmente se encuentran asociadas con movimientos en la tasa de desempleo en el sector agropecuario, el cual se representa en el gráfico 5. Es bien

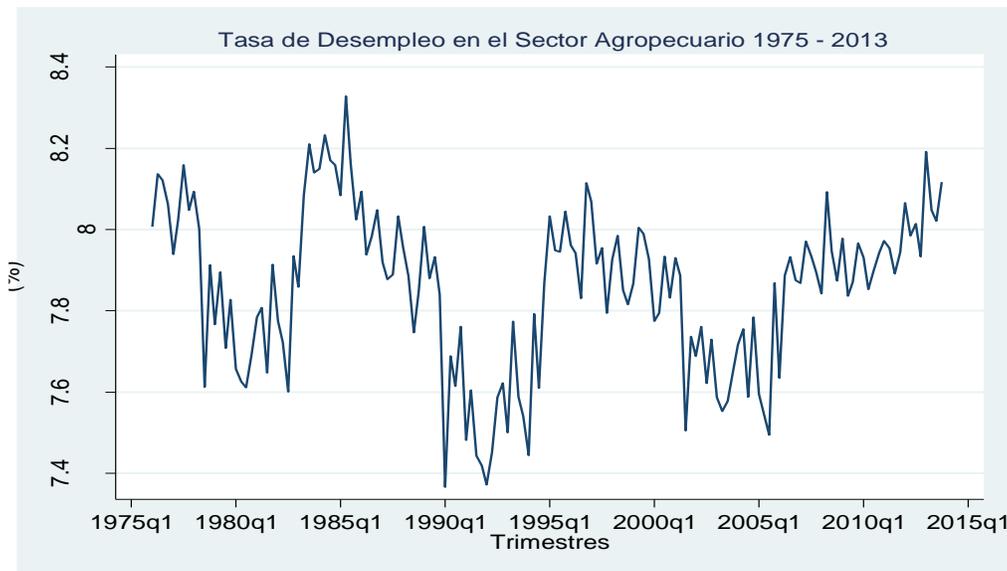
⁶ En estricto, una estimación más completa del ciclo en el sector agropecuario requiere tener en cuenta los componentes estacionales en cada una de las actividades del sector, tanto agrícolas (cultivos) como pecuarias. No obstante, la metodología que se aborda en el presente trabajo es desde el punto de vista de la econometría de series de tiempo.

⁷ Es importante resaltar que a pesar del tratamiento estadístico de desestacionalización que se realizó a la serie trimestral del PIB, esta exhibe fluctuaciones significativas a lo largo del tiempo.

conocido que los movimientos en el desempleo están asociados con fluctuaciones en el bienestar: los periodos de auge económico y de expansión, trae consigo reducciones en la tasa de desempleo, mientras que en los periodos de recesión y crecimiento débil de la producción, la tasa de desempleo tiende a incrementarse.

El comportamiento del desempleo con relación al ciclo económico ha sido abordado en muchos estudios a nivel empírico cuya finalidad ha sido estimar el comportamiento pro cíclico del desempleo (BLANCHARD y FISCHER, 1986). Para el sector agrícola en particular, el gráfico 5 revela como tendencia general, un comportamiento cíclico para la tasa de desempleo, con un periodo inicial de descenso sostenido de la misma registrado entre la segunda mitad de la década de los 70 y culmina en el tercer trimestre de 1980. Durante este periodo la tasa promedio de desempleo fue de 7% y experimento una reducción de 0,39 puntos porcentuales al pasar de 8% en el primer trimestre de 1976 a 7,6% en el tercer trimestre de 1980. El comportamiento decreciente de la tasa de desempleo en el sector coincide con el crecimiento sostenido del PIB del sector, explicado entre ostra cosas por el boom del sector cafetero.

Gráfico 5



Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE: Gran Encuesta Integrada de Hogares - GEIH.

A partir de 1982 se observa un comportamiento ascendente en la tasa de desempleo hasta el segundo trimestre de 1985 en donde la tasa de desempleo registra un máximo histórico de 8,3%. La tasa promedio desempleo durante este periodo fue de 8%, comportamiento que puede ser atribuido a una fase de precios internacionales bajos del café. De acuerdo con Ocampo (1991), luego del retorno al periodo de paz y de la recuperación de los precios internacionales, la producción de café en Colombia mostró una pequeña mejora, a pesar de una ineficiente organización de la mano de obra bajo el existente régimen laboral de aquel entonces.

En la segunda mitad de los 80 se presenta un fuerte incremento en los precios del café y un auge exportador en este producto. Dicho fenómeno podría explicar la caída sostenida que experimenta la tasa de desempleo en el sector al pasar de un máximo de 8,3% a un mínimo de 7,3% en el primer trimestre de 1990, es decir la tasa de desempleo se redujo en 1 punto porcentual. Una vez se profundiza el proceso de apertura económica en la segunda mitad de los noventa, la tasa de desempleo exhibe un comportamiento ascendente hasta alcanzar un máximo en este periodo 8%, que coincide con la fase recesiva que experimento el PIB del sector agropecuario y en general el de toda la economía.

En el periodo reciente, la tasa de desempleo del sector ha presentado un aumento sostenido al pasar de 7,7% en 2001 a 8,1% en el cuarto trimestre de 2013, es decir se presentó un aumento de la tasa de 0,4 puntos porcentuales. Al aislar los factores de tipo demográfico y los diferentes flujos migratorios del campo a la ciudad, como tendencia general se observa comportamiento contracíclico en la tasa de desempleo del sector con un nivel promedio de 7,8% a lo largo de estos 37 años, pero se ubica en un nivel muy por debajo de la tasa de desempleo de toda la economía.

A nivel macroeconómico, resulta interesante describir las fluctuaciones del PIB agropecuario y el comportamiento asociado con otras variables y analizar cómo estos eventos específicos pueden estar asociados a las medidas de política que el gobierno podría implementar a lo largo del tiempo. El objetivo de este acápite es estimar el ciclo del PIB agrícola y realizar una caracterización del mismo. En este sentido se determina la duración de las fases expansivas y contractivas, tratando de cuantificar si las fluctuaciones del PIB generadas por cambios en la demanda o en la oferta del sector resultan ser transitorias o permanentes. Para llevar a cabo este análisis se adopta un enfoque de series de tiempo que consiste en analizar las propiedades estadísticas de las series históricas del PIB y de variables relacionadas con la demanda y la oferta para el sector agropecuario.

2.1 Tendencias versus Ciclos y el Efecto de los Choques sobre el PIB Agropecuario

De acuerdo con BLANCHARD y FISCHER (1986), el primer estudio sistemático del ciclo a partir de un enfoque de series de tiempo fue realizado por Burns and Mitchell cuya metodología se plasmó en el libro *Measuring Business Cycles*, publicado por el National Bureau Economic Research – NBER en el año de 1946. En este libro los autores visualizaron el ciclo económico como un fenómeno que permite la construcción de una cronología generalmente aceptada para los “turning points” o puntos de inflexión que experimenta la actividad económica. En el libro los autores definen el ciclo de la siguiente manera: “El ciclo es un tipo de fluctuación muy común en el nivel de actividad económica agregada de los países que organizan las actividades productivas principalmente a través de firmas: un ciclo está compuesto de expansiones que suceden simultáneamente en diferentes actividades, seguidas generalmente por recesiones, contracciones y recuperaciones que se funden entre

la fase de expansión del siguiente ciclo; esta secuencia de cambios es recurrente pero no periódica; la duración del ciclo económico varía desde un año a diez o 12 años; los cuales no se pueden dividir en ciclos más cortos de carácter similar con amplitudes aproximadamente similares”.

La definición empírica dada por BURNS y MITCHELL ha sido un elemento clave, dada su descripción de las fluctuaciones cíclicas en términos de su amplitud, duración y alcance; así como la definición del ciclo asociado a un intervalo de duración (entre un año y 10 o 12 años). La definición de ciclo también fue importante por la noción de co – movimiento entre las series de tiempo macroeconómicas cuando ellos definen el concepto de “puntos de inflexión” (turning points), es decir cuando los puntos de inflexión (picos y valles) en varios indicadores de la economía agregada están altamente correlacionados o van de la mano en un corto periodo de tiempo con el ciclo económico. BURNS y MITCHELL utilizaron un grupo de puntos de inflexión para algunos indicadores cíclicos preseleccionados con el fin de ayudar a determinar la cronología del ciclo de referencia, y después, construyeron un conjunto de indicadores líderes, coincidentes y rezagados, los cuales se basaron en el análisis de la trayectoria seguida por los co-movimientos de diferentes indicadores macroeconómicos.

En el estudio de los ciclos económicos, el NBER ha utilizado tres conceptos al momento de identificar las fluctuaciones de la actividad económica, las fechas y las características del ciclo estimado, tales como la duración, persistencia, amplitud y simetría de las fases cíclicas. El primero de ellos tiene que ver con lo que los economistas del NBER denominaron “ciclo económico clásico” para referirse al ciclo que es monitoreado cuando las fluctuaciones se identifican a través de expansiones y contracciones en el nivel de actividad económica agregada.

Después, cuando los ciclos en el sentido clásico eran difíciles de identificar, debido a que la fluctuación en las series de tiempo económicas estaban dominadas por fuertes tendencias, con periodos de altas tasas de crecimiento alternados con periodos de bajas tasas de crecimiento, surgió un nuevo concepto del ciclo económico llamado “ciclo de crecimiento” (MINTZ, 1969; KLEIN y MOORE, 1985; ZARNOWITZ, 1992 y BLANCHARD y FISCHER, 1998).

En un *ciclo de crecimiento*, las fluctuaciones cíclicas se miden a través de las desviaciones del comportamiento observado de la serie económica con respecto a su tendencia de largo plazo. En la estimación del *ciclo de crecimiento* a partir de un enfoque de series de tiempo, se debe tener en cuenta los métodos para estimar la tendencia y descomponer la serie estadística en cada uno de sus componentes⁸. El segundo elemento tiene que ver con las diferentes hipótesis teóricas relacionadas con las características de la tendencia, en donde los esfuerzos de los economistas durante los últimos 20 años ha sido buscar métodos estadísticos para separar la

⁸ La mayoría de series de tiempo están conformadas por componentes como la tendencia, estacionalidad, ciclo y componentes netamente aleatorios denominados irregulares. No obstante, actualmente existen métodos de filtrado incorporados en varios programas estadísticos que permiten descomponer la serie en cada uno de sus componentes.

tendencia de largo plazo del ciclo de una serie, con la debilidad que este tipo de ejercicios carecen o no están soportados en la teoría macroeconómica.

Sin embargo, se tiene la creencia que detrás de las fluctuaciones de corto plazo, la economía tiende a crecer a lo largo de una trayectoria de largo plazo denominada tendencia (BLANCHARD y FISCHER, 1998). El tercer y último concepto tiene que ver con la “tasa de crecimiento de los ciclos” (LAYTON y MOORE, 1989), que surge con el fin de tratar de resolver en la práctica la extracción del componente de tendencia en una serie de tiempo económica. A partir del enfoque de “tasa de crecimiento de los ciclos”, las fluctuaciones cíclicas se identifican por los periodos de altas y bajas tasas de crecimiento del producto.

En general, los picos y los valles se identifican con los periodos de altas y bajas tasas de crecimiento, respectivamente. El punto que determina el cambio de una fase de contracción a una fase de expansión se denomina “valle”. No obstante, los picos y los valles del “ciclo clásico” y del “ciclo de crecimiento” (desviaciones de la variable con respecto a su tendencia de largo plazo) usualmente no coinciden, independiente del procedimiento utilizado para estimar el componente cíclico.

Para el caso colombiano, la estimación de los ciclos se encuentra bien documentada en el trabajo de ARANGO et al (2013) en el cual se propone una cronología para los ciclos de negocios de Colombia en la concepción clásica del NBER, es decir, determinando las fechas de picos y valles en la actividad económica sin separar las series utilizadas en sus componentes transitorio y permanente. Bajo esta metodología, los autores concluyen que los cuatro ciclos completos del PIB total de la economía colombiana que se han presentado entre 1975 y 2011 son asimétricos y tienen una duración aproximada de 6,8 años, en donde las expansiones duran en promedio 5,4 años mientras que las contracciones tardan 1,3 años.

En este trabajo se adopta el enfoque de series de tiempo para la estimación del ciclo del Producto Interno Bruto – PIB del sector agropecuario durante el periodo comprendido entre el primer trimestre de 1976 hasta el último trimestre de 2013⁹. Lo anterior, debido a que la estimación de una cronología del ciclo en el sector agropecuario requiere de una batería de indicadores líderes que requieren de un conjunto de grande información y que en algunos casos es escasa o inexistente.

Por otro lado, y como lo mencionan BLANCHARD y FISCHER (1998), muchos macroeconometristas han abandonado la metodología del NBER debido a que este enfoque es crítico y estadísticamente no permite identificar muy bien las propiedades estadísticas de las series. En la actualidad, muchos trabajos empíricos relacionados con la estimación del ciclo en economía parten del supuesto que las variables siguen procesos lineales estocásticos con coeficientes constantes. La ventaja de este enfoque es que permite integrar la teoría económica y la

⁹ Si bien en este trabajo no se realiza una cronología del ciclo del PIB agropecuario tal como lo sugiere la metodología del National Bureau of Economic Research – NBER de los Estados Unidos, el interés en este trabajo es descomponer la serie y estimar los efectos de los choques de demanda y oferta sobre el PIB del sector.

econometría de series de tiempo a un conjunto de información disponible en el sector agropecuario para variables como el PIB, empleo, desempleo, precios del sector, importaciones, exportaciones, entre otros, como más adelante se mostrará.

Con el fin de poner en práctica el enfoque de series de tiempo se supone que el nivel de actividad económica en el sector agropecuario se encuentra afectado por dos tipos de choques. En el caso colombiano, Albert BERRY (1970) encuentra que las fluctuaciones del PIB a lo largo de una tendencia de largo plazo han estado asociadas a los ciclos de comercio internacional, aunque el desempeño económico se comportó relativamente bien cuando no existió el boom de exportaciones de café.

La brecha de la tasa de crecimiento con relación a los periodos de fuerte y débil desempeño de la balanza comercial no ha sido dramático. El autor concluye que los choques de precios internacionales de café y el consiguiente boom exportador en este producto, ha sido uno de las perturbaciones más importantes en las fluctuaciones del PIB del sector agropecuario a lo largo de la década de los 70.

El primer tipo de shock genera efectos de naturaleza permanente sobre el PIB del sector y se llamará “shock permanente”, como por ejemplo las mejoras en la productividad en el sector y los cambios a través del tiempo en la fuerza laboral cuya trayectoria ha estado marcada por flujos migratorios del campo a la ciudad (LONDOÑO, 1984). El segundo tipo de shock tiene efectos de tipo transitorio sobre el nivel de actividad agropecuaria, que desaparecen a lo largo del tiempo, los cuales pueden consistir de malas cosechas por efectos climáticos adversos, efectos demográficos que afectan el consumo de alimentos¹⁰, entre otros factores.

Ahora, bajo el supuesto que el componente tendencial de una serie de tiempo es la parte del PIB agropecuario que está explicada por los shocks permanentes, entonces por construcción la serie no es estacionaria¹¹, mientras que la parte del PIB que está afectada por shocks transitorios puede asociarse con el ciclo económico y es una serie estacionaria (BLANCHARD y FISCHER, 1998). A continuación se presentan los resultados de tres descomposiciones para las series del PIB, empleo y desempleo del sector agropecuario, que han sido tradicionalmente utilizadas en los estudios empíricos del ciclo económico mediante un enfoque de series de tiempo.

A continuación se presentan tres descomposiciones de la serie de PIB del sector agropecuario con el fin de estimar los efectos de choques de demanda y de oferta sobre la producción y determinar qué tan persistentes o transitorios fueron estos movimientos. Así mismo, el ejercicio estadístico permitirá ofrecer una explicación

¹⁰ De acuerdo con el Banco Mundial el fenómeno inflacionario en el precio de alimentos a nivel mundial suscitado a mediados del año 2008, se explica, entre otros factores, por el aumento en el nivel de demanda de países emergentes como la China, propiciados por el crecimiento poblacional y el aumento en el consumo de proteínas.

¹¹ En el argot de la econometría de series de tiempo, el concepto de estacionariedad tiene que ver con las propiedades estadísticas de la serie económica, es decir, garantizar que su modelo probabilístico sea constante a través del tiempo. En la práctica se analiza el concepto de estacionariedad “débil o de segundo orden”, lo que implica analizar, la media, la varianza y la covarianza de la serie.

desde el punto de la vista de las políticas implementadas por el gobierno en el sector agropecuario.

2.2 La Descomposición Tradicional

El enfoque tradicional del ciclo económico caracteriza el comportamiento de la economía a través de fluctuaciones del PIB agropecuario alrededor de una tendencia suave de largo plazo, que puede ser afectada por fluctuaciones cíclicas o de corta duración. Con el fin de estimar la tendencia de largo plazo, en un comienzo, se utiliza el método más simple que consiste en estimar mediante una regresión lineal la tasa de crecimiento exponencial del logaritmo del PIB agropecuario en función de una tendencia lineal¹². Para tal efecto, se sigue la metodología de OKUN (1962) como un enfoque alternativo para capturar el crecimiento de la productividad y el estado de la tecnología, factores que pueden afectar de manera importante la producción en el largo plazo.

Así las cosas, OKUN definió la tendencia o el “producto potencial”, como el nivel de producto que podría prevalecer o mantenerse si la tasa de desempleo sería 4%, y realizó una regresión que toma como variable dependiente las primeras diferencias del producto en función de las primeras diferencias de la tasa de desempleo y encontró que una reducción en la tasa de desempleo del orden de 1% estuvo asociada con un incremento en el PIB de 3%¹³. Al replicar la metodología de OKUN para los datos colombianos del sector agropecuario para el periodo 1976 a 2013, se encontró una relación de 1 a 3.2 que coincide aproximadamente con la estimación encontrada originalmente por OKUN, lo que indica que por cada reducción en la tasa de desempleo en 1%, el PIB del sector agropecuario se expandió en promedio al 3.2% a lo largo de estos 37 años. A continuación se muestra el resultado de la estimación:

$$(3) \Delta \ln PIB_t = 0.28 - \underbrace{0.032845}_{t=-3.11, p=0.002} * U_t$$

Dicho hallazgo para el sector agropecuario implicaría, bajo condiciones ideales, que para mantener una senda de crecimiento del PIB más o menos cercana al potencial, el sector en promedio tuvo que haber crecido 3.2% durante este periodo, es decir 0.6 puntos porcentuales por encima del crecimiento promedio observado durante los últimos 37 años que fue de 2.6%. No obstante, en la sección anterior, el ejercicio de contabilidad del crecimiento mostró que parte de ese crecimiento del sector se apoyó en el crecimiento del producto por trabajador y muy poco en el crecimiento de la PTF.

¹² No obstante, factores por el lado de la oferta como el crecimiento de la productividad al parecer no quedan bien capturados con este método de estimación (BLANCHARD Y FISCHER, 1998).

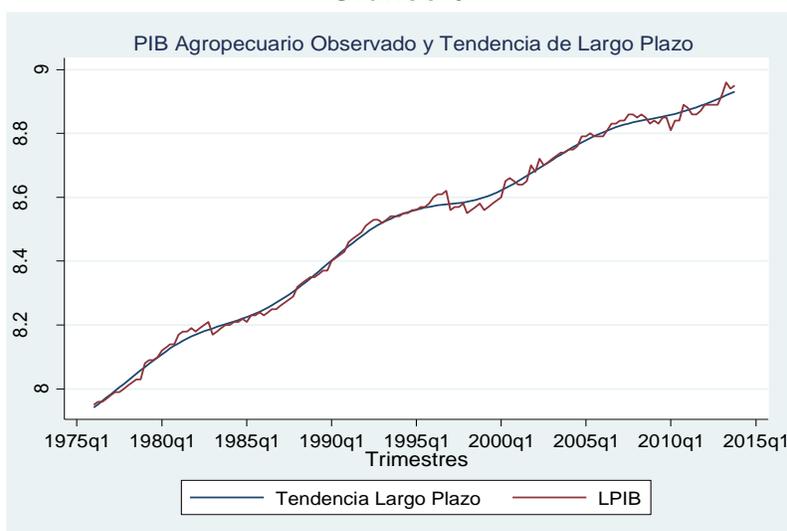
¹³ A esta relación de 3 a 1 se conoce como la “Ley de OKUN” y que en la actualidad ha sido blanco de grandes críticas dado que los estudios empíricos para contrastarla, sugieren más bien una regularidad empírica y no una ley en sentido estricto.

Por ahora, la estimación realizada no da una idea precisa de lo que en la práctica sería esa tendencia de largo plazo que se asocia al PIB potencial en el sector. Para tal efecto, utilizamos un método de filtrado (Ver apéndice, en donde se encuentra toda la programación en STATA 13) que consiste en descomponer la serie del PIB agropecuario en su parte permanente (tendencia) y la parte transitoria (componentes cíclicos), mediante diferentes filtros.

En el gráfico 6 se presenta el resultado del ejercicio de descomposición de la serie del PIB mediante el filtro de HODRICK y PRESCOTT (1980). Se observa que el PIB del sector ha fluctuado alrededor de una tendencia suave de largo plazo la cual podría contener componentes determinísticos y estocásticos y por construcción, este componente no es estacionario. Lo anterior implica que los choques exógenos por el lado de la oferta como las innovaciones tecnológicas y de productividad, habrían tenido efectos permanentes sobre el nivel de producto agropecuario.

El gráfico revela, además, que los ciclos experimentados por el PIB observado se manifiestan en periodos en donde la trayectoria de la producción se ubica por debajo de la tendencia de largo plazo y periodos en donde el PIB se ubica por encima de la tendencia de largo plazo. La diferencia o la brecha del logaritmo del PIB observado con respecto a la tendencia de largo plazo se ha interpretado como el componente cíclico, que mide la desviación en puntos porcentuales del comportamiento observado del PIB y la tendencia suave de largo plazo.

Gráfico 6

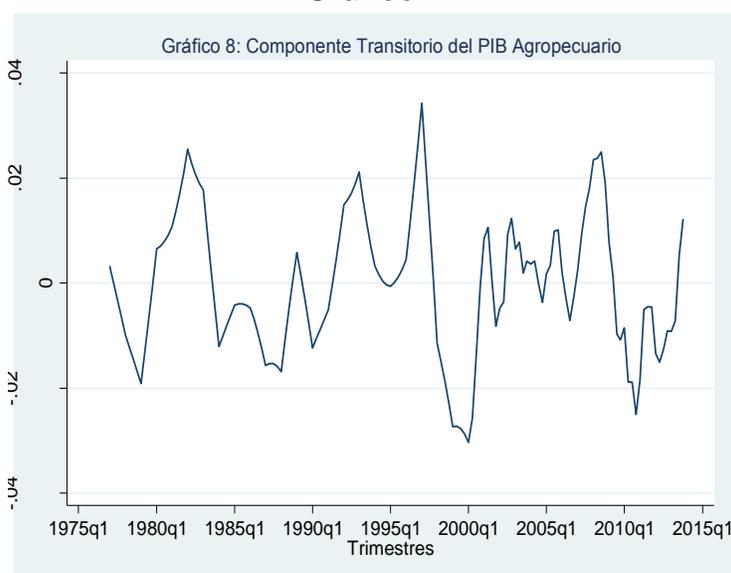


Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE – Sistema de Cuentas Nacionales.

En el gráfico 7 se presenta el componente cíclico del PIB agropecuario que se caracteriza por ser una serie estacionaria y refleja los choques exógenos que han generado efectos de naturaleza transitoria sobre el nivel de actividad agropecuaria. De acuerdo con la teoría de la “tasa de crecimiento del ciclo”, la desviación positiva

más alta con respecto a la tendencia de largo plazo en el PIB fue de 4.3%, registrada en último trimestre de 1996 y la desviación negativa más grande del PIB del sector con respecto a la tendencia de largo plazo fue de -4.9%, registrada en el primer trimestre de 2010. La tasa de crecimiento más alta refleja uno de los picos más altos alcanzado en la actividad del sector, que entre otros factores de oferta y demanda, pudieron haber sido propiciados por la puesta en marcha de políticas de oferta selectiva implementadas a finales de la década del 90, que estimuló la incorporación masiva de capital físico al proceso productivo en el sector agropecuario (KALMANOVITZ et al, 2006). En contraste, el valle más bajo refleja una desviación muy por debajo del PIB con respecto a la tendencia de largo plazo, la cual se presentó a comienzos del año 2010. (Buscar factores que explican dicho comportamiento)

Gráfico 7



Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE – Sistema de Cuentas Nacionales.

El componente cíclico del PIB revela un comportamiento bastante volátil el cual es atribuido a los choques exógenos, los cuales han generado efectos de naturaleza transitoria sobre la producción agrícola, muy relevantes para el sector como la presencia de booms exportadores, ciclo favorable de precios internacionales de comodities del sector, y la misma trayectoria de la tasa de cambio real, utilizada como instrumento de fomento de la competitividad por parte del gobierno, principalmente en la década de los 70.

La estimación del componte cíclico también permite determinar las fechas y la duración en años del comportamiento observado del PIB por encima y por debajo de la tendencia de largo plazo, tal como se evidencia en el cuadro 2.

El cuadro revela que el PIB del sector estuvo cerca de 12 años por encima de la tendencia de largo plazo y la máxima desviación con respecto a la tendencia fue de

2.2 puntos porcentuales, que podría constituirse en el pico más alto, antes de que iniciarse la recesión del año 1999. No obstante, el nivel de producción se ubicó por debajo de la tendencia de largo plazo durante nueve años, en donde la desviación más baja con respecto al PIB tendencia fue de -2.3 puntos porcentuales, en un periodo que coincide con el punto más bajo de la producción alcanzado por el sector y podría constituirse como un punto de giro en el nivel de actividad económica

Cuadro 2: Fases de la tasa de crecimiento del ciclo

Por encima de la tendencia de largo plazo			
Desde	Hasta	Duración	Desviación Promedio (Puntos porcentuales)
1er trimestre de 1979	4to trimestre de 1982	4 años	1.5
1er trimestre de 1988	4to trimestre de 1988	1 año	0.6
1er trimestre de 1991	4to trimestre de 1992	2 años	1.8
2do trimestre de 1995	4to trimestre de 1996	1 año y 9 meses	2.2
2do trimestre de 2002	3er trimestre 2003	1 año y 6 meses	0.7
3er trimestre de 2006	3er trimestre de 2008	2 años y 3 meses	1.8
1er trimestre de 2013	4to trimestre de 2013	1 año	2.0
Por debajo de la tendencia de largo plazo			
Desde	Hasta	Duración	Desviación Promedio (Puntos porcentuales)
1er trimestre de 1985	4to trimestre de 1987	3 años	-1.2
1er trimestre de 1989	4to trimestre de 1990	2 años	-0.9
3er trimestre de 1997	1er trimestre de 2000	2 años y medio	-2.3
3er trimestre de 2005	2do trimestre de 2006	1 año	-0.7
2do trimestre de 2011	4to trimestre de 2012	1 año y 9 meses	-1.3

Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE – Sistema de Cuentas Nacionales.

Una vez estimado el componente cíclico, que por construcción es una serie estacionaria, se construye un modelo ARIMA de series de tiempo con el fin de analizar el comportamiento estocástico del ciclo cuando es afectado por choques exógenos y determinar la duración en el tiempo del efecto. En estricto, la metodología que se sigue es la propuesta por BOX y JENKINS (1976) y al final estimar la función de impulso respuesta del proceso para medir los multiplicadores derivados de los choques sobre el ciclo del PIB agropecuario. Al utilizar el correlograma de la serie de ciclo y los criterios de información¹⁴, se concluye que el comportamiento del ciclo del PIB queda bien capturado por un modelo ARMA (2,4), de la forma:

$$(4) \text{CicloPIB}_t = 1.58 * \text{CicloPIB}_{t-1} - 0.88 * \text{CicloPIB}_{t-2} + \varepsilon_t - 1.0 * \varepsilon_{t-1} + 0.39 * \varepsilon_{t-2} - 0.04 * \varepsilon_{t-3} + 0.4 * \varepsilon_{t-4}$$

$$\sigma_\varepsilon = 0.0124, p = 0.000.$$

El término ε_t captura el componente de media móvil (MA), el cual se asocia al choque aleatorio y es por construcción, la parte de la desviación del PIB agropecuario con respecto a la tendencia que no se puede predecir a partir del

¹⁴ Básicamente se utilizaron los criterios de información de AKAIKE (AIC) y el bayesiano de SCHWARTZ (SBIC) para determinar el modelo más parsimonioso o menos sobreparametrizado.

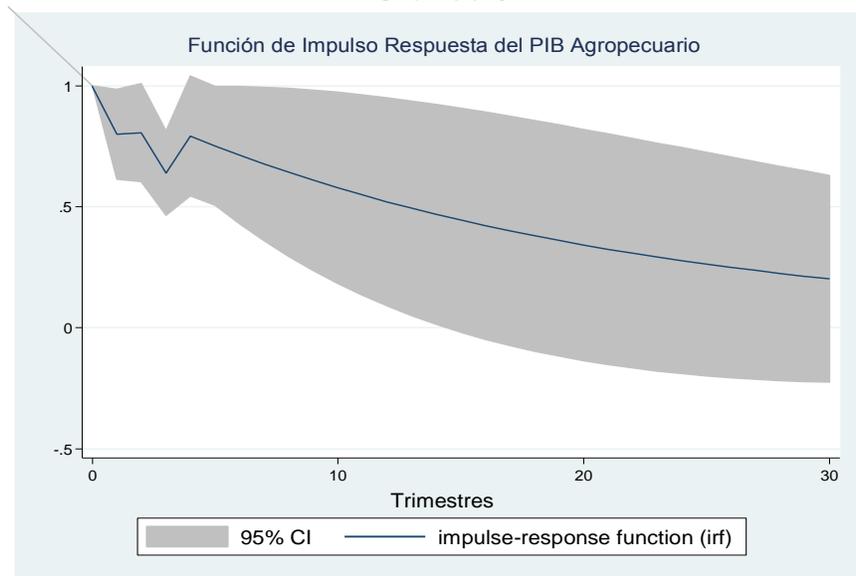
comportamiento pasado del PIB, es decir serían todas las sorpresas que han afectado a la actividad agropecuaria, incluyendo factores climáticos y efecto de la política económica. El modelo se estimó por máxima verosimilitud y permitió una estimación de la desviación estándar igual a 1.2% y refleja los movimientos trimestrales del PIB que no pueden predecirse a partir del pasado de la serie. Dicha estimación, al igual que todos los parámetros de los componentes AR y MA, resultaron ser estadísticamente significativos y diferentes de cero.

Una forma de interpretar la ecuación (4) es explotar la estimación de los coeficientes que representan el promedio móvil del proceso y utilizar la función de impulso respuesta con el fin de describir los efectos dinámicos de un shock ε_t sobre el PIB a lo largo del tiempo. El gráfico 8 presenta el efecto dinámico de un choque exógeno, el cual se recoge en el término ε_t , sobre la trayectoria futura seguida por el PIB.

La función de impulso respuesta traza la respuesta dinámica del PIB agropecuario a un choque bajo el supuesto de un modelo con tendencia estacionaria. En primer lugar, el efecto del choque genera una caída después del primer trimestre oscilando hasta el sexto trimestre (año y medio). A partir de este periodo, el efecto se diluye lentamente en el tiempo con un efecto latente del orden del 60%, del choque inicial.

En general, el ejercicio de impulso respuesta para el PIB del sector agropecuario muestra evidencia del hecho estilizado asociado a la reversión de las fluctuaciones cíclicas que se presentan en los movimientos de corto plazo del PIB y variables como la tasa de desempleo

Gráfico 8



Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE – Sistema de Cuentas Nacionales.

2.3. Descomposición a la Campbell y Mankiw

El enfoque tradicional se apoya en el supuesto estadístico que la parte del producto generada por choques permanentes es suave, el cual ha cambiado en los últimos 20 años gracias a los trabajos desarrollados por autores como PRESCOTT (1986). En la práctica, es poco factible de que los choques de productividad generen un crecimiento del PIB con una tendencia suave en el tiempo. Por el contrario, el proceso de crecimientos en la productividad en sí mismo no es suave y permite fluctuaciones tanto en el producto como en el empleo.

Una visión más reciente en torno al comportamiento del ciclo económico, afirma que todas las fluctuaciones son el resultado de los efectos dinámicos que generan los choques permanentes de una serie, es decir que el producto observado y la tendencia son iguales. Por tanto, eliminar la tendencia o suavizarla no tendría sentido económico y el comportamiento del producto debe asociarse más a un proceso no estacionario en el cual todos los choques son de naturaleza permanente.

CAMPBELL y MANKIW (1987a), construyeron a partir del trabajo de NELSON y PLOSSER (1982), un modelo ARIMA para describir el comportamiento del logaritmo del PIB trimestral los Estados Unidos en época de posguerra con el fin de mostrar al final que la tasa de crecimiento (no el nivel) del PIB sigue un proceso estacionario ARMA.

Con esta idea en mente, se procedió a implementar el procedimiento utilizado por CAMPBELL y MANKIW al PIB agropecuario. La etapa de identificación de la metodología Box y Jenkins sugiere que el comportamiento de la tasa de crecimiento del PIB agropecuario se captura mejor mediante un modelo ARMA (1,2). El modelo estimado se presenta a continuación:

$$(5) \Delta \ln PIB_t = 0.026 + 0.41 * \Delta \ln PIB_{t-1} + \varepsilon_t + 0.18 * \varepsilon_{t-1} + 0.66 * \varepsilon_{t-2}$$
$$\sigma_\varepsilon = 0.017, p = 0.000$$

En donde $\Delta \ln PIB_t = \ln PIB_t - \ln PIB_{t-1}$, es la tasa de crecimiento del PIB medida como diferencia de logaritmos. Al igual que el anterior modelo, todos los coeficientes estimados son estadísticamente significativos y diferentes de cero a un nivel de significancia del 1%. El valor estimado del intercepto en la ecuación (5) es positivo y su magnitud refleja el hecho que el producto agropecuario ha mantenido una tasa de crecimiento promedio del orden de 2.6% durante estos últimos 37 años, resultado que ya se había analizado en la sección del análisis de contabilidad de crecimiento para el sector. La desviación estándar estimada del modelo es estadísticamente significativa y en magnitud es mucho mayor al modelo anterior.

La respuesta dinámica del PIB agropecuario a un choque aleatorio equivalente a una desviación estándar de 1.7%, se presenta en el gráfico 9, que no es más que la función de impulso respuesta. La gráfica del efecto dinámico de un shock sobre el PIB, muestra un salto del producto después de dos trimestres y después desciende rápidamente hacia el valor de cero. De esta manera, el shock inicial

equivalente a una desviación estándar de 1,7%, disminuye el crecimiento del PIB después del primer trimestre y aumenta el segundo trimestre. Después de cuatro trimestres, todavía existe un 40% por ciento del choque inicial y después de ocho trimestres (dos años) prácticamente el efecto del choque ha desaparecido. Note que la tasa de convergencia a cero de la tasa de crecimiento del PIB es alta, lo cual se refleja en el hecho que la serie es estacionaria.

El enfoque de CAMPBELL y MANKIW permite una descripción del movimiento del PIB como resultado de una acumulación de choques a través del tiempo, cada uno de los cuales es un promedio positivo, cuando el intercepto en la ecuación se tiene en cuenta, y tiene efectos de naturaleza transitoria si la serie es estacionaria, como es el caso de la tasa de crecimiento del PIB. Las disminuciones en la tasa de crecimiento del PIB son el resultado de choques negativos y los periodos de expansión son el resultado de grandes choques positivos.

Del ejercicio estadístico de descomposición desarrollado hasta ahora, se puede derivar una interpretación para la trayectoria del PIB agropecuario durante el periodo 1975 a 2013. Bajo la descomposición tradicional, los choques transitorios se presencian a lo largo del periodo en la serie del PIB y bajo la descomposición alternativa de CAMPBELL y MANKIW, el comportamiento del PIB del sector se encuentra bien representada por un proceso ARIMA (1,1,2) que en tasa de crecimiento es equivalente a un proceso ARMA (1,2), cuyos choques exógenos que afectaron al producto se diluyen rápidamente en el tiempo, específicamente después de 8 trimestres el efecto inicial del choque ha desaparecido.

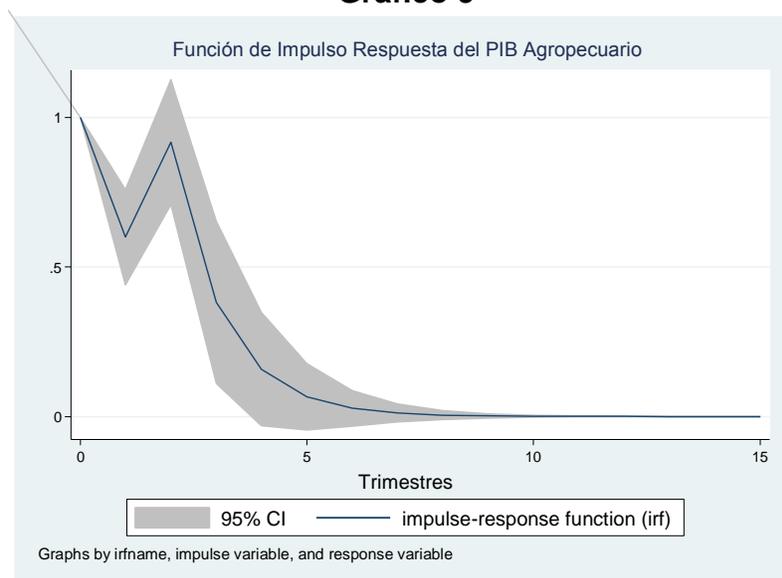
Sin embargo, el análisis univariado del comportamiento del PIB del sector a través del tiempo, no ofrece elementos económicos de como las fluctuaciones del producto alrededor de la tendencia de largo plazo se relaciona con otro tipo de variables. Por consiguiente, se requiere un análisis de series de tiempo multivariado con el fin de analizar el comportamiento de la producción con otro tipo de variables que podrían estar fuertemente asociadas a la dinámica del PIB en el tiempo.

III. Comportamiento Estocástico del Producto y la tasa de Desempleo

En esta sección se sigue de cerca la metodología propuesta por BLANCHARD y QUAH (1989) con el fin de incorporar otro tipo de variables diferentes al PIB agropecuario en sus fluctuaciones a lo largo del tiempo. De esta manera, se analiza las fluctuaciones en el PIB y el desempleo, suponiendo la presencia dos tipos de choques. El primer choque se caracteriza porque no genera efectos de naturaleza permanente en el PIB o en la tasa de desempleo y por tanto recibe el nombre de shock transitorio. El segundo se llama choque permanente, puesto que tiene efectos de largo plazo en el producto pero no en la tasa de desempleo. A partir de estos supuestos, se puede utilizar un análisis multivariado de series de tiempo para cada tipo de shock y estimar los movimientos del PIB y la tasa de desempleo que son generados por choques permanentes y transitorios, respectivamente.

Con el fin de ofrecer una interpretación desde el punto de vista económico de las perturbaciones o choques aleatorios, tanto de la oferta como de la demanda, se sigue de cerca la exposición desarrollada por BLANCHARD y QUAH de un modelo simple para el PIB agropecuario, desde un punto de vista macroeconómico¹⁵.

Gráfico 9



Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE – Sistema de Cuentas Nacionales.

Siguiendo a BLANCHARD et al (1989), la interpretación de los choques permanentes por el lado de la oferta y los choques transitorios por el lado de la demanda están motivados por la visión tradicional keynesiana de las fluctuaciones. Por consiguiente, la estructura del modelo adaptado al sector agropecuario es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 (6) \quad & y_t = m_t - p_t + \gamma a_t, \\
 (7) \quad & y_t = n_t + a_t, \\
 (8) \quad & p_t = w_t - a_t, \\
 (9) \quad & w_t = f(n_t^* = \bar{n}), \quad \text{con } n_t^* = E_{t-1} n_t
 \end{aligned}$$

Las variables y_t , n_t y a_t denotan el logaritmo del producto, empleo y la productividad, respectivamente¹⁶. El nivel de pleno empleo está representado por \bar{n} , mientras que p_t , w_t y m_t son los logaritmos del nivel de precios, el salario nominal y la oferta monetaria. La ecuación (6) dice que la demanda del sector es una función

¹⁵ En estricto, se debería implementar un modelo micro fundamentado para las actividades del sector describiendo la tecnología y las restricciones a las que se enfrenta el agente a nivel de finca, pero este no es el objetivo de la presente sección.

¹⁶ El uso de logaritmos en el modelo se justifica en que la especificación original del modelo es multiplicativa y se linealiza mediante la aplicación de logaritmos.

de los saldos monetarios reales y de la productividad. La política monetaria llevada a cabo por el Banco de la República afecta el costo del crédito dirigido al sector agropecuario, toda vez que está autorizado para fijar el monto de las inversiones obligatorias en Títulos de Desarrollo Agropecuario (TDA) que deben suscribir las entidades financieras, señalar las características de tales títulos (plazos y tasa de interés), así como determinar las colocaciones sustitutivas de las inversiones obligatorias. De igual manera, la Junta Directiva del Banco de la República (JDBR) está facultada para señalar límites de carácter general a las tasas de interés de la cartera agropecuaria (Ver política crediticia del Banco de la República¹⁷ y el trabajo de FERNÁNDEZ, PIÑEROS y ESTRADA, 2011).

En la ecuación (6) se permite que la productividad afecte directamente a la demanda agregada, lo cual podría suceder a través a través de la demanda de inversión, en el caso en que el parámetro $\gamma > 0$. De acuerdo con JARAMILLO (2002), en octubre de 1991, el Conpes aprobó el Programa de Modernización y Diversificación del Sector Agropecuario, con el objetivo de inducir cambios tecnológicos requeridos para mejorar la competitividad del sector e incrementar los ingresos de los productores.

En este sentido, se programaron actividades de investigación y transferencia de tecnología. La ecuación (7) es la función de producción, la cual relaciona el nivel de producción con el empleo y la productividad, que supone la presencia de rendimientos constantes a escala. En el contexto del sector agrícola, interesa es la productividad por trabajador y la productividad de la tierra, como proxies de la eficiencia en los factores productivos. No obstante, el factor demográfico puede jugar un papel relevante en el proceso de reasignación espacial de la fuerza de trabajo y la convergencia en las intensidades y combinaciones factoriales entre los sectores agrícola y urbano (LONDOÑO, 1984).

En cuanto al comportamiento histórico de la productividad del trabajo, Londoño (1984) mostró que en el año de 1980, Colombia tenía una productividad del trabajo rural igual promedio mundial, y una productividad de la tierra mayor que este. Autores más recientes como GALOR (2011), han analizado desde el punto de vista de la teoría del crecimiento económico, el papel de la población sobre la productividad del sector rural, y encuentra que al interior de un país, un incremento en la productividad podría estimular un crecimiento de la población sin alterar el nivel de ingreso per cápita de largo plazo.

Adicionalmente, al realizar una comparación entre países, aquellos caracterizados por presentar una alta productividad de la tierra o un nivel superior de tecnología, podrían presentar, ceteris paribus, una mayor densidad poblacional en el largo plazo, pero los estándares de vida no reflejan el grado de su avance tecnológico.

La ecuación (8) describe el comportamiento en la fijación de los precios, y postula el precio en función del salario nominal y de la productividad. Esta ecuación es

¹⁷ <http://www.banrep.gov.co/es/politica-crediticia>

relevante en el ámbito del sector agrícola, toda vez que se han presentado a lo largo del tiempo, episodios inflacionarios provenientes de shocks de oferta adversos (efectos climáticos como sequías o abundancia de lluvias), y el consiguiente efecto sobre la capacidad adquisitiva del salario. La ecuación (8) indica que el salario se determina un periodo antes, y se fija tomando como referencia el nivel de pleno empleo.

Con el fin de cerrar el modelo, se necesita especificar como las variables m_t y a_t se encuentran relacionadas. Para tal efecto, se supone que siguen los siguientes procesos estadísticos a través del tiempo¹⁸:

$$(10) m_t = m_{t-1} + u_{dt}$$

$$(11) a_t = a_{t-1} + u_{st}$$

Donde u_{dt} y u_{st} se supone que no están serialmente correlacionados y son perturbaciones de oferta y demanda ortogonales o independientes, es decir son independientes e idénticamente distribuidos (i.i.d). Al definir la tasa de desempleo como la brecha entre el pleno empleo y el empleo observado, es decir $u_t = \bar{n} - n_t$, el paso final es resolver la tasa de crecimiento del producto y la tasa de desempleo. Para obtener la tasa de desempleo, en primer lugar se obtiene el nivel de empleo a partir de la ecuación (7), lo que permite obtener $n_t = y_t - a_t$. En segundo lugar, se reemplaza n_t y la ecuación (6) en la definición de la tasa de desempleo:

$$u_t = \bar{n} - m_t + p_t - (\gamma - 1)a_t$$

Finalmente, reemplazamos las ecuaciones (8), (10) y (11) en la anterior relación, teniendo en cuenta que $m_{t-1} = a_{t-1} = 0$ y $w_t = \bar{n} = 0$, para obtener:

$$(12) u_t = -u_{dt} - \gamma u_{st}$$

Para obtener la tasa de crecimiento del producto, primero se reemplaza la ecuación (8) en (6), lo cual permite obtener

$$y_t = m_t - w_t + (1 + \gamma)a_t$$

En segundo lugar, se utiliza la definición de la tasa de crecimiento del producto medida como diferencia de logaritmos, es decir, $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$. Finalmente, se reemplazan en esta definición las ecuaciones (10) y (11) actuales y rezagadas un periodo para obtener:

$$(13) \Delta y_t = u_{dt} - u_{dt-1} + \gamma(u_{st} - u_{st-1}) + u_{st}$$

Las ecuaciones (12) y (13) satisfacen las restricciones de un modelo VAR bivariado para la tasa de desempleo y el crecimiento del producto. Lo interesante del sistema

¹⁸ Las ecuaciones de cierre (10) y (11) del modelo son importantes, puesto que definen cuales son los choques de oferta y de demanda que afectarán al PIB y la tasa de desempleo del sector agrícola a través de la especificación de paseos aleatorios.

es que la trayectoria futura del desempleo y el PIB están en función de los choques aleatorios. De acuerdo con BLANCHARD y QUAH (1998), debido a las rigideces nominales, las perturbaciones de demanda tienen efectos de corto plazo o naturaleza transitoria sobre el PIB y la tasa de desempleo, y desaparecen gradualmente a través del tiempo. En el largo plazo, únicamente los choques de productividad afectan el producto.

3.1. Forma Reducida y Estimación del VAR

La forma reducida del VAR bivariado para el crecimiento del PIB y la tasa de desempleo del sector agropecuario, presenta la siguiente estructura:

$$(14) \begin{bmatrix} u_t \\ \Delta y_t \end{bmatrix} = \phi_1 \begin{bmatrix} u_{t-1} \\ \Delta y_{t-1} \end{bmatrix} + A_0^{-1} \varepsilon_t$$

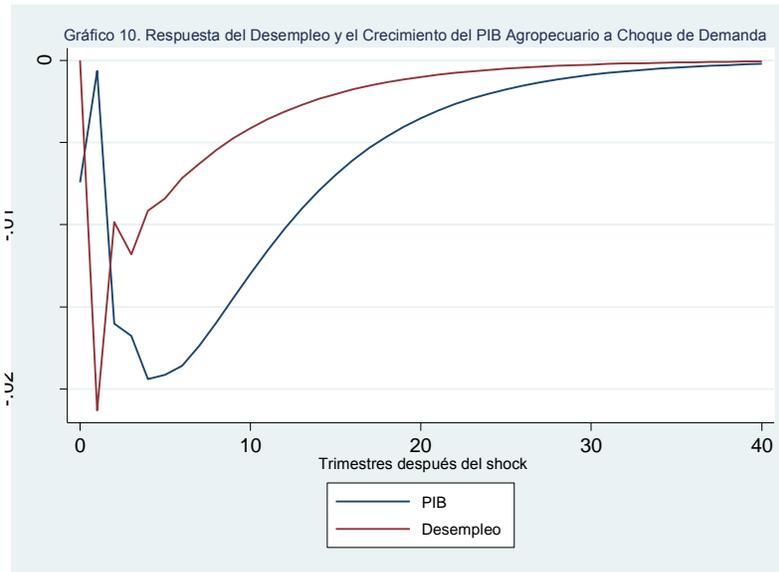
En el apéndice xx, se presenta una descripción más completa de la obtención de la forma reducida del VAR bivariado, incluyendo las restricciones de largo plazo y el nexo entre la forma reducida y la estimación de los coeficientes de un VAR estructural. Antes de presentar los resultados de la estimación, es importante comentar sobre la estacionariedad de las variables PIB y desempleo agropecuario,

Los resultado de las pruebas de raíz unitaria que se presentan en el apéndice XX indican que la tasa de crecimiento del PIB medida como la diferencia de logaritmos es estacionaria, toda vez que se logra rechaza la hipótesis nula de no estacionariedad en todos los niveles de significancia. Los resultados de las pruebas para el nivel de desempleo indican que esta variable también es estacionaria. En conclusión, las variables tasa de crecimiento del PIB y tasa de desempleo resultan ser estacionarias alrededor de ciertos niveles.

En el gráfico 10 se presentan los efectos dinámicos de la demanda sobre el desempleo y el PIB del sector agropecuario. El eje vertical en el gráfico 11 representa simultáneamente el porcentaje¹⁹ de la respuesta del desempleo y el PIB n trimestres después de generarse el choque de demanda, y el eje horizontal representa el tiempo medido en trimestres.

¹⁹ Estrictamente representa el choque equivalente a una desviación estándar alrededor del punto de estimación.

Gráfico 10



Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE – Sistema de Cuentas Nacionales, a partir de un VAR estructural de corto plazo.

Los choques de demanda tienen un efecto de joroba sobre la tasa de desempleo y el PIB. Las dos variables alcanzan un pico después de dos trimestres a tres trimestres. El efecto de la demanda luego declina y se desvanece después de tres a cuatro años (más o menos 10 a 12 trimestres). La respuesta del PIB y del desempleo del sector presenta una imagen de espejo, es decir, después del choque el PIB aumenta al tiempo que la tasa de desempleo sufre una caída. La respuesta del producto es más pequeña y decae rápidamente después del segundo trimestre.

Una vez que la tasa del producto se ajusta a su crecimiento promedio, la tasa de desempleo responde levemente al choque de demanda y las dos variables tienden a retornar a su valor inicial, antes del choque. Estos efectos dinámicos son consistentes con la visión tradicional del efecto dinámico de la demanda agregada sobre el producto y el desempleo, en el cual los movimientos de la demanda agregada se acumulan hasta que el ajuste de los precios y los salarios permiten al sector retornar al equilibrio. Específicamente para el sector agrícola, parte de estos choques provinieron de la demanda agregada, específicamente del boom exportador cuando se presenta la bonanza cafetera, en la segunda mitad de la década de los setenta, al tiempo que se presentaron brotes inflacionarios. Más adelante en el análisis de co-movimientos del ciclo del PIB agrícola con diferentes variables de oferta y demanda se mostrará la importancia de estas variables al explicar las fases de la dinámica de la producción.

El gráfico 11 presenta los choques de oferta sobre la tasa de desempleo y el PIB del sector agropecuario. Los choques de oferta tienen efectos sobre el nivel de producto los cuales se acumulan gradualmente a través del tiempo. El PIB responde

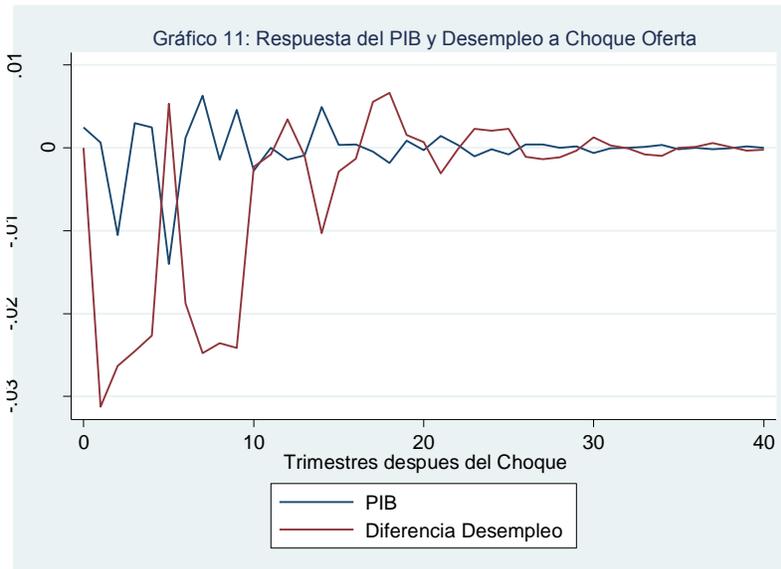
de manera inmediata al efecto inicial y el aumento más alto tiene lugar después de 4 trimestres (un año). El efecto se diluye en el tiempo para luego estabilizarse.

La respuesta del desempleo es diferente: un choque de oferta positivo, como por ejemplo una mejora de la productividad total de factores, procesos de innovación en actividades agrícolas, semillas mejoradas, entre otros, inicialmente incrementa la tasa de desempleo. Después de este incremento en la tasa de desempleo, el efecto se revierte después de algunos trimestres y la tasa de desempleo retorna de manera oscilante al nivel inicial que traía antes del choque. Es importante resaltar, que los choques de oferta después de 4 periodos revelan una imagen de espejo para las variables PIB y desempleo. El efecto dinámico de los choques de oferta sobre el desempleo son grandes cerca de cinco años, tal como se percibe en el gráfico 11.

En efecto, el choque de oferta (aumento en productividad), inicialmente genera una caída en la variación de la tasa de desempleo y fluctúa de manera inversa con el crecimiento del PIB en el sector, los efectos acumulados en el crecimiento del producto van acompañados por reducciones en la tasa de desempleo y convergen gradualmente, en el largo plazo. Este resultado para el sector agropecuario, difiere sustancialmente del resultado estándar de choques de productividad sobre el crecimiento total del PIB en una economía, en que los efectos se acumulan a través del tiempo y son duraderos, mientras que para el sector los choques de productividad al parecer en Colombia han tenido efectos de naturaleza transitoria. Esto podría estar explicado, en parte, por la baja y casi inexistente inversión en investigación y desarrollo o procesos productivos en el sector con alto componente de productividad.

De acuerdo con BLANCHARD y QUAH (1989), la respuesta de la tasa de desempleo y el producto podrían estar inducidos por la presencia de rigideces tanto nominales como reales. La presencia de rigideces nominales podría explicar porque en respuesta a un shock positivo de oferta (aumento en la productividad), la demanda agregada al comienzo no aumenta lo suficiente para emparejar el aumento del producto necesario para mantener constante la tasa de desempleo. Las rigideces en los salarios reales podrían explicar porque los aumentos en la productividad generan una reducción en la tasa de desempleo después de un número de trimestres el cual persiste hasta que los salarios reales se nivelan con un nuevo nivel mayor de productividad.

Gráfico 11



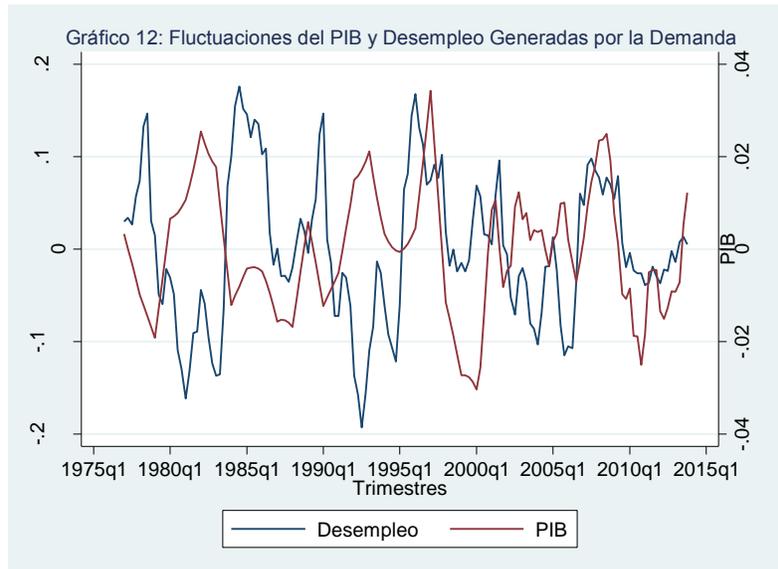
Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE – Sistema de Cuentas Nacionales, a partir de un VAR estructural con restricciones de largo plazo.

El gráfico 12 también refleja un aspecto interesante sobre la relación entre la tasa de desempleo y el crecimiento económico desde el punto de vista de la mal llamada ley de OKUN, la cual muestra al final una regularidad empírica sobre el comportamiento de estas variables a través del tiempo. En la sección 2.1.1 a través de la estimación de una simple regresión entre el crecimiento del PIB y la tasa de desempleo para el periodo 1976 al 2013, se encontró que una caída en la tasa de desempleo en el sector agropecuario de un punto porcentual, estaba asociada con un incremento, en promedio, de 3.6% porcentuales en el PIB.

No obstante, a partir de la descomposición de BLANCHARD y QUAH, los shocks de productividad aunque de naturaleza transitoria para el PIB agrícola, muestran la relación dinámica sugerida por el coeficiente de OKUN, es decir una relación inversa entre la tasa de desempleo y el crecimiento en el PIB. Específicamente, los picos alcanzados por el PIB son consistentes con los valles alcanzados por el desempleo y viceversa, lo que refleja en parte la magnitud de los coeficientes que reflejan la simultaneidad en el tiempo entre estas dos variables, y que son consistentes con las estimaciones de los parámetros del VAR estructural que se muestra en el apéndice 1. En síntesis, los choques de demanda afectan la relación entre el desempleo y el PIB, al aumentar la producción con muy poco cambio en el nivel del empleo.

Una vez se ha estimado el efecto dinámico de las perturbaciones por el lado de la demanda y de la oferta, el paso siguiente es descomponer las series del PIB y la tasa de desempleo entre los componentes que son explicados o que tienen efectos

de largo plazo (shocks de oferta) y los de naturaleza transitoria (shocks de demanda). Al utilizar el supuesto que las perturbaciones de la demanda no tienen efectos de largo plazo sobre el producto, se estimó una serie para el componente de demanda en el nivel del producto que se caracteriza por ser estacionaria, cuyos resultados de dicha descomposición se presenta en el gráfico 12.



Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE – Sistema de Cuentas Nacionales, a partir de un VAR estructural con restricciones de largo plazo.

El gráfico revela como los choques de demanda afectan de manera simultánea a la tasa de desempleo y al crecimiento del PIB agrícola. El impacto inicial del choque es incrementar la producción y la respuesta de la tasa de desempleo es una reducción de la misma, lo que se refleja en una relación inversa entre las dos variables, lo cual es consistente con la regularidad empírica sugerida por OKUN (1962). No obstante, dicha relación inversa se rompe a partir del año 2006, en donde se observa una correlación positiva entre las dos variables, es decir caídas de la tasa de desempleo han estado acompañadas de caídas de la producción en el sector.

Un aspecto adicional a la dirección inversa en que se mueven las dos variables, y que de alguna manera podría explicar la relación directa entre las dos variables durante los últimos 7 años, podría ser la pérdida de participación del PIB del sector agropecuario en el PIB total de la economía colombiana. En efecto, de acuerdo con algunos autores la pérdida de participación económica del PIB agrícola es un fenómeno normal en el proceso de desarrollo de un país, al presentarse un cambio estructural en las actividades productivas y la movilidad de factores productivos desde unas actividades menos productivas hacia actividades más productivas (RODRIK, 2011).

Otros autores, por el contrario, recientemente han atribuido la pérdida de participación del sector agrícola a la presencia del fenómeno de la enfermedad holandesa, cuyo detonante ha sido el surgimiento de un boom en un sector transable que ha deteriorado paulatinamente los términos de intercambio por la creciente inflación estimulada en el sector de bienes no transables (CLAVIJO, 2012).

En síntesis, los choques de demanda al parecer afectan simultáneamente a la producción y al desempleo en el sector pero también revela que el gobierno a lo largo del periodo ha utilizado los instrumentos de política para administrar la demanda agregada con el fin de estabilizar la economía en cada una de las fases del ciclo.

El gráfico 13 también permite realizar una cronología de las fases del ciclo de los negocios en el sector agropecuario. Con el fin de detectar las fases de recesión y auges y la duración de las mismas, se utilizó el enfoque propuestos por el *Euro Area Business Cycle Dating Commite* del Centre for Economic Policy Research (CEPR).

Dicho organismo, considera una recesión como un declive en el nivel de actividad económica que se caracteriza usualmente por dos o más trimestres consecutivos de crecimiento negativo en el PIB y del empleo. Sin embargo, el Comité realiza un seguimiento a otras variables como la formación bruta de capital fijo, el consumo de los hogares y el índice de producción industrial. De igual forma, los puntos de giro o puntos de inflexión se seleccionan una vez se tienen indicios de que las series han alcanzado un máximo o un mínimo local, por lo que la cronología se publica tiempo después de que ha ocurrido un cambio en el comportamiento de la actividad económica (Arango et al, 2013).

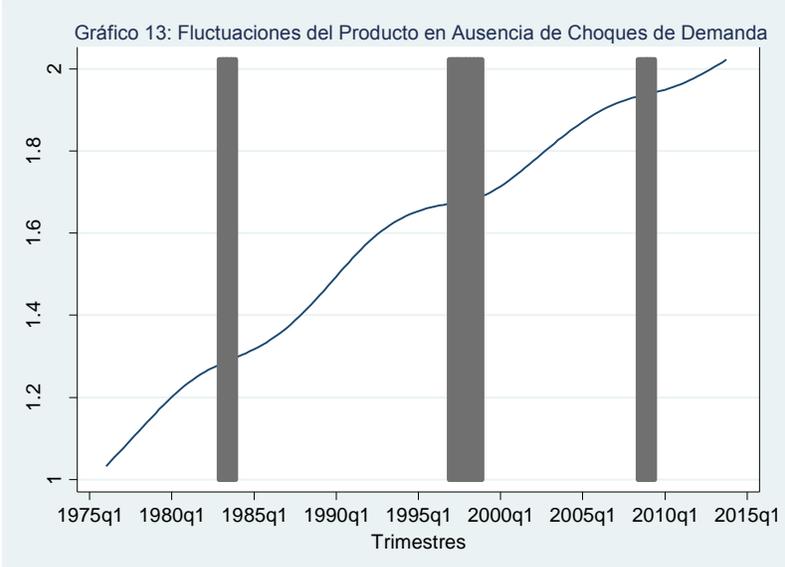
De acuerdo con la metodología del CEPR²⁰, se registran tres ciclos completos para el sector agrícola con una duración de 16 trimestres (4 años) medidos de pico a pico, o de 15 trimestres (3,8 años) medidos de valle a valle. Las fases de expansión duran, en promedio, 29 trimestres (9,6 años) y las de contracción 4 trimestres (1 año), lo que implica que los ciclos en el sector agrícola son asimétricos dada la mayor duración de las expansiones con relación a las contracciones. Los ciclos del PIB agrícola comparados con los del PIB total son más cortos y de menor frecuencia. En efecto, de acuerdo con ARANGO et al (2013) entre 1975 y 2011 se han presentado cuatro ciclos de negocios completos, los cuales duran en promedio 81 meses, es decir 6,8 años. Al igual que en el caso agrícola, los ciclos para el total de la economía son asimétricos, ya que las expansiones tardan, en promedio, 65 meses (5,4 años), mientras que las contracciones tardan 16 meses (1,3 años).

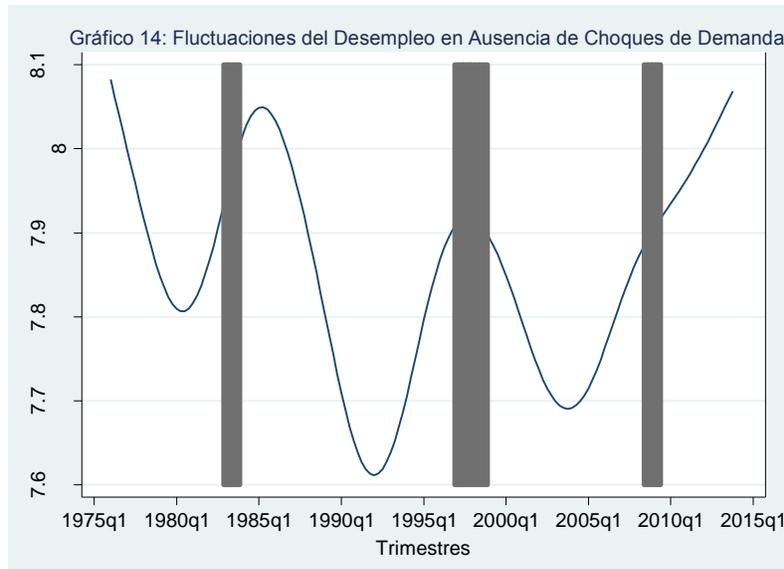
El gráfico 13 y 14 presenta las fluctuaciones del PIB y de la tasa de desempleo del sector agrícola en ausencia de choques de demanda. Los gráficos coinciden con la

²⁰ La detección de los periodos de crecimiento negativo consecutivos del PIB se estableció mediante la construcción de una variable dummy que toma el valor de 1 si la tasa de crecimiento del PIB agrícola fue negativa y cero en caso contrario.

cronología del ciclo que identificamos anteriormente, es decir con la existencia de tres ciclos completos para el sector agrícola con una duración de 16 trimestres (4 años). En efecto, la primera recesión que tuvo lugar a lo largo de 1983, se explica enteramente por choques negativos de oferta y de choques adversos de demanda.

Los rasgos coyunturales más sobresalientes de este periodo son la profunda y prolongada recesión y el creciente déficit comercial y cambiario. Así mismo, se presenta una deficiencia de la demanda agregada, acompañada de una tendencia a la baja de la inflación inducida por la reducción en el precio relativo en los precios de los insumos importados y la persistencia de la situación recesiva doméstica e internacional. De manera similar, la segunda recesión que experimentó el sector durante el periodo comprendido entre el primer trimestre de 1997 y el cuarto trimestre de 1998, que fue una de las más profundas y más prolongadas, estuvo dominada por un significativo shock de demanda adverso suscitado en el cuarto trimestre de 1998, producto de una caída significativa en la inversión del sector agropecuario y un aumento significativo en las tasas de interés que afectaron de manera considerable la demanda de recursos crediticios por parte de los agricultores para incrementar la producción.





Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE – Sistema de Cuentas Nacionales, a partir de un VAR estructural con restricciones de largo plazo. Las barras indican la cronología del ciclo, es decir los periodos de recesión del sector.

La última recesión en el sector se presentó durante el periodo comprendido entre el tercer trimestre de 2008 y el segundo trimestre de 2009, que coincide con la desaceleración de la economía colombiana, la cual de acuerdo con Arango et al (2013), puso fin a la fase positiva del ciclo económico, y adicionalmente, la tasa de desempleo de toda la economía alcanza un máximo del 11,4%. El gráfico 14 revela, que la tasa de desempleo de largo plazo del sector²¹ alcanza los picos más altos en las tres recesiones que experimentó el PIB agropecuario, las cuales se muestran a través de las barras. En efecto, la última recesión se vio afectada significativamente por choques de demanda adversos, explicados enteramente por una caída en el precio internacional de commodities dentro de los cuales, el precio internacional del café sufrió una caída significativa.

Resulta interesante determinar cómo reaccionó el gobierno mediante instrumentos de política para estabilizar las condiciones adversas en cada una de los tres episodios recesivos determinados por la cronología del ciclo económico.

Con el fin de mitigar los efectos nocivos de la primera fase recesiva experimentada por el PIB agropecuario a lo largo del año 1983, el gobierno de Belisario Betancur implementó un plan de reactivación de la demanda por bienes agropecuarios por parte del sector externo, en donde se ajustó la tasa de cambio y se mantuvo los incentivos tributarios a las exportaciones de bienes agrícolas²². Así mismo, se aumentó el flujo de recursos de crédito dirigidos al sector a través de

²¹ Podría asociarse a una estimación de la tasa natural de desempleo para el sector agropecuario que en promedio fue de 7.8% entre los años 1976 y 2013.

²² En el apéndice número xx, se presenta un cuadro resumen de las diferentes políticas implementadas por el gobierno en los diferentes planes de desarrollo que comprenden el periodo 1976 a 2013.

PROEXPORT²³. En el frente doméstico, se intentó reactivar la demanda interna, mediante una política de generación de vivienda como impulsador de corto plazo. Por el lado de la oferta, se implementó un programa de investigación y transferencia de tecnología, que implicaba el establecimiento de un programa de adecuación de tierras con el fin de otorgar estímulos al sector privado a través de la asignación de recursos de fomento del Fondo Financiero Agropecuario y de PROEXPORT. Así mismo, se adoptó una estrategia de reactivar la oferta del sector agropecuario y aumentar la productividad en el corto y mediano plazo mediante una política de racionalizar los costos de los insumos agrícolas, en especial para fertilizantes, semillas mejoradas, maquinaria y agroquímicos.

Con el fin de enfrentar la segunda fase recesiva del sector agropecuario que se presentó entre 1997 y 1999, en la administración de Samper se estableció un programa de financiamiento a la producción agropecuario a través de recursos de crédito otorgados por la Caja Agraria. De igual forma, en la administración de Pastrana, se puso en marcha una política de estímulos a la oferta agropecuaria a través de la organización de las cadenas productivas del sector con el fin de inducir cambios estructurales que hagan de los productos agropecuarios un renglón cada vez más competitivo. La política de estímulo a las cadenas productivas, se apoyó mediante una estrategia de estímulos a la inversión rural y el otorgamiento de subsidios a la inversión en tecnología y bienes de capital, fortalecimiento del sistema nacional de ciencia y tecnología agropecuaria. Así mismo, se implementó una política de desarrollo rural de largo plazo, mediante el desarrollo de núcleos productivos como estrategia para la integración de la sociedad rural.

Finalmente, en la fase recesiva más reciente que se presentó entre el tercer trimestre de 2008 y el segundo trimestre de 2009, la primera administración de Santos identificó al sector agropecuario como una de las locomotoras del crecimiento económico. Para tal efecto, se plasmaron siete estrategias: i). Incrementar la competitividad de la producción agropecuaria, ii). Promover los encadenamientos y agregación de valor, iii). Ampliar y diversificar el mercado interno y externo, iv). Promover esquemas de gestión de riesgo, v). Mejorar la capacidad para generar ingresos, vi). Promover la equidad en el desarrollo rural y vii). Adecuar la institucionalidad para el desarrollo rural y la competitividad. De igual forma, se diseñaron políticas por el lado de la oferta a través del mejoramiento de las condiciones de competitividad del sector, tratando de continuar con las obras de distritos de riego y de significativos flujos de recursos orientados a la construcción y rehabilitación de esquemas de riego.

En conclusión, de las estimaciones y del análisis de la cronología de los ciclos en el sector agropecuario, se puede encontrar la presencia de tres ciclos completos con una duración de 16 trimestres (4 años) medidos de pico a pico, o de 15 trimestres (3,8 años) medidos de valle a valle. Las fases de expansión duran, en promedio, 29 trimestres (9,6 años) y las de contracción 4 trimestres (1 año), lo que implica que

²³ Agencia gubernamental de Colombia que tiene como objetivo promover las exportaciones no tradicionales del país, el turismo y atraer la inversión extranjera. Hoy en día se conoce como PROCOLOMBIA.

los ciclos en el sector agrícola son asimétricos dada la mayor duración de las expansiones con relación a las contracciones. Por otro lado, a lo largo de los últimos 37 años las fluctuaciones del PIB y de la tasa de desempleo en el sector agropecuario han estado generadas por choque de oferta y de demanda simultáneamente. No obstante, los choques de demanda, originados por booms de exportaciones de café y el buen comportamiento de los precios internacionales del café han tenido efectos favorables sobre el producto y sobre la consiguiente reducción en la tasa de desempleo del sector. De igual forma, el gobierno ha utilizado activamente los instrumentos de política como mecanismo de reacción y mitigación de los efectos favorables sobre el sector, generados por choques de oferta y de demanda adversos.

IV. Co-movimientos del PIB Agropecuario y Variables de Oferta y Demanda

La serie de hechos analizados en la sección anterior sobre el crecimiento de largo plazo y la dinámica del producto y la tasa de desempleo, se pueden complementar con los movimientos del PIB y otras variables asociadas a la demanda y a la oferta en el sector agrícola. En esta sección se realiza un análisis del comportamiento de variables de oferta y demanda y el PIB del sector agrícola estimando las correlaciones de forma contemporánea y rezagada entre los residuos estimados de los modelos univariados ARIMA para el PIB y el resto de variables, con el fin de ofrecer la siguiente interpretación: Una correlación contemporánea alta y positiva entre las innovaciones²⁴ del consumo aparente del sector y las innovaciones del PIB indican que los movimientos inesperados (sorpresas) del PIB, es decir movimientos que no se pueden predecir a partir del comportamiento pasado del producto, están tradicionalmente asociados con movimientos positivos en el consumo, es decir la variable es pro cíclica. Es importante resaltar, que la correlación no implica causalidad, sino por el contrato está mostrando el grado de asociación estadística entre las dos variables.

4.1. Efecto de variables de demanda

Con el fin de analizar qué tan elásticos son los componentes de demanda al ciclo del PIB total en el sector agropecuario, se seleccionaron algunas variables por el lado de la demanda del sector agrícola, tales como el consumo aparente del sector²⁵, exportaciones totales del sector, exportaciones de café y la balanza comercial agropecuaria.

²⁴ La correlación contemporánea tiene que ver con el grado de asociación estadística entre las variables en el mismo periodo, mientras que la correlación con rezagos analiza el grado de asociación entre las variables pero en distintos periodos de tiempo.

²⁵ Definido como PIB agropecuario ($PIBA_t$) más las importaciones totales del sector (MA_t) y descontando las exportaciones (XA_t), es decir $CA_t = PIBA_t + MA_t - XA_t$.

La metodología que se sigue es básicamente la construcción y estimación de modelos ARIMA siguiendo cada una de las etapas de la metodología de BOX y JENKINS. En la tabla 4 se presentan los resultados de un modelo ARIMA para el logaritmo del PIB, el consumo aparente, la balanza comercial agropecuaria, las exportaciones totales de café y las exportaciones totales del sector agrícola.

Tabla 4. Co-movimientos del PIB Agrícola y sus Componentes: correlaciones entre innovaciones ¹							
Innovaciones en el periodo cero de:	Innovaciones del PIB en el periodo ² :						
	-3	-2	-1	0	1+	2+	3+
Consumo Aparente ³	0,057	-0,059	0,174	0,376	-0,007	-0,017	-0,035
Exportaciones totales Sector ⁴	-0,067	-0,050	-0,052	0,086	-0,017	0,009	-0,098
Exportaciones de Café ⁵	-0,072	-0,061	-0,115	0,081	0,040	0,001	-0,110
Balanza Comercial Agropecuaria ⁶	-0,070	-0,051	-0,005	0,120	-0,008	-0,021	-0,107
Notas:							
1. Residuos estimados a partir de un modelo ARIMA para el PIB y sus componentes. Datos trimestrales a pesos del 2005. Tasas de crecimiento anual entre 1976 -I y 2013 - IV.							
2. $\Delta y_t = 0.026 + 0.415 \Delta y_{t-1} + e_t + 0.184 e_{t-1} + 0.668 e_{t-2}$, $s = 0.017$. Donde y_t es el logaritmo del PIB y s el error estándar estimado.							
3. $\Delta c_a_t = 0.0263 + e_t + 0.793 e_{t-1} + 0.804 e_{t-2} + 0.858 e_{t-3}$, $s = 0.034$. Donde c_a_t es el logaritmo del consumo aparente y s el error estándar estimado.							
4. $\Delta \text{exptot}_t = 0.0266 + 0.833 \Delta \text{exptot}_{t-1} + e_t - 0.284 e_{t-1} - 0.727 e_{t-4}$, $s = 0.174$. Donde exptot_t es el logaritmo de las exportaciones totales y s el error estándar estimado.							
5. $\Delta \text{expcaf}_t = 0.0045 + 0.880 \Delta \text{expcaf}_{t-1} + e_t - 0.298 e_{t-1} - 0.684 e_{t-4}$, $s = 0.231$. Donde expcaf_t es el logaritmo de las exportaciones de café y s el error estándar estimado.							
6. $\Delta b_c_t = 0.0274 + e_t + 0.686 e_{t-1} + 0.678 e_{t-2} + 0.689 e_{t-3}$, $s = 0.223$. Donde b_c_t es el logaritmo de la balanza comercial y s el error estándar estimado.							

Fuente: Cálculos propios sobre cifras DANE - Sistema de Cuentas Nacionales y DANE - DIAN.

La tabla 4 también presenta la correlación entre las innovaciones (residuos estimados) del PIB y las innovaciones de los componentes del consumo aparente, exportaciones totales, exportaciones totales y balanza comercial del sector, desde los rezagos -3 hasta el adelanto 3, es decir la idea es ver de manera dinámica la correlación en el tiempo de las innovaciones. Las estimaciones presentadas en la tabla 4 confirman que las variables que capturan la demanda del sector (consumo aparente, exportaciones totales, exportaciones totales y balanza comercial del sector) se mueven en igual dirección que el PIB, es decir la correlación entre las variables en el periodo 0 y el PIB es positiva y estadísticamente significativas. La correlación contemporánea (cuando se comparan las variables en el mismo periodo) entre las innovaciones del PIB y cada uno de los componentes es grande y significativa, mientras que las correlaciones entre las mismas variables en diferentes periodos (rezagos y adelantos) son más pequeñas, excepto para el consumo aparente y la balanza comercial agropecuaria, y no son estadísticamente significativas.

A partir de la información reportada en la tabla también se puede estimar el coeficiente de una regresión estimada por M.C.O de la innovación de cada

componente en función de la innovación del PIB, cuyo resultado se presenta en la tabla 5²⁶.

Tabla 5: Elasticidad de los Componentes de Demanda con Respecto al PIB				
Componente	Coeficientes			
	Correlación (ρ)	Desviación Estándar Componente (σ_{xi})	Desviación Estándar PIB (σ_{PIB})	Elasticidad $\beta = (\sigma_{xi}/\sigma_{PIB}) * \rho$
Consumo Aparente	0,3766	0,034	0,017	0,738
Exportaciones Totales Sector	0,0869	0,175	0,017	0,873
Exportaciones de Café	0,0813	0,231	0,017	1,080
Balanza Comercial Agropecuaria	0,1203	0,223	0,017	1,542

Fuente: Cálculos propios a partir de la matriz de correlaciones. Cifras DANE y DANE - DIAN.

Antes de describir los resultados sobre el coeficiente de regresión, es importante resaltar que dicho coeficiente no se interpreta como una relación causal y por consiguiente hay que tener cuidado en su interpretación. Tal como está estimado, el coeficiente da una idea de cuánto se mueve cada componente de demanda con respecto al PIB y por tanto refleja la elasticidad de cada innovación de la demanda con respecto a la innovación del PIB. De acuerdo con la tabla 5, la elasticidad del consumo aparente con respecto al PIB es igual 0,73, que es mucho menor que 1, y refleja que un aumento de un punto porcentual en la innovación del PIB genero un aumento menos que proporcional en el consumo aparente.

La elasticidad de las exportaciones totales del sector agrícola fue de 0.87 que también resultó ser menor a la unidad, lo que indica que un aumento de un punto porcentual en la innovación del PIB genera en promedio un incremento menos que proporcional en las exportaciones. Por su parte, la elasticidad de las exportaciones de café es igual a 1, lo que indica una elasticidad unitaria de las exportaciones de café con respecto al PIB, en particular las recesiones en el sector agrícola han estado acompañada de caídas de igual magnitud en las exportaciones de café.

La elasticidad de la balanza comercial del sector con respecto a las innovaciones del PIB fue de 1.5 que es mucho mayor a uno, lo que implica que un incremento de un punto porcentual en la innovación del PIB género en promedio un incremento más que proporcional de 1.5 puntos porcentuales en el saldo de la balanza comercial. Esta estimación muestra que en las épocas de auge o expansión en

²⁶ El coeficiente de regresión así estimado, es igual al coeficiente de correlación multiplicado por la relación de la desviación estándar de la innovación en el componente específico y la desviación estándar de la innovación en el PIB, es decir $\beta = (\sigma_{xi}/\sigma_{PIB}) * \hat{\rho}_{x,PIB}$. Donde β es el coeficiente de regresión, σ_{xi} la desviación estándar de cada componente, σ_{PIB} la desviación estándar del PIB y $\hat{\rho}_{x,PIB}$ el coeficiente de correlación estimado entre la innovación de cada componente y la innovación del PIB.

donde el PIB observado del sector se ubicó por encima de la tendencia del largo plazo, como por ejemplo el periodo de 1979 a 1982, que coincide con el periodo de bonanza cafetera y de altos precios internacionales, el balance externo del sector presento superávits significativos.

La fuerte covarianza del PIB con el consumo aparente y de las exportaciones del café y la balanza comercial, es uno de los mejores hechos estilizados que han caracterizado a las fluctuaciones económicas en el sector agrícola. Específicamente, la covarianza entre el consumo aparente y el PIB del sector es acorde con la idea de una propensión marginal al consumir que es positiva pero menor que la unidad.

4.2. Co-movimientos del PIB y precios:

El cuadro 6 describe los co-movimientos entre el PIB y los precios internacionales de algunos commodities del sector. Específicamente, presenta la estimación de los modelos ARIMA para el logaritmo del precio internacional del café, precio internacional del petróleo, de la palma de aceite, del banano, del azúcar y del tabaco.

Innovaciones en el periodo cero de:	Innovaciones del PIB en el periodo ² :						
	-3	-2	-1	0	1+	2+	3+
Precio internacional de café ³	-0,1431	-0,0048	-0,0340	-0,1009	0,0365	-0,0072	-0,0835
Precio internacional del petróleo ⁴	0,0568	0,0755	-0,1017	0,1588	0,1028	0,1335	0,0718
Precio internacional de palma ⁵	-0,1361	-0,0197	0,0944	0,0571	-0,0053	-0,0403	-0,0886
Precio internacional de banano ⁶	0,0542	0,0914	0,0577	-0,1143	-0,0203	0,0214	0,1195
Precio internacional de azúcar ⁷	-0,1332	-0,0613	0,0961	-0,0349	-0,0212	0,0397	0,0120
Precio internacional de tabaco ⁸	-0,0130	0,0762	-0,0565	-0,1547	-0,0589	0,1118	0,0522

Notas:

- Residuos estimados a partir de un modelo ARIMA para el PIB y los precios. Datos trimestrales a pesos del 2005. Tasas de crecimiento anual entre 1976 -I y 2013 - IV.
- $\Delta y_t = 0.026 + 0.415 \Delta y_{t-1} + e_t + 0.184 e_{t-1} + 0.668 e_{t-2}$, $s = 0.017$. Donde y_t es el logaritmo del PIB y s el error estándar estimado.
- $\Delta p_{ct} = 0.009 + 0.578 \Delta p_{ct-1} + e_t + 0.845 e_{t-1}$, $s = 0.167$. Donde p_{ct} es el logaritmo del precio internacional del café y s el error estándar estimado.
- $\Delta p_{pet} = 0.0575 + 0.519 \Delta p_{pet,t-1} + e_t - 0.874 e_{t-1}$, $s = 0.161$. Donde $p_{pet,t}$ es el logaritmo del precio internacional del petróleo y s el error estándar estimado.
- $\Delta p_{palm_t} = 0.0209 + 0.952 \Delta p_{palm,t-1} - 0.148 \Delta p_{palm,t-4} + e_t + 0.179 e_{t-1} - 0.777 e_{t-4}$, $s = 0.129$. Donde p_{palm_t} es el logaritmo del precio de la palma y s el error estándar estimado.
- $\Delta p_{ban_t} = 0.0312 + 0.518 \Delta p_{ban,t-1} + 0.518 \Delta p_{ban,t-4} + e_t - 0.134 e_{t-1} - 1.008 e_{t-4}$, $s = 0.144$. Donde p_{ban_t} es el logaritmo del precio internacional del banano y s el error estándar estimado.
- $\Delta p_{iaz_t} = 0.0119 + 1.023 \Delta p_{iaz,t-1} - 0.129 \Delta p_{iaz,t-4} + e_t + 0.062 e_{t-1} - 1.024 e_{t-4}$, $s = 0.152$. Donde p_{iaz_t} es el logaritmo del precio internacional del azúcar y s es el error estándar estimado.
- $\Delta p_{int_t} = 0.0209 + 1.100 \Delta p_{int,t-1} - 0.184 \Delta p_{int,t-4} + e_t + 0.155 e_{t-1} - 0.919 e_{t-4}$, $s = 0.030$. Donde p_{int_t} es el logaritmo del precio internacional del tabaco y s es el error estándar estimado.

Fuente: Cálculos propios sobre cifras del Banco Mundial y Federación Nacional de Cafeteros.

Existe una baja correlación de forma contemporánea entre los precios internacionales y la producción del sector, aunque en la mayoría de los casos las correlaciones son positivas, excepto para el precio internacional del café y del

petróleo. Este resultado podría sugerir que los episodios de sobreoferta a nivel mundial en la producción de café estuvieron asociados a caídas en el precio internacional del grano. En el caso del precio internacional del petróleo, que se considera como una materia prima, los incrementos en el precio generan un sobre costo en el uso de insumos, lo cual podría haber generado caídas sensibles con la producción del sector. Por otro lado, las correlaciones de manera rezagada y adelantada de los precios con el PIB son muy bajas y estadísticamente no significativas.

El hecho de que exista una correlación negativa entre los precios del café y del petróleo, implica que estas dos variables son contra cíclicas y reflejan los mecanismos de transmisión de los shocks de oferta hacia el producto del sector.

La tabla 7 presenta la estimación del coeficiente de regresión de cada uno de los precios de los productos con respecto al PIB, es decir, la elasticidad precio de la producción del sector agrícola.

Tabla 7: Elasticidad Precio de la Producción				
Componente	Coeficientes			
	Correlación (ρ)	Desviación Estándar Componente (σ_{xi})	Desviación Estándar PIB (σ_{PIB})	Elasticidad $\beta = (\sigma_{xi}/\sigma_{PIB}) * \rho$
Precio internacional del café	-0,10	0,17	0,02	-0,99
Precio internacional del petróleo	0,16	0,16	0,02	1,50
Precio internacional de palma	0,06	0,13	0,02	0,43
Precio internacional de banano	-0,11	0,14	0,02	-0,97
Precio internacional del azúcar	-0,03	0,15	0,02	-0,31
Precio internacional del tabaco	-0,15	0,03	0,02	-0,27

Fuente: Cálculos propios a partir de la matriz de correlaciones. Cifras Banco Mundial y Federación Nacional de Cafeteros.

Es interesante resaltar que la elasticidad precio del café con respecto al PIB del sector es unitaria, lo que implica que todos los choques de oferta se trasladaron a los precios en igual proporción y las dos variables se movieron en sentido inverso, es decir, los excesos de oferta implicaron precios bajos en la producción de café.

La elasticidad precio del petróleo con respecto a producto del sector es mayor a uno, lo que implica que los precios de la materia prima fueron muy elásticos ante los cambios en la producción del sector. En efecto, un incremento de un punto porcentual en la innovación del PIB generó en promedio un aumento más que proporcional del orden de 1,5 puntos porcentuales en el precio internacional del petróleo.

Desde un punto de vista teórico y a partir de la evidencia empírica reportada en este trabajo, se puede concluir que los choques de oferta indudablemente afectaron significativamente a los precios de algunos commodities importantes para el sector, como es el caso del petróleo y del café. No obstante, existe una baja correlación entre precios y producción del sector durante los últimos 37 años.

V. Conclusiones

A lo largo de este trabajo se realizó una descripción agregada de la dinámica de la actividad agropecuaria y su relación con el comportamiento agregado de la economía, a partir de la estimación y análisis de los ciclos del PIB agrícola y su relación con variables de oferta y demanda. El objetivo principal fue encontrar evidencia empírica sobre la duración, amplitud y frecuencia de los ciclos y el comportamiento de factores por el lado de la oferta como los booms experimentados por productos como el café y factores productivos como el empleo. Al mismo tiempo, se analizó el crecimiento del PIB agropecuario y el comportamiento de factores de demanda, que evidentemente se constituyeron en impulsores de la actividad del sector.

Uno de los hechos macroeconómicos más importantes durante el periodo 1976 y 2012 fue el crecimiento persistente del PIB por trabajador del sector agropecuario sobre todo en el periodo de 1980 a 2000. El crecimiento del PIB agropecuario durante este periodo se debe en gran parte al crecimiento del producto por trabajador, más que a la expansión en el cambio técnico medido a través de la PTF, contrario a lo mencionado por autores como KALMANOVITZ et al (2006).

La contribución del cambio tecnológico al crecimiento del PIB del sector ha presentado una tendencia creciente a lo largo de estos 37 años. Por su parte, la relación capital – producto a largo de estos 37 ha presentado una tendencia decreciente, excepto en el periodo 1991 a 1995, en donde la participación del stock de capital del sector con relación al PIB se favoreció en parte por el incremento en la importación de tractores y maquinaria agrícola, en parte por el aumento en la tasa de ahorro. El análisis de contabilidad de crecimiento durante en este periodo, muestra una fuerte contribución del factor trabajo comparado con el del stock de capital, y muy poca contribución del crecimiento de la PTF.

Con relación a la estimación y cronología de los ciclos en el sector agropecuario, se encontró la existencia de tres ciclos completos a lo largo de los últimos 37 años. En efecto, de acuerdo con la metodología del CEPR, se registran tres ciclos completos para el sector agrícola con una duración de 16 trimestres (4 años) medidos de pico a pico, o de 15 trimestres (3,8 años) medidos de valle a valle. Las fases de expansión duran, en promedio, 29 trimestres (9,6 años) y las de contracción 4 trimestres (1 año), lo que implica que los ciclos en el sector agrícola son asimétricos dada la mayor duración de las expansiones con relación a las contracciones.

Los ciclos del PIB agrícola comparados con los del PIB total son más cortos y de menor frecuencia. Al igual que en el caso agrícola, los ciclos para el total de la economía son asimétricos, ya que las expansiones tardan, en promedio, 65 meses (5,4 años), mientras que las contracciones tardan 16 meses (1,3 años). Al realizar una revisión de las políticas implementadas en cada uno de los planes de desarrollo por parte de los gobiernos a lo largo de estos 37 años, se puede inferir que el gobierno reaccionó mediante el uso de instrumentos de política para estabilizar las condiciones adversas en cada una de los tres episodios recesivos determinados por la cronología del ciclo económico.

Por otro lado, a lo largo de los últimos 37 años las fluctuaciones del PIB y de la tasa de desempleo en el sector agropecuario han estado generadas por choque de oferta y de demanda simultáneamente. No obstante, los choques de demanda, originados por booms de exportaciones de café y el buen comportamiento de los precios internacionales del café han tenido efectos favorables sobre el producto y sobre la consiguiente reducción en la tasa de desempleo del sector. De igual forma, el gobierno ha utilizado activamente los instrumentos de política como mecanismo de reacción y mitigación de los efectos favorables sobre el sector, generados por choques de oferta y de demanda adversos.

Las estimaciones de los coeficientes de correlación entre las innovaciones del PIB y las innovaciones de las variables de demanda (consumo aparente, exportaciones totales, exportaciones totales y balanza comercial del sector) indican que las variables son procíclicas, es decir se mueven en igual dirección que el PIB, es decir la correlación entre las variables en el periodo 0 y el PIB es positiva y estadísticamente significativas. La correlación contemporánea (cuando se comparan las variables en el mismo periodo) entre las innovaciones del PIB y cada uno de los componentes es grande y significativa, mientras que las correlaciones entre las correlaciones entre las mismas variables en diferentes periodos (rezagos y adelantos) son más pequeñas, excepto para el consumo aparente y la balanza comercial agropecuaria, y no son estadísticamente significativas.

La fuerte covarianza del PIB con el consumo aparente y de las exportaciones del café y la balanza comercial, es uno de los mejores hechos estilizados que han caracterizado a las fluctuaciones económicas en el sector agrícola. Específicamente, la covarianza entre el consumo aparente y el PIB del sector es acorde con la idea de una propensión marginal al consumir que es positiva pero menor que la unidad.

Con relación a los comovimientos del PIB y los precios, existe una baja correlación de forma contemporánea entre los precios internacionales y la producción del sector, aunque en la mayoría de los casos las correlaciones son positivas, excepto para el precio internacional del café y del petróleo. Este resultado podría sugerir que los episodios de sobreoferta a nivel mundial en la producción de café estuvieron asociados a caídas en el precio internacional del grano. En el caso del precio internacional del petróleo, que se considera como una materia prima, los incrementos en el precio generan un sobrecosto en el uso de insumos, lo cual podría

haber generado caídas sensibles con la producción del sector. Por otro lado, las correlaciones de manera rezagada y adelantada de los precios con el PIB son muy bajas y estadísticamente no significativas. El hecho de que exista una correlación negativa entre los precios del café y del petróleo, implica que estas dos variables son contra cíclicas y reflejan los mecanismos de transmisión de los shocks de oferta hacia el producto del sector.

Referencias bibliográficas

Blanchard, Olivier and Danny Quah (1989): The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Shocks. *The American Economic Review*, vol. 79, Sep.

Londoño, Juan Luis (1984): Agricultura y Transformación Estructural. Una Comparación Internacional. *Revista Planeación y Desarrollo*, vol. XXI, números 3 y 4.

Kalmanovitz, Salomón y López, Enrique (2006): La Agricultura Colombiana en el Siglo XX. *Fondo de Cultura Económica*.

Jaramillo, Carlos Felipe (2002): Crisis y Transformación de la Agricultura Colombiana 1990 – 2000. *Fondo de Cultura Económica*.

Boserup, E. (1965): The Conditions of Agricultural Growth (Allen and Unwin. London)

Chavas, Jean – Paul (2001): Structural Change in Agricultural Production: Economics, Technology and Policy. *Handbook of Agricultural Economics*, vol. 1, Edited by B. Gardner and G. Rausser.

Timmer, C. Peter (2002): Agriculture and Economic Development. *Handbook of Agricultural Economics*, vol. 2, Edited by B. Gardner and G. Rausser.

Schultz, T.W (1953): The Economic Organization of Agriculture. McGraw – Hill, New York.

Anderson, K., and Y. Hayami (1986): The Political Economy of Agricultural Protection: East Asia in International Perspective (Allen and Unwin. London).

Timmer, C. P. (1992): Agriculture and Economic Development Revisted. In: P. S. Teng and F.W.T. Penning de Vries, special editors, *Agricultural Systems*.

Berry, Albert (1970): The Development of Colombian Agriculture, *Yale*, Mimeo.

Ocampo, Jose Antonio (1984): Colombia y la Economía Mundial, 1830 – 1910. *Siglo XXI Editores*, Bogotá.

----- (1991): The Transition from Primary Exports to Industrial Development in Colombia. In *Diverging Paths*, ed. M. Blomstrom and P. Mellev, Washington.

Okun, Arthur M. (1962): Potential GNP: Its Measurement and Significance. Reprinted in J. Pechman (ed.), *Economics for Policymaking*, Cambridge, MA. MIT Press, 1983.

Prescott, Edward (1986): Theory Ahead of Business Cycle Measurement. *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review* 10, 4.

Campbell, John and N. Gregory Mankiw (1987a): Are Output Fluctuations Transitory?. *Quarterly Journal of Economics* 102, 4.

Solow, Robert (1957): Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economic Studies*, 39 August.

Sarmiento, Eduardo (1984): Funcionamiento y Control de una Economía en Desequilibrio, CEREC y Contraloría General de la República.

Barro, Robert and Sala-i-Martin, Xavier (2004): Economic Growth. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts. London, England, Second edition.

Blanchard, Olivier and Fischer, Stanley (1998): Lectures on Macroeconomics. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts. London, England.

Uribe, (1998): Las Grandes Transformaciones del Sector Agropecuario Colombiano en la última Década: Una Visión Regional. Corpoica.

Urrutia, Miguel y James Robinson (2007): Economía Colombiana del Siglo XX. Un análisis Cuantitativo. *Fondo de Cultura Económica y Banco de la República*.

Grupo de Estudios del Crecimiento Económico, Banco de la República (2004): El Crecimiento Económico Colombiano en el Siglo XX. *Fondo de Cultura Económica*.

Hayashi, Fumio and Prescott, Edward (2008): The Depressing Effect of Agricultural Institutions on the Prewar Japanese Economy. *Journal of Political*, vol. 116, 4.

King, Robert G. and Ross, Levine (1994): Capital Fundamentalism, Economic Development and Economic Growth. *Carnegie – Rochester Conf. Ser. Public Policy*, 40, June.

Hayashi, Fumio and Prescott, Edward (2002): The 1990s in Japan: A Lost Decade. *Rev. Econ. Dynamics* 5, February.

Klenow, Peter J. and Andrés Rodríguez – Clare (1997): The Neoclassical Revival in Growth Economics: Has It Gone Too Far?. *NBER Macroeconomics Annual*. Edited by Ben S. Bernanke and Julio Rotemberg. Cambridge, MA: MIT Press.

Arimón, Gabriel (1997): Productividad Total de los Factores: Revisión Metodológica y una Aplicación al Sector Manufacturero Uruguayo. CEPAL.

Burns, Arthur and Wesley C. Mitchell (1946): Measuring Business Cycles. New York: National Bureau of Economic Research.

Mintz, Ilse (1969): Dating Postwar Business Cycles: Methods and Their Application to Western Germany. *National Bureau of Economic Research*.

Klein, Philip and Geoffrey H. Moore (1985): Monitoring Growth Cycles in Market – Oriented Countries: Developing and Using International Economic Indicators. *National Bureau of Economic Research*.

Zarnowitz, Victor (1992): Business Cycles: Theory, History, Indicators and Forecastings. *NBER Book Series Studies in Business Cycles*.

Layton, A.P. and Moore, G.H. (1989). Leading indicators for the service sector. *Journal of Business and Economic Statistics*, (3)7.

Viviana Alfonso, Luis Arango, Fernando Arias, Guillermo Cangrejo y José Pulido (2013): Ciclos de negocios en Colombia, 1975-2011. *Lecturas de Economía - No. 78*.

Hodrick, Robert J. and E.C. Prescott (1980) "Postwar U.S. Business Cycles: an Empirical Investigation"; mss. Pittsburgh: Carnegie-Mellon University; Discussion Papers 451, Northwestern University.

Box, G.E.P. and Jenkins, G. (1976) *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Holden-Day, United States.

Nelson, Charles and Charles Plosser (1982): Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series. *Journal of Monetary Economics*. Sept. 10.

Fernández, Diana, Piñeros, José y Dairo Estrada (2011): Financiamiento del Sector Agropecuario: Situación y Perspectivas. En: *Reporte de Estabilidad Financiera*, Banco de la República.

Galor, Oded (2011): *Unified Growth Theory*. Princeton University Press.

Rodrik, Dani (2011): Una economía, muchas recetas. La globalización, las instituciones y el crecimiento económico. *Fondo de Cultura Económica*.

Clavijo, Sergio, Vera, Alejandro y Alejandro Fandiño (2012): La Desindustrialización en Colombia. Análisis Cuantitativo de sus Determinantes. *Centro de Estudios Económicos – ANIF*.

Apéndice Número 1: Forma Reducida del VAR Estructural Bivariado

El objetivo del apéndice es presentar la manera en cómo se obtiene la forma reducida a partir del VAR estructural para la tasa de desempleo y el crecimiento del PIB, siguiendo las estrategias sugeridas por Blanchard y Quah (1989). Se parte de una versión simplificada de un VAR bivariado para la tasa de desempleo y del crecimiento del PIB que tiene la siguiente forma:

$$A.1 \begin{bmatrix} a_{11}^0 & a_{12}^0 \\ a_{21}^0 & a_{22}^0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_t \\ \Delta y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}^1 & a_{12}^1 \\ a_{21}^1 & a_{22}^1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{t-1} \\ \Delta y_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_t^d \\ \varepsilon_t^s \end{bmatrix}$$

La cual se puede escribir de manera compacta como:

$$A.2 A_0 y_t = A_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$$

En donde se supone que la matriz A_0 es triangular inferior y por tanto, $A_0^{-1} = chol(\Omega)$. Es importante mencionar, que existen (infinitas) formas de ortogonalizar los errores ε_t de la forma reducida. Es decir, existe un número infinito de matrices orthonormales T tal que $TT' = I$ y por tanto, $A_0^{-1}TT'(A_0^{-1})' = \Omega$.

A partir de los anteriores supuestos, se puede computar los efectos de largo plazo de los choques sobre las variables a partir de la obtención de la forma reducida.

$$A.3 \begin{bmatrix} a_{11}^0 & a_{12}^0 \\ a_{21}^0 & a_{22}^0 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} a_{11}^0 & a_{12}^0 \\ a_{21}^0 & a_{22}^0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_t \\ \Delta y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}^0 & a_{12}^0 \\ a_{21}^0 & a_{22}^0 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} a_{11}^1 & a_{12}^1 \\ a_{21}^1 & a_{22}^1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{t-1} \\ \Delta y_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11}^0 & a_{12}^0 \\ a_{21}^0 & a_{22}^0 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \varepsilon_t^d \\ \varepsilon_t^s \end{bmatrix}$$

Por consiguiente:

$$A.4 \begin{bmatrix} u_t \\ \Delta y_t \end{bmatrix} = \phi_1 \begin{bmatrix} u_{t-1} \\ \Delta y_{t-1} \end{bmatrix} + A_0^{-1} \varepsilon_t$$

En donde:

$$\phi_1 = \begin{bmatrix} a_{11}^0 & a_{12}^0 \\ a_{21}^0 & a_{22}^0 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} a_{11}^1 & a_{12}^1 \\ a_{21}^1 & a_{22}^1 \end{bmatrix}$$

y

$$A_0 = \begin{bmatrix} a_{11}^0 & a_{12}^0 \\ a_{21}^0 & a_{22}^0 \end{bmatrix}$$

El paso siguiente es ligar las estimaciones de la forma reducida a los coeficientes de la forma estructural. Para tal efecto, se asume que todos los cambios futuros en el PIB siguen el siguiente proceso:

$$A.5 E \left[\sum_{s=0}^{\infty} \begin{bmatrix} u_{t+s} \\ \Delta y_{t+s} \end{bmatrix} \middle| \varepsilon_t \right]$$

$$\begin{aligned}
&= [A_0^{-1} + \phi_1 A_0^{-1} + \phi_1^2 A_0^{-1} + \dots + \phi_1^{\infty} A_0^{-1}] \varepsilon_t \\
&= (I - \phi_1)^{-1} A_0^{-1} \varepsilon_t
\end{aligned}$$

A partir de los datos para las variables de interés se pueden obtener las estimaciones de los vectores de parámetros $\widehat{\phi}_1$ y $\widehat{\Omega}$:

$$\begin{aligned}
\text{A.6 } \widehat{\phi}_1 &= \sum Y_t Y_{t-1}' [\sum Y_{t-1} Y_{t-1}']^{-1} \\
\widehat{\Omega} &= \frac{1}{T-p} \sum (Y_t - \widehat{\phi}_1 Y_{t-1})(Y_t - \widehat{\phi}_1 Y_{t-1})'
\end{aligned}$$

En donde:

$$\Omega = E(\varepsilon_t \varepsilon_t') = A_0^{-1} (A_0^{-1})'$$

y

$$Y_t \equiv [u_t \ \Delta y_t]'$$

Ahora tenemos todo lo que se necesita para imponer nuestro supuesto de identificación de que $(I - \phi_1)^{-1} A_0^{-1}$ es una matriz triangular superior, es decir:

$$\text{A.7 } (I - \phi_1)^{-1} A_0^{-1} = \begin{bmatrix} x & x \\ 0 & x \end{bmatrix}$$

Entonces, se quiere encontrar una matriz A_0^{-1} tal que:

$$\begin{aligned}
(I - \phi_1)^{-1} A_0^{-1} &= \begin{bmatrix} x & x \\ 0 & x \end{bmatrix} \\
A_0^{-1} (A_0^{-1})' &= \Omega
\end{aligned}$$

La mejor forma de encontrar A_0 es utilizar nuevamente la descomposición de Choleski, pero ahora con la matriz Q definida como:

$$\begin{aligned}
\text{A.8 } Q &= (I - \phi_1)^{-1} A_0^{-1} (A_0^{-1})' [(I - \phi_1)^{-1}]' \\
&= (I - \phi_1)^{-1} \Omega [(I - \phi_1)^{-1}]'
\end{aligned}$$

Por tanto,

$$chol(Q) = (I - \phi_1)^{-1} A_0^{-1}$$

O de manera equivalente:

$$A_0^{-1} = (I - \phi_1) chol(Q)$$