

Comportamiento de la actividad Agropecuaria y modelo de proyección para el análisis de Políticas en el Perú



**DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ECONÓMICOS
DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS AGRARIAS**



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



BICENTENARIO
PERÚ



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
VICEMINISTERIO DE POLÍTICAS Y SUPERVISIÓN DEL DESARROLLO AGRARIO

Ministro de Desarrollo Agrario y Riego

Ángel Manuel Manero Campos

Viceministro de Políticas y Supervisión del Desarrollo Agrario

Christian Alejandro Garay Torres

Director General de Políticas Agrarias

Jorge Fidel Castro Trkovic

Director de Estudios Económicos

Fernando Javier Martínez Ruiz

Responsable de la elaboración

Luis Bruno Seminario De Marzi

Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico

Diseñadora de Edición Digital

Jenny Miriam Acosta Reátegui

Editado por:

@Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

Dirección General de Políticas Agrarias | Dirección de Estudios Económicos

Jr. Cahuide N.º 805, Jesús María, Lima 1

Publicado en octubre de 2024

Índice de contenido

1.	INTRODUCCIÓN	8
2.	PRESENTACIÓN DEL SECTOR	8
2.1	Sector agropecuario	8
2.2	Clasificación de productos.....	10
3.	METODOLOGÍA.....	11
3.1	Clasificación de sub sectores.....	11
3.1.1	Clasificación de sub sectores agrícolas.....	11
3.1.2	Clasificación de sub sectores pecuarios	13
3.2	Tratamiento de las series	14
3.2.1	Producción.....	14
3.2.2	Área cosechada	17
3.3	Índices.....	18
3.3.1	Laspeyres	18
3.3.2	Paasche.....	19
3.3.3	Fisher	19
3.3.4	Divisia	20
3.4	Filtros.....	20
3.4.1	Filtro de desestacionalización	20
3.4.1.1	Las medias móviles.....	21
3.4.1.2	Desventajas del Método de los Filtros de Desestacionalización.....	22
3.4.2	Filtro de Hodrick-Prescott	23
3.4.2.1	Desventajas del filtro de Hodrick y Prescott	24
3.5	Contribuciones al crecimiento	24
4.	ANÁLISIS DE DATOS.....	25
4.1	Análisis de datos del sector agregado.....	25
4.1.1	Sector agropecuario	25
4.1.2	Sector agrícola.....	28
4.1.2.1	Oferta y demanda de productos agrícolas.....	28
4.1.2.2	Precios del sector agrícola.....	29
4.1.2.3	Términos de intercambio del sector agrícola.....	30
4.1.2.4	Área cosechada del sector agrícola.....	31
4.1.2.5	Productividad del sector agrícola.....	32
4.1.2.6	Sector agrícola agregado por comportamiento de la productividad.....	34
4.1.2.6.1	Grupo con productividad por encima del sector.....	37

4.1.2.6.2	Grupo con productividad por debajo del sector	38
4.2	Análisis de datos de los subsectores	39
4.2.1	Sector agrícola	39
4.2.1.1	Tubérculos y raíces	43
4.2.1.2	Frutas.....	48
4.2.1.3	Verduras y hortalizas.....	51
4.2.1.4	Productos industriales.....	55
4.2.1.4.1	Productos industriales exportables.....	58
4.2.1.4.2	Productos industriales no exportables.....	59
4.2.1.5	Alimento para animales	60
4.2.1.6	Granos y cereales	64
4.2.2	Sector pecuario	68
4.2.2.1	Animales que comen pasto	69
4.2.2.2	Animales que no comen pasto	70
4.2.2.3	Productos derivados de animales	70
4.2.3	Sector externo	71
4.2.3.1	Exportaciones.....	73
4.2.3.2	Importaciones.....	74
4.2.3.3	Términos de intercambio	76
4.2.4	Relación productividad – área cosechada.....	77
4.2.5	Demanda de productos agrícolas.....	81
5.	MODELO DE PROYECCIÓN.....	83
5.1	Estructura del modelo	83
5.1.1	Demanda del sector agropecuario	83
5.1.2	Oferta del sector agropecuario	84
5.1.3	Precios del sector agropecuario	84
5.1.4	Tipo de cambio del sector agropecuario	85
5.2	Estimación y simulación	86
6.	CONCLUSIONES	95
7.	BIBLIOGRAFÍA	98

Índice de gráficos

Figura 1: VBP real desestacionalizado del sector agropecuario (logaritmos).....	26
Figura 2: VBP real del sector agropecuario (logaritmos)	26
Figura 3: Contribución del sector agrícola al crecimiento del sector agropecuario (%)	27
Figura 4: Oferta – Demanda nominal desestacionalizada de productos agrícolas (logaritmos)	28
Figura 5: Índices de Paasche de precios del sector agrícola (logaritmos).....	29
Figura 6: Índices de Divisia de precios del sector agrícola (logaritmos)	30
Figura 7: Términos de intercambio del sector agrícola con índice de Paasche de precios (logaritmos)	30
Figura 8: Términos de intercambio del sector agrícola con índice de Divisia de precios (logaritmos).....	31
Figura 9: Área cosechada del sector agrícola (logaritmos)	31
Figura 10: Productividad real del sector agrícola (logaritmos)	32
Figura 11: Productividad real desestacionalizada por sub sectores agrícolas (logaritmos)	33
Figura 12: Productividad nominal (logaritmos).....	33
Figura 13: Productividad nominal desestacionalizada por sub sectores agrícolas (logaritmos)	34
Figura 14: VBP real desestacionalizado del grupo con productividad por encima del sector (logaritmos)	35
Figura 15: VBP nominal desestacionalizado (logaritmos)	35
Figura 16: Área cosechada (logaritmos).....	36
Figura 17: Productividad real desestacionalizada (logaritmos)	36
Figura 18: Productividad nominal de corto plazo (logaritmos).....	37
Figura 19: Productividad real del grupo con productividad por encima del sector (logaritmos)	37
Figura 20: Productividad nominal del grupo con productividad por encima del sector (logaritmos)	38
Figura 21: Productividad real del grupo con productividad por debajo del sector (logaritmos).....	38
Figura 22: Productividad nominal del grupo con productividad por debajo del sector (logaritmos).....	39
Figura 23: VBP real desestacionalizado de los sub sectores agrícolas (logaritmos)	40
Figura 24: VBP nominal desestacionalizado de los sub sectores agrícolas (logaritmos)	40
Figura 25: Área cosechada desestacionalizada de los sub sectores agrícolas (logaritmos).....	41
Figura 26: Productividad desestacionalizada con índices Divisia de cantidades de los sub sectores agrícolas (logaritmos)	42
Figura 27: Índices Divisia de precios desestacionalizados de los sub sectores agrícolas (logaritmos)	42
Figura 28: VBP real de Tubérculos y raíces (logaritmos).....	44
Figura 29: VBP nominal (logaritmos).....	44
Figura 30: Área cosechada (logaritmos).....	45
Figura 31: Índices de Divisia de cantidades de corto plazo (logaritmos)	45
Figura 32: Productividad real (logaritmos).....	46
Figura 33: Productividad nominal (logaritmos).....	46
Figura 34: Productividad con índice de Divisia de cantidades (logaritmos)	47
Figura 35: Índices de Laspeyres de precios de corto plazo (logaritmos)	47
Figura 36: VBP real (logaritmos).....	48
Figura 37: VBP nominal (logaritmos).....	48
Figura 38: Área cosechada (logaritmos).....	49
Figura 39: Índices de Divisia de cantidades de corto plazo (logaritmos)	49
Figura 40: Productividad real (logaritmos).....	50
Figura 41: Productividad nominal (logaritmos).....	50
Figura 42: Productividad con índice de Divisia de cantidades (logaritmos)	51
Figura 43: Índices de Laspeyres de precios de corto plazo (logaritmos)	51
Figura 44: VBP real (logaritmos).....	52
Figura 45: VBP nominal (logaritmos).....	52
Figura 46: Área cosechada (logaritmos).....	53
Figura 47: Índices de Divisia de cantidades de corto plazo (logaritmos)	53
Figura 48: Productividad real (logaritmos).....	54

Figura 49: Productividad nominal (logaritmos).....	54
Figura 50: Productividad con índice de Divisia de cantidades (logaritmos)	55
Figura 51: Índices de Laspeyres de precios de corto plazo (logaritmos)	55
Figura 52: VBP real (logaritmos).....	56
Figura 53: VBP nominal (logaritmos).....	56
Figura 54: Área cosechada (logaritmos).....	57
Figura 55: Productividad real (logaritmos).....	57
Figura 56: Productividad nominal (logaritmos).....	58
Figura 57: Productividad real (logaritmos).....	58
Figura 58: Productividad nominal (logaritmos).....	59
Figura 59: Productividad real (logaritmos).....	59
Figura 60: Productividad nominal (logaritmos).....	60
Figura 61: VBP real (logaritmos).....	60
Figura 62: VBP nominal (logaritmos).....	61
Figura 63: Área cosechada (logaritmos).....	61
Figura 64: Índices de Divisia de cantidades de corto plazo (logaritmos)	62
Figura 65: Productividad real (logaritmos).....	62
Figura 66: Productividad nominal (logaritmos).....	63
Figura 67: Productividad con índice de Divisia de cantidades (logaritmos)	63
Figura 68: Índices de Laspeyres de precios de corto plazo (logaritmos)	64
Figura 69: VBP real (logaritmos).....	64
Figura 70: VBP nominal (logaritmos).....	65
Figura 71: Área cosechada (logaritmos).....	65
Figura 72: Índices de Divisia de cantidades de corto plazo (logaritmos)	66
Figura 73: Productividad real (logaritmos).....	66
Figura 74: Productividad nominal (logaritmos).....	67
Figura 75: Productividad con índice de Divisia de cantidades (logaritmos)	67
Figura 76: Índices de Laspeyres de precios de corto plazo (logaritmos)	68
Figura 77: VBP real (logaritmos).....	68
Figura 78: VBP real (logaritmos).....	69
Figura 79: VBP real (logaritmos).....	70
Figura 80: VBP real (logaritmos).....	70
Figura 81: VBP-FOB real (logaritmos).....	71
Figura 82: Participación de las exportaciones-importaciones en el VBP real desestacionalizado del sector agrícola (%).....	71
Figura 83: VBP-FOB nominal (logaritmos).....	72
Figura 84: Exportaciones reales (logaritmos).....	73
Figura 85: Exportaciones nominales (logaritmos).....	73
Figura 86: Índices de precios de las exportaciones.....	74
Figura 87: Importaciones reales (logaritmos)	74
Figura 88: Importaciones nominales (logaritmos)	75
Figura 89: Índices de precios de las importaciones corregidos	75
Figura 90: Índices de precios de las importaciones corregidos	76
Figura 91: Términos de intercambio con índice de Paasche de precios (logaritmos)	76
Figura 92: Términos de intercambio con índice de Divisia de precios (logaritmos)	77
Figura 93: Relación productividad – área cosechada por grupo.....	77
Figura 94: Relación productividad – área cosechada por producto y periodos.....	78
Figura 95: <i>Distribución de densidad de Kernel de la productividad (1994-2003)</i>	79
Figura 96: <i>Distribución de densidad de Kernel de la productividad (2004-2013)</i>	79
Figura 97: <i>Distribución de densidad de Kernel de la productividad (2014-2017)</i>	80
Figura 98: <i>Distribución de densidad de Kernel de la productividad (1994-2017)</i>	80
Figura 99: Series reales vs series estimadas.....	87

Figura 100: Choque positivo de demanda de productos agrícolas.....	88
Figura 101: Choque negativo de ingreso salarial	89
Figura 102: Choque de negativo de productividad del sector agrícola (Fenómeno del Niño)	90
Figura 103: Choque negativo de las exportaciones de productos agrícolas.....	91
Figura 104: Choque positivo del precio de exportación de productos agrícolas.....	92
Figura 105: Choque positivo del precio de importación de productos agrícolas (Arancel a la importación de productos agrícolas).....	93
Figura 106: Choque positivo al precio de los productos agrícolas (IGV a los productos agrícolas).....	94

Índice de tablas

Tabla 1: Estructura del CNPA según divisiones y grupos	10
Tabla 2: Clasificación sub sectores agrícolas.....	11
Tabla 3: Productos del sub sector agrícola de Tubérculos y Raíces.....	12
Tabla 4: Clasificación de sub sectores pecuarios	13
Tabla 5: Grupos de animales que comen pasto	13
Tabla 6: Grupos de animales que no comen pasto.....	13
Tabla 7: Grupos de productos derivados de animales.....	14
Tabla 8: Descripción de series de VBP en el primer periodo de análisis. (enero 2001 – diciembre 2016).....	14
Tabla 9: Descripción de series de VBP en el segundo periodo de análisis. (enero 1997 - diciembre 2000)	15
Tabla 10: Descripción de series de VBP en el tercer periodo de análisis. (enero 1995 - diciembre 1996).....	15
Tabla 11: Descripción de series de VBP en el cuarto periodo de análisis. (enero 1994 - diciembre 1995)	15
Tabla 12: Descripción de series de VBP en el quinto periodo de análisis. (enero 2017 - diciembre 2017)	16
Tabla 13: Contribución al crecimiento en el sector agropecuario por segmentos	27
Tabla 14: Contribución al crecimiento en el sector agrícola por segmentos.....	43
Tabla 15: Contribución al crecimiento en el sector pecuario por segmentos	69
Tabla 16: Contribución al crecimiento del sector externo por segmentos.....	72
Tabla 17: <i>Estimación de las elasticidades de la demanda de productos agrícolas</i>	82
Tabla 18: Estimación de parámetros del modelo	86

1. INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario peruano presenta una gran diversidad. Esta diversidad ha sido tradicionalmente estudiada según la región geográfica de origen del producto y dividida en actividades agrícolas y pecuarias.

Para realizar un mejor diagnóstico del sector y elaborar un modelo eficiente que permita medir el impacto de políticas públicas, así como anticipar el efecto de shocks de oferta o de demanda, es necesario disponer de toda la información para un periodo de análisis prolongado. Por ello, el objetivo de la presente investigación fue la elaboración de un modelo de PBI para el sector agropecuario. Sin embargo, la falta de base de datos y la presencia de discontinuidades en series agrícolas por ausencia de datos -particularmente, los que corresponden a la década del 90-, fue una restricción importante para lograr dicho objetivo. Es por ello que el principal aporte de este documento se centra en el ordenamiento y sistematización de datos para el periodo 1994-2017.

Esta sistematización incluyó el ordenamiento, procesamiento y reclasificación de datos mensuales para el periodo 1994-2017. La reclasificación de productos generó nueve (09) subsectores: seis (06) subsectores agrícolas y tres (03) pecuarios. Para estos subsectores se construyó series mensuales del “Valor Bruto de la Producción” (VBP).

Para el sector agrícola se utilizó la Clasificación Nacional de Productos Agrarios (CNPA) y se consideró una canasta de 156 productos. Con las series mensuales reconstruidas se construyeron índices de cantidades y de precios para cada uno de los subsectores agrícolas con el objetivo de analizar la estacionalidad, la tendencia de corto plazo y largo plazo. Asimismo, se calculó la productividad para cada uno de los subsectores. Como el sector agrícola depende tanto de factores internos como externos, fue indispensable incluir el ordenamiento, procesamiento y construcción de índices de precios y cantidades del sector externo. Los índices de precios del sector externo permitieron obtener los términos de intercambio para el sector agrícola, datos no disponibles hasta el momento.

Todo el procesamiento y análisis de datos previo sirvió para plantear el bosquejo de un modelo para analizar la demanda de productos agrícolas. En ese sentido, el modelo considera tanto el mercado interno como externo, y las variables explicativas son: los salarios, los precios domésticos y los precios de importación.

El documento se divide en seis secciones. La segunda sección describe el contexto del sector agropecuario. La tercera sección describe la metodología empleada para ordenar y sistematizar la información. Además, se indica cómo se trató la falta de información en las series y los métodos utilizados para desestacionalizar las series mensuales. Finalmente se incluye el procedimiento para obtener las tendencias de corto y largo plazo. La cuarta sección analiza las series y las implicancias de corto y largo plazo. La quinta sección presenta el modelo de proyección. En la última sección se presentan las conclusiones y las limitaciones presentes en los cálculos realizados. Del mismo modo se esbozan algunas líneas de investigación a ser desarrolladas.

2. PRESENTACIÓN DEL SECTOR

2.1 Sector agropecuario

A lo largo de la historia el aporte del sector agropecuario al PBI de toda la economía ha sido variable. Por ejemplo, en 1979, el sector agropecuario generó el 12.63% del PIB, mientras que en el 2017 genera apenas el 5.78% del PBI. Sin embargo, el sector agropecuario emplea más del 25% de la población económicamente activa.

El sector agropecuario ha tenido cambios estructurales importantes a lo largo de la historia peruana. Seminario (2016) indica que la participación del sector agropecuario en el valor del PBI muestra una tendencia descendente. Sin embargo, esta tendencia no se manifiesta de modo continuo porque las grandes crisis que experimentó la economía peruana en los últimos trescientos años tienden a provocar una reversión del cambio estructural. Asimismo, los cambios en el sector agropecuario han estado dominados por los cambios en el sector agrícola.

Seminario (2016) indica que en los últimos trescientos años se puede distinguir cuatro períodos de cambio y tres de reversión. Asimismo, los períodos de cambio estructural tienden a coincidir con la fase ascendente del ciclo de larga duración. Así, la participación de la agricultura muestra una clara tendencia descendente entre 1713 y 1791, el período de crecimiento borbónico, años en los que la participación de la agricultura pasa de 55.24% a 24.07% del PIB sectorial. El período de reversión coincide con la crisis económica que provoca la Independencia, 1791-1821, y en estos años se revierte casi en su totalidad el cambio, ya que la participación de la agricultura en 1821 fue bastante similar a la de 1913. El nuevo período de cambio coincide con la prosperidad que provoca el guano, 1821-1871, y en estos años la participación de la agricultura vuelve a descender, ya que llega a 34.21% en 1871. La crisis que provoca la Guerra del Pacífico genera una nueva reversión. En 1894, la participación del sector agropecuario en el PIB sectorial fue de 56.20%, muy similar a la de 1713 y a la de 1821. En el siglo XX hay un nuevo descenso y este hace descender la participación del sector a 21.18% en 1980. En siglo XXI parece que existe una reversión en la participación del sector agrícola el cual ha pasado a 58.92% en el 2017. Sin embargo, entre 2005 y 2017 la participación del sector agrícola ha descendido y pasa de 69.48% en el 2005 a 58.92% en el 2017.

La contribución del sector agropecuario al PBI de la economía es mucho más heterogénea cuando se considera las regiones del país. Hernández (2007) divide la producción agropecuaria según las tres regiones naturales del Perú: costa, sierra y selva.

Por un lado, la costa a pesar de tener poco más del 16% de tierras aptas para la agricultura concentra el 60% del PIB agropecuario. Este resultado se explica por la presencia de valles transversales idóneos para realizar actividad agropecuaria y, al mismo tiempo, la inversión en infraestructura de riego, que ha logrado elevar la productividad de tierras llanas y fértiles pero áridas. Entre los principales productos agrícolas producidos se encuentran frutas, hortalizas, caña de azúcar, arroz y algodón. Asimismo, la actividad pecuaria comprende la producción de aves y cerdos gracias a la importación de granos.

Por otro lado, la sierra presenta una situación distinta, solo el 29% de las tierras aptas para la agricultura disponen de sistemas de riego y genera alrededor de 25% del PIB agropecuario. La poca inversión en infraestructura se agrava en la medida que la altura se incrementa. Se pueden distinguir tres subsistemas agropecuarios según la altura. Los **valles bajos**, entre 2000 y 3200 msnm, con buenos suelos aluviales, clima templado a subtropical y con bastante disponibilidad de riego. Allí se produce maíz blanco, quinua, papas, ganado y, con riego, algunas frutas y verduras. Las **colinas y valles altos**, entre los 3200 y 4000 msnm, donde se produce trigo, cebada, granos nativos, tubérculos, además de forraje para la crianza de ganado y ovejas. Todo ello es posible gracias a la presencia de lluvias. Finalmente, las **punas**, por encima de 4000 msnm, utilizadas para el pastoreo de ovejas, llamas y alpacas, y donde la agricultura – dirigida al mercado interno o de subsistencia- está muy expuesta a las heladas. La presencia de riesgos y bajos rendimientos (la productividad del trabajo es la mitad de la del conjunto del país y el ingreso neto por familia es 1,3 dólares por día en relación a 3,1 a nivel nacional).

Finalmente, la selva subsiste como un sistema basado en recursos forestales, mientras que la agricultura se mantiene rezagada pues sólo el 4% de la tierra agrícola dispone de sistemas de riego y

genera el 15% del producto sectorial (Hernández, 2007). La producción agrícola es poco tecnificada y de subsistencia. Mientras que la producción ganadera es extensiva pero reducida.

2.2 Clasificación de productos

Los productos agrarios se agruparon según la "Clasificación Nacional de Productos Agrarios" o CNPA porque sus categorías incluyen la totalidad de transacciones potenciales en el mercado interno, externo y el almacenamiento de existencias resultantes de la actividad económica (MINAGRI: 2016). La CNPA constituye una clasificación exhaustiva elaborada sobre la base de la Nomenclatura Andina de Productos de la Agricultura, Silvicultura y Pesca (NAPA), que sirve como instrumento de agregación y tabulación de todo tipo de estadísticas que necesitan detalles sobre productos agrarios. Su principal objetivo fue "proporcionar un marco para la comparación nacional de las estadísticas que se ocupan de los productos agrarios, y una base para reprocesar las estadísticas agrarias básicas de sus clasificaciones originales en una clasificación estándar para uso analítico" (2016:9).

La metodología utilizada por el MINAGRI resolvió satisfactoriamente las dificultades prácticas asociadas a que la misma industria produzca bienes de naturaleza muy diferente. Además, la CNPA considera la totalidad de bienes agrarios, es decir, se constituye como un sistema de categorías exhaustivo y mutuamente excluyente. Esto quiere decir que si un producto no se ajusta a una categoría tiene que ajustarse a otra. Para su elaboración se consideraron las propiedades físicas y la naturaleza intrínseca de los productos agrarios -como características distintivas propias del producto- y la industria de origen. Los productos resultantes de una sola industria fueron agrupados en una subclase de CNPA para subrayar la importancia del origen industrial de los bienes.

Tabla 1: Estructura del CNPA según divisiones y grupos

División	Grupo	Clase	Subclase CPC	Subclase Andina	Subclase Nacional
01	Productos de la agricultura, la horticultura y la jardinería comercial	53	157	330	603
	011 Cereales	9	22	36	70
	012 Hortalizas	8	27	77	134
	013 Frutas y nueces	7	38	77	153
	014 Semillas aceiteras y frutos oleaginosos	7	20	27	33
	015 Raíces y Tubérculos comestibles con alto contenido en almidón o inulina	6	7	10	38
	016 Cultivos estimulantes, de especias y aromáticos	6	15	28	46
	017 Legumbres (hortalizas leguminosas secas)	1	9	16	33
	018 Cultivos de azúcar	1	4	7	8
	019 Productos de forraje, fibras, plantas vivas, flores y capullos de flores, tabaco en rama y caucho natural	8	15	52	88
02	Animales vivos y productos de animales (excepto la carne)	18	50	60	72
	021 Animales vivos	6	23	28	36
	022 Leche cruda	2	6	7	7
	023 Huevos de gallinas u otras aves, con cáscara, frescos	2	4	4	4
	024 Materiales de producción de animales	2	3	3	3
	029 Otros productos animales	6	14	18	22
03	Productos forestales y de la tala	8	11	25	50
	031 Madera en bruto	3	4	8	19
	032 Productos forestales no madereros	5	7	17	31
Total		79	207	390	675

Elaboración: Propia - Fuente: Clasificación Nacional de Productos Agrarios (2016:24)

El sistema de codificación de la CNPA es jerárquico y puramente decimal como se muestra en la Tabla 1. En total, hay una sección, tres divisiones, 16 grupos, 79 clases, 218 subclases CPC, 415 subclases andinas y 725 subclases nacionales. Esta consta de:

- Una sección (identificada por el primer dígito),
- Divisiones (identificadas por el primer y el segundo dígito),
- Grupos (identificados por los tres primeros dígitos),
- Clases (identificadas por los cuatro primeros dígitos),
- Subclases CPC (identificadas por los cinco primeros dígitos),
- Subclases andinas (identificadas por los seis primeros dígitos)
- Subclases nacionales (identificadas por los siete dígitos en conjunto).

A pesar que CNPA presenta distintos niveles de detalle y proporciona un marco para clasificaciones de datos comparables a distintos niveles de detalle, se consideró necesario reclasificar algunos grupos basándose en criterios de importancia relativa dentro de la canasta de consumo y de la producción agrícola. Esto fue posible porque la estructura jerárquica de la CNPA proporcionó un marco de datos comparable.

3. METODOLOGÍA

3.1 Clasificación de sub sectores

3.1.1 Clasificación de sub sectores agrícolas

Para la elaboración del modelo fue necesario reclasificar la CNPA y agregar grupos en subsectores. Esta agregación tuvo como criterio la agrupación de los componentes con mayor demanda del sector agrícola que, a su vez, aproximaron el crecimiento del sector. Este criterio de agregación permite la aproximación a los distintos niveles de demanda del sector agrícola, desde la demanda por productos de consumo directo para el mercado interno y externo (tubérculos, frutas, verduras y granos y semillas) hasta aquellos productos intermedios ya sea como alimento para animales o como insumos necesarios para llevar a cabo procesos industriales intermedios. Los productos agrícolas se reagruparon en seis subsectores que se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2: Clasificación sub sectores agrícolas

	Sub sector agrícola
1.	Tubérculos y Raíces
2.	Frutas
3.	Verduras y Hortalizas
4.	Producción Industrial
5.	Alimento para Animales
6.	Granos y Cereales

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Cada uno de los sub sectores agrícolas generados tienen una determinada cantidad y tipo de productos que se detallan en la Tablas 3.

Tabla 3: Productos del sub sector agrícola de Tubérculos y Raíces

Sub sector	Cantidad de productos	Productos agrícolas
Tubérculos y Raíces	10	Arracacha, Camote, Cebolla china, Maca, Mashua o Izaño, Oca, Olluco, Papa, Yacón, Yuca
Frutas	58	Anona, Caimito, Camu-Camu, Caña de Azúcar (fruta), Capulí, Carambola, Cerezo prunus Aviun, Chirimoya, Cirolero prunus D. , Ciruela, Coco, Cocona, Damasco, Fresa, Granada, Granadilla, Guanábano, Guayabo, Guindo prunus C., Higo, Humari, Lima, Limón, Limón dulce, Lúcuma, Mamey, Mandarina, Mango, Maní fruta, Manzana, Maracuyá, Marañón, Melocotón, Melón, Membrillo, Naranja, Níspero, Pacae, Palma, Datilera, Palta, Papaya, Pecana, Pepino, Pera, Pijuayo (fruta), Piña, Plátano, Pomarosa, Sacha inchi, Sandía, Sauco, Tamarindo, Tangelo, Taperibá, Toronja, Tuna, Uva, Zapote
Verduras y Hortalizas	46	Acelga, Ají, Ajo, Albahaca, Alcachofa, Apio, Arveja Grano Seco, Arveja Grano Verde, Betarraga, Brócoli, Caigua, Calabaza, Cebolla, Cebolla China, Chocho o tarhui, Col o repollo, Coliflor, Espárrago, Espinaca, Frijol Caupi Grano Seco, Frijol de palo grano seco, Frijol Grano Seco, Frijol grano verde, Frijol Lactao grano seco, Frijol vainita, Garbanzo Grano Seco, Haba Grano Seco, Haba Grano Verde, Lechuga, Lenteja Grano Seco, Maíz Choclo, Nabo, Ñuña grano seco, Pallar Grano Seco, Pallar grano verde, Paprika, Pepinillo, Pimiento Morrón, Piquillo, Poro, Rabanito, Rocoto, Tomate, Zanahoria, Zapallo, Zarandaja
Producción Industrial	16	Aceituna, Achiote, Algodón Rama, Anís, Cacao, Café, Caña de Azúcar, Caña de Azúcar (Alcohol), Caña de Azúcar (Chancaca), Marigold, Orégano, Palma Aceitera, Pijuayo (palmito), Sorgo escobero, Soya, Té
Alimento para animales	16	Alfalfa, Avena Forrajera, Braquearia, Cebada Forrajera, Grama azul, Grama chilena, Gramalote, King grass, Kudzu, Maíz Chala, Pasto elefante, Pasto oliva, Rye grass, Sorgo Forrajero, Trébol, Maíz Amarillo Duro
Granos y Cereales	10	Arroz Cáscara, Avena Grano, Cañahua o Cañihua, Cebada Grano, Kiwicha, Maíz Amiláceo, Maíz Morado, Quinoa, Sorgo grano, Trigo
Total de productos	160	

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

3.1.2 Clasificación de sub sectores pecuarios

Esta clasificación está basada en la demanda de productos agrícolas por parte del sector pecuario. La relación de demanda del sector pecuario con el agrícola son los productos agrícolas usados para la alimentación de animales. En la Tabla 4 se presenta la clasificación de los sub sectores pecuarios.

Tabla 4: Clasificación de sub sectores pecuarios

	Sub sector pecuario
1.	Animales que comen pasto
2.	Animales que no comen pasto
3.	Productos derivados de animales

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

De acuerdo con esta clasificación, los productos agrícolas del sub sector agrícola de “alimento para animales” son demandados por los “animales que comen pasto” y “animales que no comen pasto”. Los grupos de animales que comen pasto se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5: Grupos de animales que comen pasto

	Grupo de animales
1.	Alpaca
2.	Llama
3.	Ovino
4.	Vacuno
5.	Caprino

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Los animales que no comen pasto se considera que se alimentan de granos, específicamente se alimentan de maíz amarillo duro. Los grupos de animales que se alimentan de maíz amarillo duro se detallan en la Tabla 6.

Tabla 6: Grupos de animales que no comen pasto

	Grupo de animales
1.	Ave
2.	Porcino

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Asimismo, los grupos de productos incluidos en el sub sector de productos derivados de animales se detallan en la Tabla 7.

Tabla 7: Grupos de productos derivados de animales

	Grupo de productos
1.	Fibra de alpaca
2.	Fibra de llama
3.	Huevo
4.	Lana
5.	Leche de vaca

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

3.2 Tratamiento de las series

3.2.1 Producción

Un modelo de proyección será más eficiente cuanto mayor sea el horizonte de tiempo. Sin embargo, las bases de datos brindadas por el Ministerio de Agricultura (MINAGRI) para el sector agrícola presentan discontinuidades. En ese sentido, para tener un horizonte de tiempo razonable ha sido necesario reconstruir las series desde enero de 1994. Para poder reconstruir las series se optó por trabajar con cinco períodos: (1) enero 2001 - diciembre 2016, (2) enero 1997 - diciembre 2000, (3) enero 1995 - diciembre 1996, (4) enero 1994 - diciembre 1995 y (5) enero 2017 - diciembre 2017.

En los cinco períodos se procedió a obtener el Valor Bruto de la Producción (VBP) agrícola. El cálculo del VBP se realizó de la siguiente manera:

1. Se calcula la producción promedio mensual de todos los productos en el año base, en nuestro caso el año base es el año 2007.
2. Se divide la producción de cada producto entre la producción promedio mensual en el año base. Estos valores son los índices de producción mensual en base 2007 para todos los productos.
3. Los índices de producción mensual obtenidos en (2) se multiplican por el VBP del 2007. Estos resultados son las cifras mensuales de VBP en base 2007 para cada uno de los productos.

En los cinco períodos mencionados se encontraron limitaciones de información de producción y precios en ciertos productos. Esta limitación de información representa un obstáculo para trabajar con VBP a nivel de producto. Esta limitación de información se encontró en ciertos productos que se detallan en las Tablas 8, 9, 10, 11 y 12.

Tabla 8: Descripción de series de VBP en el primer periodo de análisis.
(enero 2001 – diciembre 2016)

Sub sector agrícola	Total de productos	Productos con datos	Productos sin datos
Tubérculos y raíces	10	10	0
Frutas	58	58	0
Verduras y hortalizas	46	46	0
Productos industriales	16	16	0
Alimento para animales	16	16	0
Granos y cereales	10	10	0

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Tabla 9: Descripción de series de VBP en el segundo periodo de análisis.
(enero 1997 - diciembre 2000)

Sub sector agrícola	Total de productos	Productos con datos	Productos sin datos
Tubérculos y raíces	10	9	1
Frutas	58	56	2
Verduras y hortalizas	46	43	3
Productos industriales	16	14	2
Alimento para animales	16	6	10
Granos y cereales	10	10	0

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Tabla 10: Descripción de series de VBP en el tercer periodo de análisis.
(enero 1995 - diciembre 1996)

Sub sector agrícola	Total de productos	Productos con datos	Productos sin datos
Tubérculos y raíces	10	6	4
Frutas	58	56	2
Verduras y hortalizas	46	36	10
Productos industriales	16	10	6
Alimento para animales	16	2	14
Granos y cereales	10	8	2

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Tabla 11: Descripción de series de VBP en el cuarto periodo de análisis.
(enero 1994 - diciembre 1995)

Sub sector agrícola	Total de productos	Productos con datos	Productos sin datos
Tubérculos y raíces	10	6	4
Frutas	58	12	46
Verduras y hortalizas	46	12	34
Productos industriales	16	10	6
Alimento para animales	16	2	14
Granos y cereales	10	8	2

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Tabla 12: Descripción de series de VBP en el quinto periodo de análisis.
(enero 2017 - diciembre 2017)

Sub sector agrícola	Total de productos	Productos con datos	Productos sin datos
Tubérculos y raíces	10	7	3
Frutas	58	29	29
Verduras y hortalizas	46	36	10
Productos industriales	16	12	4
Alimento para animales	16	8	8
Granos y cereales	10	10	0

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

En base a la metodología que se describe a continuación se ha reconstruido VBP agregado para cada uno de los sub sectores agrícolas desde enero de 1994 hasta diciembre del 2017.

El proceso de reconstrucción del VBP agregado para los sub sectores agrícola tiene como base los 156 productos agrícolas registrados en el año 2007. Considerando todos los productos agrícolas, existen dos situaciones: (1) **falta de datos hacia atrás**, comprendido desde enero de 1994 hasta diciembre del 2000 y (2) **falta de datos hacia adelante**, comprendido desde enero del 2017 hasta diciembre del 2017. En ambas situaciones dividimos a los productos de cada sub sector en dos subgrupos: (a) grupo de productos incluidos, (b) grupo de productos excluidos.

Por un lado, los productos incluidos son los productos que tiene VBP para todo el periodo de análisis. Por otro lado, los productos excluidos son los productos que no tienen VBP para el periodo de análisis.

El primer periodo de análisis, es decir de enero del 2001 hasta diciembre del 2016 se caracteriza por tener VBP para todos los productos. En ese sentido, en este periodo, el VBP agregado para cada sub sector agrícola se obtiene sumando el VBP de los productos incluidos en dicho sector.

Los periodos (2), (3) y (4) son situaciones de falta de “**falta de datos hacia atrás**” y para reconstruir el VBP agregado para cada uno de los sub sectores se sigue el siguiente procedimiento:

1. Se construye el VBP para todos los productos.
2. Se suman los VBP de los productos incluidos en cada periodo de análisis. Este valor representa el VBP del sub grupo de los productos incluidos.
3. Se suman los VBP de los productos excluidos en cada periodo de análisis.
4. Se construye un indicador de valor en base al VBP de los productos excluidos. Este indicador tiene la siguiente fórmula:

$$ivpi_t = \frac{VBPpi_t}{VBPpi_{t_0}}$$

Donde:

- $ivpi_t$: Índice de valor de productos incluidos
- $VBPpi_t$: VBP total de los productos incluidos.
- t_0 : Representa el último mes en el que se cuenta datos de VBP de productos excluidos.

Por ejemplo, **t_0 es enero -2001 para el periodo (2).**

- t = Representa el mes en el que se quiere reconstruir el valor agregado de VBP en el periodo de análisis para cada uno de los subsectores agrícolas. Por ejemplo, para el **periodo (2)**, t va desde diciembre del 2000 hasta enero de 1997.
5. Se multiplica cada uno de los $ivpi$ mensual por el VBP total de enero del 2001 de los productos excluidos. Este valor representa el VBP de sub grupo de los productos excluidos.
 6. Se suman los valores de VBP de los sub grupos de productos incluidos y excluidos y se obtiene el VBP de los sub sectores agrícolas.

El periodo (5) es una situación de falta de “**falta de datos hacia adelante**” y para reconstruir el VBP agregado para cada uno de los sub sectores se sigue el siguiente procedimiento:

1. Se construye el VBP para todos los productos.
2. Se suman los VBP de los productos incluidos en cada periodo de análisis. Este valor representa el VBP del sub grupo de los productos incluidos.
3. Se suman los VBP de los productos excluidos en cada periodo de análisis.
4. Se construye un indicador de valor en base al VBP de los productos excluidos. Este indicador tiene la siguiente fórmula:

$$ivpi_t = \frac{VBPpi_t}{VBPpi_{t0}}$$

Donde:

- $ivpi$: Índice de valor de productos incluidos
 - $VBPpi$: VBP total de los productos incluidos.
 - t_0 : Representa el último mes en el que se cuenta datos de VBP de productos excluidos. Por ejemplo, **t_0 es diciembre -2016 para el periodo (5)**.
 - t = Representa el mes en el que se quiere reconstruir el valor agregado de VBP en el periodo de análisis para cada uno de los subsectores agrícolas. Por ejemplo, para el **periodo (5)**, t va desde **enero del 2017 hasta diciembre de 2017**.
5. Se multiplica cada uno de los $ivpi$ mensual por el VBP total de enero del 2001 de los productos excluidos. Este valor representa el VBP de sub grupo de los productos excluidos.
 6. Se suman los valores de VBP de los sub grupos de productos incluidos y excluidos y se obtiene el VBP de los sub sectores agrícolas

3.2.2 Área cosechada

Uno de los objetivos de esta investigación es analizar la productividad del sector agrícola aproximada por la ratio VBP/Área cosechada o sembrada. Sin embargo, dentro de las series de área cosechada/sembrada de los productos agrícolas se tuvo el mismo problema de la producción. Por tanto, de acuerdo a la clasificación realizada por sub sectores agrícolas se procedió a agrupar de manera similar el área cosechada de cada uno de los sub sectores.

Los periodos de análisis para el área cosechada son los mismos que se analizaron en la producción. Por tanto, el procedimiento usado para reconstruir las series de área cosechada para el periodo 1994-2000 es el mismo que se usó para reconstruir el VBP para ese mismo periodo. Sin embargo, la diferencia radica en que las áreas cosechadas se diferencian para productos transitorios y productos permanentes. Para tener consistencia con las series, se dividió entre 12 para obtener las hectáreas mensuales para los productos permanentes.

3.3 Índices

Uno de los primeros acercamientos a la determinación de un índice fue descrito en detalle por Lowe (1823). En este caso, su interés se centró en la elaboración de un índice de precios. Su acercamiento para la medida del cambio de precios entre los periodos 0 y t consistió en aproximar una canasta representativa. Es decir, de manera matemática, un vector en el que cada uno de sus elementos representaba cantidades de bienes y servicios adquiridos entre los dos periodos de consideración (Anghelache, Marinescu, Gheoghe, Bichir, & Nan, 2012).

Sin embargo, la necesidad de medidas más precisas respecto a la especificación de una canasta de consumo, conllevó a la elaboración de dos mediciones ampliamente conocidas en la construcción de índices de precios y cantidades: Paasche y Laspeyres.

¿Cómo determinar con cuál de estos índices trabajar? ¿Qué otros índices de precios se utilizan en la literatura? De acuerdo a Chuy y Tovar (1999), quienes se basan en Diewert (1987), se debe considerar una serie de propiedades estadísticas para la elección de un índice de números.

En su análisis, los autores señalan que las propiedades de proporcionalidad y conmensurabilidad (así como tiempo inverso) son fundamentales, mientras que las otras son deseables.

A continuación, se abordará con mayor detalle una descripción de estos dos índices, así como de los índices de Fisher y Divisia.

3.3.1 Laspeyres

El índice de Laspeyres tiene la siguiente fórmula:

$$I_L^t = \sum_{i=1}^n \frac{p_i^t q_i^0}{p_i^0 q_i^0} = \sum_{i=1}^n \frac{p_i^0 q_i^0 \left(\frac{p_i^t}{p_i^0}\right)}{p_i^0 q_i^0} = \sum_{i=1}^n s_i^0 \frac{p_i^t}{p_i^0}, \quad \text{donde } s_i^0 = \frac{p_i^0 q_i^0}{\sum_{i=1}^n p_i^0 q_i^0}$$

La fórmula es una representación estándar de la notación de Laspeyres con una canasta de cantidades fija en donde p_i^0 y q_i^0 , son, respectivamente, los precios y cantidades en el periodo 0 con $i \neq 1, \dots, n$. En la práctica los IPC son una compilación de promedios ponderados como se muestra en el segundo y tercer término de la ecuación mostrada. Es decir, pesos de los gastos en el período 0, representados por s_i^0 .

Uno de los problemas evidentes del índice de Laspeyres es la sobreestimación de la inflación. ¿A qué se debe este problema? Ya que el índice se basa en una canasta fija en el periodo 0, supone que los consumidores mantienen su canasta de consumo intacta, incluso ante una subida de precios. Este aspecto no es real, es más realista suponer que los consumidores sustituyen aquellos productos cuyos precios hayan subido por otros que les permitan permanecer en una misma curva de indiferencia.

Asimismo, este índice no cumple con las propiedades de tiempo inverso, circularidad y reversión de factores. Sin embargo, sí permite analizar la evolución en el tiempo del precio de una canasta fija de artículos al tener un sistema de ponderaciones fijas. El único problema radica en que dicha canasta podría no tener ninguna relación con los productos que en un determinado momento son objeto del comercio (Chuy y Tovar, 1999, p. 3). Lo mismo, como se explicó previamente, se debe a que el índice de Laspeyres supone nula la sustitución entre bienes debido a cambios en precios relativos. En

consecuencia, a mayor elasticidad de sustitución y mayor cambio de precios relativos, el sesgo será mayor¹ (Chuy y Tovar, 1999, p. 4).

3.3.2 Paasche

Otro índice de uso popular en la literatura es el índice de Paasche. Este, mantiene fijas las cantidades en el nivel del periodo corriente y representa el costo de comprar la canasta actual comparado con lo que habría costado comprarla en el período base.

$$I_P^t = \sum_{i=1}^n \frac{p_i^t q_i^t}{p_i^0 q_i^t} = \sum_{i=1}^n \frac{p_i^0 q_i^t \left(\frac{p_i^t}{p_i^0}\right)}{p_i^0 q_i^t} = \sum_{i=1}^n s_i^0 \frac{p_i^t}{p_i^0}, \quad \text{donde } s_i^0 = \frac{p_i^0 q_i^t}{\sum_{i=1}^n p_i^0 q_i^t}$$

Una de las principales diferencias entre los índices de Laspeyres y Paasche, es que el primero es una medida aritmética ponderada de los precios relativos mientras que el segundo es una medida armónica (ponderada de los mismos) (Chuy y Tovar, 1999, p. 3). Sin embargo, ninguno de los dos índices cumple con las propiedades de tiempo inverso, circularidad y reversión de factores. Por otro lado, como Chuy y Tovar señalan, al usar índices como el de Paasche, sólo las comparaciones con respecto al período base reflejan cambios puros de precios. Ya que, al realizar comparaciones entre dos períodos distintos al base, se mostrarán además cambios en las ponderaciones.

De manera análoga al caso del índice de Laspeyres, el índice de Paasche tiende a subestimar el resultado ya que, por construcción, muestra ya cambios en los patronos de consumo de los agentes frente a cambios en los precios.

Es así que existe otra serie de índices denominados superlativos, que sí permiten sustitución entre bienes en respuesta a cambios en precios relativos (Chuy y Tovar, 1999, p. 4). El más simple de estos es el índice de Fisher, que veremos en la siguiente sección.

3.3.3 Fisher

El índice de Fisher es un índice superlativo que cumple con la propiedad de tiempo inverso y por lo tanto se aproxima más a la función de utilidad ideal del consumidor que los índices de Laspeyres o Paasche. Su fórmula es la media geométrica de los índices de Laspeyres y Paasche.

$$I_F^t = \sqrt{I_L^t * I_P^t}$$

Diewert (1976 y 1978) demostró que el índice de Fisher pertenece a la clase de índices superlativos es decir que cumplen con la propiedad deseable de incorporar efectos de sustitución. Además, Fisher describió a su índice como “ideal” ya que satisface la propiedad de “tiempo inverso” y “factor inverso”.

Sin embargo, uno de los problemas del índice de Fisher (como de todos los índices superlativos) es que no es aditivo.

¹ De la misma manera, los autores señalan que el sesgo será mayor mientras más largo sea el periodo de tiempo que se trabaje.

3.3.4 Divisia

El índice de Divisia es otro índice superlativo de uso frecuente. Se calcula como la media geométrica ponderada de los precios relativos donde los pesos son la media aritmética de las participaciones de los bienes en el año actual y el año base (Chuy y Tovar, 1999, p. 4).

$$I_T^t = \prod_{i=0}^t \left(\frac{P_t}{P_0} \right)^{\frac{w_0 + w_t}{2}}$$

Este índice cumple con todas las propiedades mencionadas al inicio de esta sección menos con las de circularidad y monotonidad. Y, al igual que con el índice de Fisher, no es aditivo.

En la práctica, el índice se calcula tomando logaritmos a ambos lados de la ecuación, como se muestra a continuación:

$$I_T^t = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left(\frac{p_{i,t-1} q_{i,t-1}}{p_{t-1} q_{t-1}} + \frac{p_{i,t} q_{i,t}}{p_t q_t} \right) \ln \left(\frac{p_{i,t}}{p_{i,t-1}} \right)$$

Una de las ventajas del índice de Divisia, es el permitir arreglar sesgos por sustitución de bienes (al igual que el de Fisher). Sin embargo, su uso dentro de este documento se debe a la capacidad del índice en incorporar cambios, tanto en las cantidades de consumo como en los precios relativos. De esta manera, se aconseja su uso en canastas de consumo en las cuales constantemente aparecen como desaparecen productos.

3.4 Filtros

3.4.1 Filtro de desestacionalización

La estacionalidad es un concepto importante en el tratamiento de series mensuales. Según Thomas y Wallis (1971), se define como “movimientos intranuales y sistemáticos, aunque no necesariamente regulares, en las series temporales económicas que con frecuencia vienen causados por fenómenos no económicos.” (Espasa, 1993: 462). Aunque impreciso, este término hace referencia a los “movimientos casi regulares que se observan en las series mensuales dentro de un periodo anual” (Nerlove, 1964) explicado por el proceso de siembra y cosecha y caracterizado por tener patrones estacionales. Estos patrones no se presentan perfectamente regulares porque las condiciones climáticas que las propician tienden a oscilar. Además, estos patrones estacionales (S_t) que puede mostrar una serie no sólo pueden obedecer a efectos calendario, pues puede existir otros patrones de comportamiento relacionados, como, por ejemplo, con el calendario de negociación o de trabajo y los patrones sistemáticos que pueden ocurrir como resultado de los efectos de mover los días festivos. Asimismo, la intensidad y periodicidad de las oscilaciones pueden variar según el producto o el subsector.

También existen las fluctuaciones irregulares y el comportamiento de largo plazo. Las fluctuaciones irregulares pueden ser descritas como los movimientos esporádicos y sin ningún patrón determinado. Las fluctuaciones irregulares (I_t) se presentan ante hechos particulares como guerras, catástrofes naturales o conflictos sociales. Sus fluctuaciones a menudo contribuyen a una gran proporción de la volatilidad no sistemática observada en el comportamiento de una serie dada, lo que contrasta marcadamente con el comportamiento regular de los efectos estacionales descritos anteriormente.

El comportamiento de largo plazo captura el comportamiento de largo plazo de la serie (T_t) así como los diferentes ciclos económicos de mediano plazo. En contraste con las fluctuaciones irregulares, la tendencia T_t no cambia sus direcciones frecuentemente de período a período, más bien los movimientos de la tendencia generalmente son bastante armoniosos y graduales. En tanto, a diferencia de los efectos estacionales, los puntos de inflexión de la tendencia no están relacionados con el calendario. El interés de esta serie se centra, entonces, en la dirección que esta adquiere en un momento dado, es decir, si el patrón de largo plazo está mostrando un comportamiento ascendente o una disminución.

Para analizar adecuadamente las series mensuales es necesario descomponerla en estos tres componentes para apreciar sus características fundamentales. Existen varios métodos para realizar el ajuste estacional de series económicas. Se pueden distinguir dos enfoques para realizar dicho ajuste: el enfoque no paramétrico (o empírico) y el enfoque paramétrico (o basado en modelos). El primer enfoque permite estimar los componentes no observados de una serie temporal sin recurrir a la especificación de un modelo estadístico. El cálculo se estima mediante la aplicación sucesiva de filtros lineales que podrían ser interpretados como regresiones locales en intervalos móviles a lo largo del periodo analizado (CEPAL 2005). La metodología de ajuste X-12-ARIMA es el ejemplo más utilizado para este tipo de enfoque.

El ajuste estacional X-12-ARIMA (Findley, et. al. 1998) fue desarrollado por la Oficina del Censo de los Estados Unidos (U.S. Census Bureau 2000) a partir de los programas de ajuste estacional Census X-11 (Shishkin, et. al. 1967) de la Oficina del Censo de los Estados Unidos y X-11-ARIMA (Dagum 1980, 1988) de la Oficina de Estadística de Canadá. El programa cuenta con dos módulos: el primero se encarga de realizar un ajuste previo y el segundo se encarga del ajuste estacional propiamente. En esta sección del documento se realiza una descripción de los métodos cuantitativos utilizados en este tipo de metodología. Esta se detalla a continuación.

3.4.1.1 Las medias móviles

Una de las herramientas para la desestacionalización por el método X-12 constituye las medias móviles, las cuales sirven para estimar tanto el componente tendencial de corto plazo como los efectos estacionales.

Se llama media móvil de coeficientes θ_k al operador designado con $M\{\theta_k\}$, definido así:

$$M(X_t) = \sum_{k=-p}^{+f} \theta_k X_{t+k}$$

El valor contemporáneo (t) de la serie original es reemplazado con el promedio ponderado de p valores pasados de la serie, el valor actual t y los f valores futuros. El orden de la media móvil corresponde a $p+f+1$. Si $p=f$ se dice que la media móvil es centrada. Asimismo, si $\theta_k = \theta_{-k}$, la media móvil será simétrica. Para filtrar la tendencia, el método X-12 utiliza dos filtros simétricos, las que son:

- Medias móviles $P \times Q$ y
- Medias móviles de Henderson

Pasamos a definir cada una de las medias móviles para luego mostrar el algoritmo del X-12. La media móvil $P \times Q$ o medias móviles simples compuestas se obtiene componiendo una media móvil simple de orden P cuyos coeficientes son $1/P$ y una media móvil simple de orden Q con coeficientes $1/Q$.

En este caso particular, al estudiar las series de manera mensual utilizaremos una media móvil de 2x12 (dos por doce). El orden de esta media móvil es igual a 13 ($P+Q-1=2+12-1$), cuyos coeficientes son $\{1,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,1\}/24$. La característica de utilizar esta media móvil centrada sobre 13 términos es que elimina las estacionalidades mensuales, preserva las sendas constantes y lineales, además de reducir la varianza de un ruido blanco en más del 90%. Sin embargo, no preserva las tendencias polinomiales y las curvas de los coeficientes no son lisas, sino quebradas.

$$\text{Dado que: } Z_t = T_t + S_t + I_t$$

Si reemplazamos en la función de media móvil y operamos sobre la tendencia es posible comprobar que las medias móviles PxQ preserva las sendas constantes al asumir que $T_t = \alpha$ y también preserva las sendas lineales al asumir $T_t = \alpha + \beta t$. Sin embargo, esta media móvil no preserva las tendencias polinomiales.

Es por ello que Henderson propuso una media móvil que además de preservar las tendencias constantes y lineales, preserve las tendencias polinomiales de grado 2. Las medias móviles de Henderson se utilizan para extraer la tendencia de la serie corregida por volatilidades estacionales. Dado que las curvas de los coeficientes de las medias móviles simples compuesta como PxQ no son lisas, Henderson propuso que se utilice la cantidad $\sum (\nabla^3 \theta_k)^2$, en donde ∇ representa el operador de primera diferencia para evaluar que las curvas de los coeficientes sean lisas. Esta cantidad es nula cuando los coeficientes θ_k se ubican sobre una parábola.

Henderson buscó los promedios centrados, de orden $2p+1$ que conserven los polinomios de segundo orden y minimicen la cantidad de H. La idea de esta media móvil consiste entonces en minimizar, en función de los coeficientes θ_k y $\sum (\nabla^3 \theta_k)^2$ bajo las siguientes restricciones:

$$\sum_{k=-p}^p \theta_k = 1, \text{ para tendencias constantes}$$

$$\sum_{k=-p}^p \theta_k k = 1, \text{ para tendencias lineales}$$

$$\sum_{k=-p}^p k^2 \theta_k = 1, \text{ para tendencias polinomiales, donde } h=2$$

Los coeficientes de esas medias móviles se pueden calcular explícitamente, para una media de orden $2p+1$, imponiendo que $n=p+2$.

$$\theta_k = \frac{315[(n-1)^2 - i^2][n^2 - i^2][(n+1)^2 - i^2][3n^2 - 16 - 11i^2]}{8n(n^2 - 1)(4n^2 - 1)(4n^2 - 9)(4n^2 - 25)}$$

3.4.1.2 Desventajas del Método de los Filtros de Desestacionalización

La crítica más general asociada al enfoque no paramétrico se enfoca en el tipo de procedimiento elegido. Al no estar basados en modelos explícitos, es posible que no sean óptimos, lo cual dificulta la inferencia estadística de los estimadores obtenidos (Villareal: 2005).

Por otro lado, en el mundo real pueden aparecer valores atípicos que inmediatamente producen una reacción en el comportamiento de la media móvil, tanto en la tendencia como en la estacionalidad. En ese sentido, se dice que las medias móviles no son robustas ante situaciones extremas, no obstante, ante ello, el X-12 agrega algunas herramientas para detectar esas perturbaciones que se emplea previo a desestacionalizar la serie. Un primer paso para detectar valores atípicos es estimar el componente irregular.

Finalmente, otro de los problemas al trabajar con filtros simétricos es la pérdida de información inicial y final. En el caso del filtro de Henderson con 13 términos, al ser una media centrada, se pierde 6 observaciones iniciales y 6 finales. Sin embargo, ellas se pueden corregir con filtros asimétricos o medias móviles no centradas tipo Musgrave, o también con otras soluciones como los modelos ARIMA.

3.4.2 Filtro de Hodrick-Prescott

Para la identificación de la tendencia de largo plazo se utilizó el filtro Hodrick-Prescott. Este filtro descompone la serie observada en dos componentes: la tendencia y el ciclo. Además, es un filtro lineal y simétrico. Según Kydland y Prescott (1990) es muy fácil de usar porque se le considera un filtro bien definido e independiente de la serie a la que se le aplica, lo que reduce los juicios subjetivos y facilita su nivel de replicabilidad.

Este filtro puede ser descrito como un problema de minimización o a partir de un modelo estructural. A continuación, se muestra cómo funciona el filtro Hodrick-Prescott desde la primera perspectiva. En este caso, el filtro identifica el ciclo y la tendencia, al tiempo que equilibra un trade-off entre suavidad y ajuste en la tendencia (Del Río, 1990).

Sea x_t la serie temporal que se va a filtrar. Sean c_t y τ_t el componente cíclico y el componente tendencial en que se va a descomponer la serie temporal x_t . La forma en que se lleva a cabo tal descomposición es la siguiente:

$$\text{Min} \sum_{t=1}^T c_t^2 + \lambda \sum_{t=3}^T (\nabla^2 \tau_t)^2$$

Sujeto a: $x_t = c_t + \tau_t$

Donde $\nabla \equiv 1 - B$, y B es el operador retardo: $Bx_t = x_{t-1}$

La elección del parámetro $\lambda > 0$ condiciona la suavidad de la tendencia extraída de la serie temporal x_t de forma que cuanto mayor sea λ más suave será la tendencia (en el límite, cuando $\lambda \rightarrow \infty$ se tiene que la tendencia es lineal).

Teniendo en cuenta que tomar dos diferencias sobre una variable implica transformar la variable tendencia. Esta se puede presentar de la siguiente forma:

$$\nabla^2 \tau_t = \tau_t - 2\tau_{t-1} + \tau_{t-2},$$

Esta equivale, en términos matriciales, a transformar el vector de datos temporales τ premultiplicándolo por una matriz K (de tamaño $(T \times (T - 2))$) que tiene la siguiente forma.

$$K_{TX(T-2)} = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -2 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ & & \vdots & \ddots & & \vdots & \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}$$

Por tanto, podemos escribir el problema de optimización descrito arriba en forma matricial como sigue:

$$\text{Min} (x - \tau)'(x - \tau) + \lambda \tau' K' K \tau,$$

Cuya condición de primer orden nos conduce al modo como ha de transformarse el vector temporal x para obtener el componente tendencial:

$$\tau = (I_t + \lambda K'K)^{-1}x$$

Una vez obtenido el componente tendencial, el componente cíclico se obtiene de forma residual: $c = x - \tau$.

Su utilización requiere la elección previa del parámetro λ . Este parámetro modula la suavidad de la tendencia. Por ello, la elección apropiada del parámetro es importante. La elección depende de la longitud de los ciclos que se quieran extraer y la periodicidad de los datos (Del Río, 1990).

El parámetro λ presenta valores de uso estándar recomendados. Para el caso de las series trimestrales se utiliza $\lambda = 1600$ como recomendación de Hodrick y Prescott (1980) como valor convencional que permite la comparación con otros trabajos empíricos. Mientras que, para el caso de series mensuales, el valor por defecto es de $\lambda = 14400$.

3.4.2.1 Desventajas del filtro de Hodrick y Prescott

La utilización del filtro HP supone que ofrece un enfoque razonable para la desestacionalización para el rango común de series de tiempo. Sin embargo, no todas las series presentan estructuras más afines al cálculo e interpretación de un componente tendencial (Hamilton, 2017). Por ello es importante considerar si la desestacionalización de series nos aporta información sobre las propiedades de las series o no nos dice nada sobre sus movimientos.

Por otro lado, la tendencia y el ciclo del filtro HP tienen la habilidad de predecir el futuro de las series porque su construcción depende de valores futuros. No obstante, la predicción correcta de la serie depende de la correcta elección del parámetro λ . Si bien hay valores recomendados, no siempre se puede encontrar un criterio objetivo para el uso de un valor sobre otro a excepción de la subjetividad implícita en el concepto de ciclos económicos (Del Río, 1990).

3.5 Contribuciones al crecimiento

El crecimiento agregado de un sector depende del crecimiento de sus sub sectores. En ese sentido, el objetivo del análisis sectorial es entender cuáles son los subsectores que están contribuyendo con el crecimiento del sector agropecuario, agrícola y pecuario.

El VBP del sector agropecuario está conformado por el VBP del sector agrícola y el VBP del sector pecuario. Por tanto:

$$VBP^{Agropecuario (AP)} = VBP^{Agrícola (A)} + VBP^{Pecuario (P)}$$

El crecimiento del VBP se calcula como:

$$V\dot{B}P = \frac{VBP_t - VBP_{t-1}}{VBP_{t-1}}$$

La tasa de crecimiento del VBP del sector agropecuario lo podemos descomponer en las aportaciones al crecimiento del sector agrícola y del sector pecuario. No obstante, para que la descomposición de crecimiento sea adecuada, las series de datos deben estar en niveles y desestacionalizadas. Se exige el ajuste estacional de las series cuando, en la medición del crecimiento, la referencia es el periodo inmediato anterior. Así, la contribución de los subsectores al crecimiento del sector agregado puede expresarse como:

$$\frac{VBP_t^{AP} - VBP_{t-1}^{AP}}{VBP_{t-1}^{AP}} = \frac{VBP_{t-1}^A}{VBP_{t-1}^{AP}} * \frac{VBP_t^A - VBP_{t-1}^A}{VBP_{t-1}^A} + \frac{VBP_{t-1}^P}{VBP_{t-1}^{AP}} * \frac{VBP_t^P - VBP_{t-1}^P}{VBP_{t-1}^P}$$

Es decir, la tasa de crecimiento del VBP del sector agropecuario en el periodo t , es igual a la suma ponderada de las tasas de crecimiento en t del sector agrícola y del sector pecuario. El factor de ponderación en cada caso es el peso relativo de cada sub sector en el sector en el periodo inicial. Por tanto, $VBP_{t-1}^A/VBP_{t-1}^{AP}$ es el peso relativo del sector agrícola sobre el sector agropecuario en el periodo $t-1$.

Esta descomposición de crecimiento se puede generalizar para aplicar dentro de los sub sectores agrícolas y sub sectores pecuarios. En ese sentido, cuando las series de datos en niveles son aditivas, la forma general de la descomposición de crecimiento se puede expresar como:

$$y_t = \sum_{i=1}^N f_{i,t-1} * x_{i,t}$$

Donde:

- y_t : Es la tasa de crecimiento del VBP/PBI del sector agregado en el periodo t y está definida por $\frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}}$.
- $x_{i,t}$: Es la tasa de crecimiento del VBP/PBI del sub sector i en el periodo t y está definida por $\frac{X_{i,t} - X_{i,t-1}}{X_{i,t-1}}$.
- $f_{i,t-1}$: Es el peso relativo del sub sector i en el periodo $t-1$ y está definida por $\frac{X_{i,t-1}}{Y_{t-1}}$.
- $\sum_{i=1}^N f_{i,t-1} = 1$
- i : Representa el sub sector i , va desde 1 hasta N .

4. ANÁLISIS DE DATOS

Después de agrupar los productos agrícolas y pecuarios y emplear las diferentes metodologías explicadas en la sección anterior se han obtenido una serie de resultados que permiten realizar un diagnóstico del sector agropecuario para el periodo 1994-2017. En base a estos resultados y análisis de cada uno de sus subsectores se busca ofrecer recomendaciones de política para sector agropecuario.

4.1 Análisis de datos del sector agregado

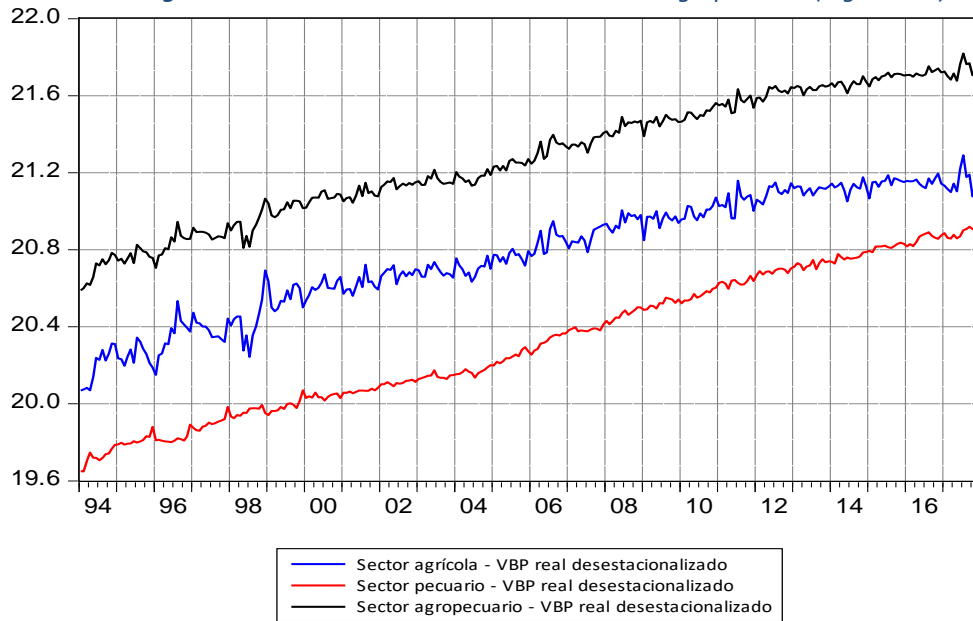
El objetivo de esta parte de la investigación es brindar un panorama general del sector agropecuario antes de tratar los detalles específicos de cada uno de los subsectores agropecuarios. Los resultados y análisis que se presentan a continuación son del sector agropecuario y del sector agrícola a nivel agregado.

4.1.1 Sector agropecuario

Para poder realizar un diagnóstico adecuado del sector es necesario analizar el comportamiento del sector real, el sector nominal y la contribución al crecimiento. Sin embargo, dado que no se cuenta con precios desde enero de 1994 hasta diciembre del 2006 para el sector pecuario no se ha construido VBP nominal para el sector agropecuario. En ese sentido, esta parte de la investigación solo se centra en el comportamiento del sector real.

En la Figura 1 se muestra el comportamiento del VBP real desestacionalizado para el sector agropecuario y sus sub sectores agrícola y pecuario, respectivamente. En este gráfico se observa que la variabilidad del sector agropecuario se debe a la variabilidad del sector agrícola. Asimismo, parece que la tendencia en términos reales está determinada por el comportamiento del sector agrícola y no por el sector pecuario.

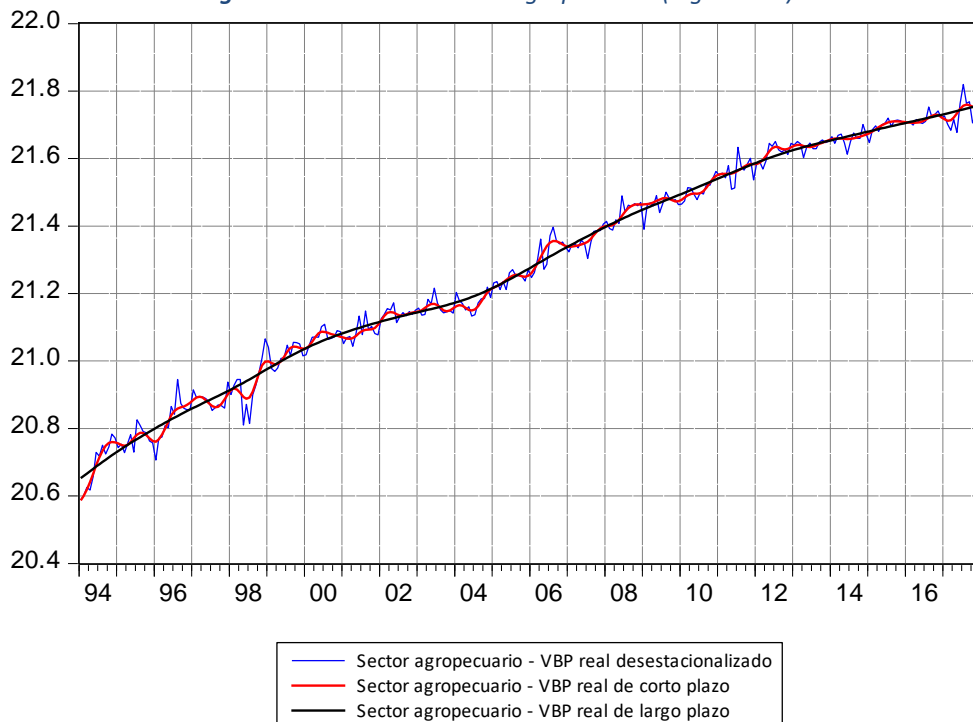
Figura 1: VBP real desestacionalizado del sector agropecuario (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

En ese sentido, para realizar un mejor diagnóstico de sector agropecuario es importante analizar de otras variables como la tendencia de corto plazo, la tendencia de largo plazo y las contribuciones del sector agrícola y sector pecuario al crecimiento agregado agropecuario (ver Figura 2).

Figura 2: VBP real del sector agropecuario (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

En la Figura 2 se observa que el comportamiento del sector agropecuario desde 1994 hasta el 2017 muestra un cambio en la tendencia de largo plazo. En ese sentido, se puede decir que dentro de este periodo el sector agropecuario ha tenido cambios estructurales. Observando los picos de la serie

desestacionalizada y el cambio en la tendencia se puede segmentar en tres sub periodos de análisis: (1) enero 1994 – diciembre 2003, (2) enero 2004 – diciembre 2013, (3) enero 2014 – diciembre 2017.

Entre 1994 y 2017 el sector agropecuario ha crecido 4.82% de los cuales los sub sectores agrícola y pecuario han aportado con el 2.81% (58.40%) y 2% (41.60%), respectivamente. Sin embargo, el aporte del sector agrícola ha disminuido mientras que el del sector pecuario ha aumentado. El aporte del sector agrícola ha pasado de 67.38% en el primer periodo (1994-2003) a 33.61% en el tercer periodo (2014-2017) (ver Tabla 13).

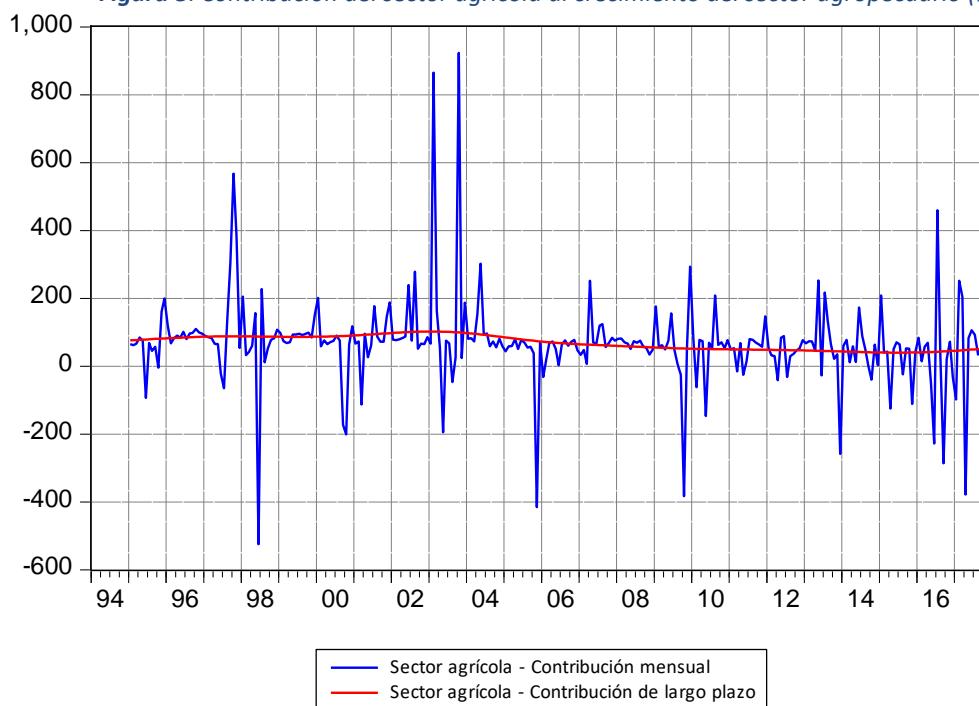
Tabla 13: Contribución al crecimiento en el sector agropecuario por segmentos

	Agropecuario	Agrícola	Pecuario	% Agrícola	% Pecuario
Ene94 - Dic03	5.52%	3.72%	1.80%	67.38%	32.62%
Ene04 - Dic13	5.08%	2.78%	2.30%	54.68%	45.32%
Ene14 - Dic17	2.58%	0.87%	1.71%	33.61%	66.39%
Ene94 - Dic17	4.81%	2.81%	2.00%	58.40%	41.60%

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

En base al análisis de los sub periodos podemos decir que la contribución del sector agrícola al crecimiento ha disminuido. Sin embargo, la contribución del sector agrícola al crecimiento del sector agropecuario muestra una tendencia decreciente pero muy volátil (ver Figura 3).

Figura 3: Contribución del sector agrícola al crecimiento del sector agropecuario (%)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

La Figura 3 muestra que existen periodos donde la contribución al crecimiento del sector agrícola tiene una disminución muy fuerte como consecuencia de episodios de fenómeno del niño (1998, 2005, 2009 y 2017). Sin embargo, para entender la dinámica del sector agrícola es necesario analizar el comportamiento de la oferta, demanda y precios del sector agrícola.

4.1.2 Sector agrícola

4.1.2.1 Oferta y demanda de productos agrícolas

El desempeño del sector agrícola depende del desarrollo del mercado de productos agrícolas, es decir, depende de la oferta y demanda de productos agrícolas. Por un lado, la oferta está determinada por la producción doméstica e importaciones de productos agrícolas. Por otro lado, la demanda está determinada por el consumo interno y el consumo externo de productos agrícolas. El consumo externo corresponde a las exportaciones de productos agrícolas.

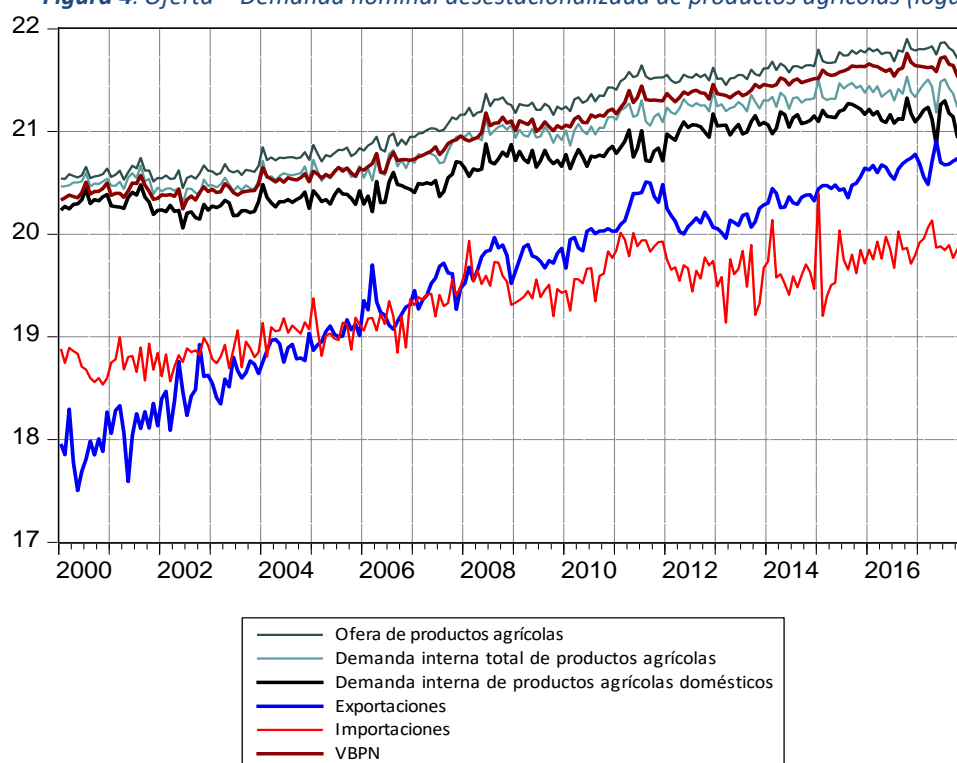
En este documento, la aproximación de la oferta y la demanda de productos agrícolas está calculada de la siguiente manera:

- Oferta total = Producción nacional + Importaciones
- Demanda interna total = Oferta – Exportaciones
- Demanda interna de productos agrícolas domésticos = Demanda interna total - Importaciones

En la Figura 4 se muestra la dinámica de la oferta y demanda de productos agrícolas. En la figura se observa que la oferta de productos agrícolas ha empezado a descender a partir de los últimos meses del 2016 y parece que esta caída en la oferta se debe a una disminución en la demanda de productos agrícolas. En ese sentido, es esperable que la disminución en la demanda y oferta de productos agrícolas estén causando una caída en los precios del sector agrícola.

Asimismo, en la Figura 4 se observa que la balanza comercial de productos agrícolas (exportaciones menos importaciones) ha pasado de ser deficitaria (2000-2005) a superavitaria (2006-2017). La balanza comercial superavitaria se debe principalmente al incremento de las exportaciones y en menor medida al estancamiento de las importaciones a partir del 2007.

Figura 4: Oferta – Demanda nominal desestacionalizada de productos agrícolas (logaritmos)



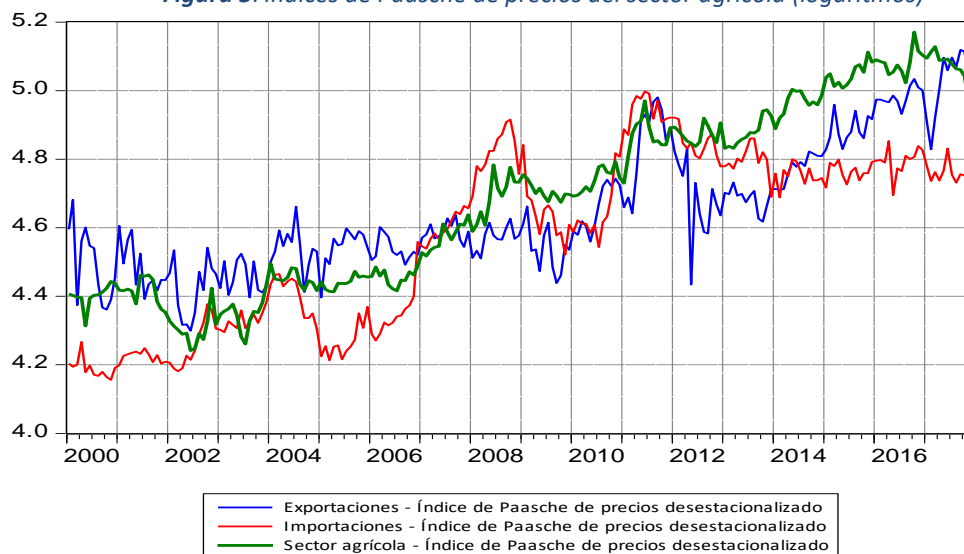
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.1.2.2 Precios del sector agrícola

El análisis previo de oferta y demanda de productos agrícolas predice una caída de los precios del sector agrícola. Para el análisis de precios se han construido diferentes índices de precios, es decir, índices de precios de Laspeyres, Paasche, Fisher y Divisia. Ha sido necesario la construcción de diferentes índices debido a la gran cantidad de ausencia de datos (missing values). La gran cantidad de missing values dificultó la construcción de los índices de Laspeyres, Paasche y Fisher, es por ello que ha sido necesario la reconstrucción de estos índices en base a la metodología mencionada anteriormente. De la comparación de índices se comprueba que el índice de Divisia es el más adecuado cuando existen missing values en el caso del sector agrícola o cambios de arancel en las exportaciones e importaciones de productos agrícolas.

En la Figura 5 se muestran los índices de precios de Paasche, la razón de mostrar el índice de Paasche es para mantener una consistencia con los índices que usa el BCRP para las importaciones y exportaciones. En este gráfico se puede observar que los precios del sector agrícola han empezado a disminuir a partir del 2016 mientras que los precios de las importaciones han empezado a caer a partir del 2011. Asimismo, se observa que los precios de las exportaciones han caído fuertemente a partir del 2011 y en mayo del 2012 ha registrado la máxima caída para el periodo 2011-2017. La caída de precios de las exportaciones puede deberse a una menor demanda de productos agrícolas consecuencia de la crisis económica en la Unión Europea. Sin embargo, debido a los cambios arancelarios en el comercio de productos agrícolas, el índice de precios de Paasche puede estar un poco sesgado y por ello es necesario analizar el índice de precios de Divisia, el cual es robusto a la presencia de missing values como consecuencia de los cambios arancelarios.

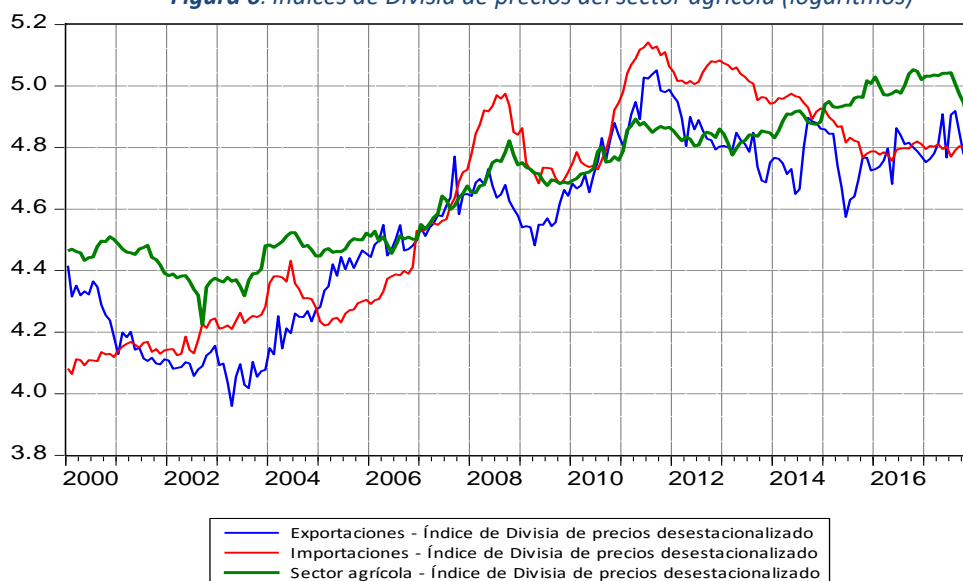
Figura 5: Índices de Paasche de precios del sector agrícola (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

La comparación entre el índice de Divisia y Paasche muestra una diferencia en el comportamiento de los precios, especialmente en los precios de importación y exportación. El índice Divisia de precios de las exportaciones no muestra una caída tan fuerte como el índice de Paasche y muestra una caída sostenible hasta junio del 2015. Esta caída puede deber al enfriamiento en el precio del petróleo a partir del 2014 el cual puede haber impactado en la demanda de productos agrícolas. Sin embargo, para un mejor análisis de los precios de importación y exportación es necesario computar los términos de intercambio para los productos agrícolas.

Figura 6: Índices de Divisia de precios del sector agrícola (logaritmos)

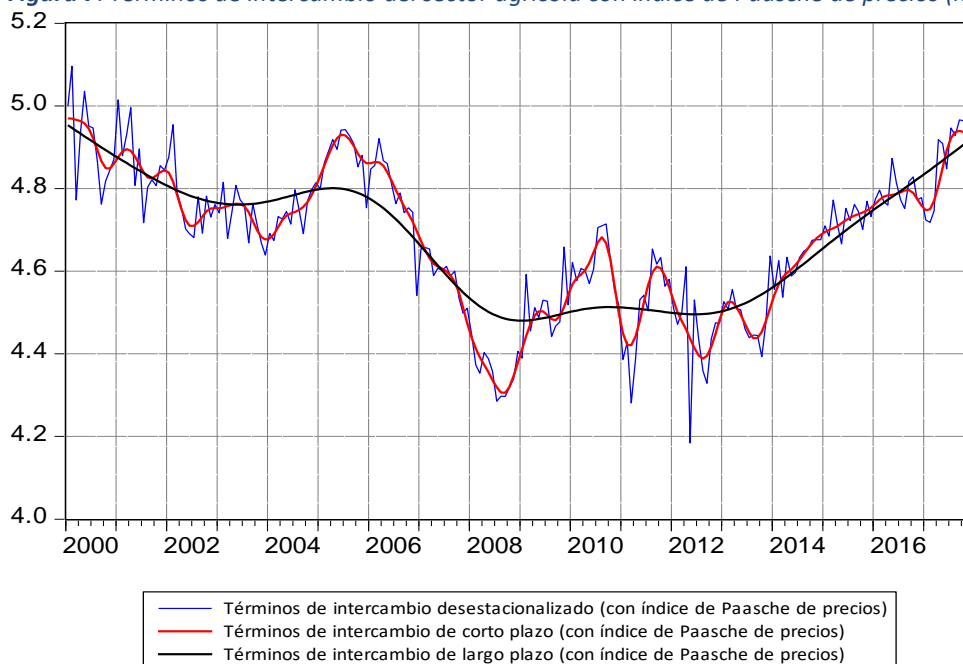


Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.1.2.3 Términos de intercambio del sector agrícola

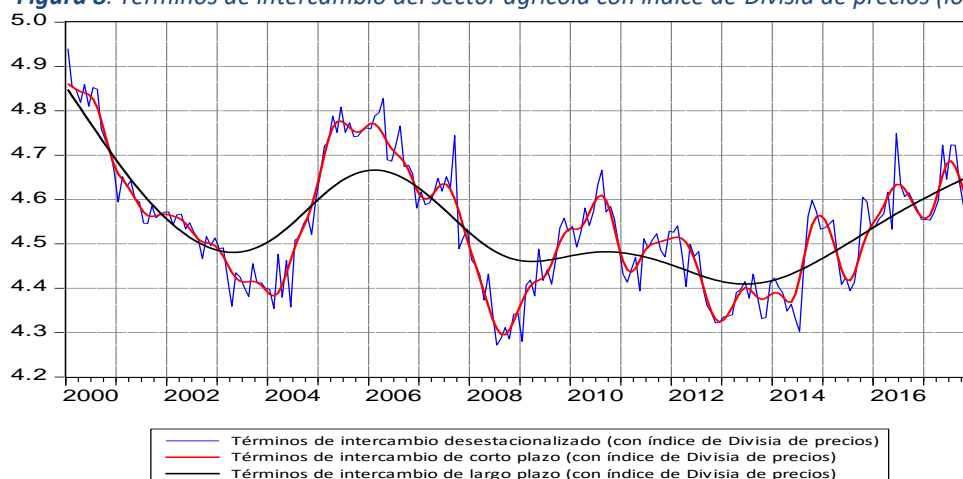
En base a los índices de precios discutidos en el apartado anterior podemos construir los términos de intercambio con índices de precios de Paasche y Divisia respectivamente. Comparando las Figuras 7 y 8 podemos concluir que los términos de intercambio muestran una tendencia descendente desde el 2000 hasta el 2013 y después muestran una clara recuperación. No obstante, los términos de intercambio con índice de Divisia parece que captura mejor los escenarios de crisis internacional (2008, 2012 y 2015) que afectan fuertemente la demanda de productos agrícolas. Sin embargo, presenta una mayor volatilidad respecto a los términos de intercambio con índice de Paasche.

Figura 7: Términos de intercambio del sector agrícola con índice de Paasche de precios (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 8: Términos de intercambio del sector agrícola con índice de Divisia de precios (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

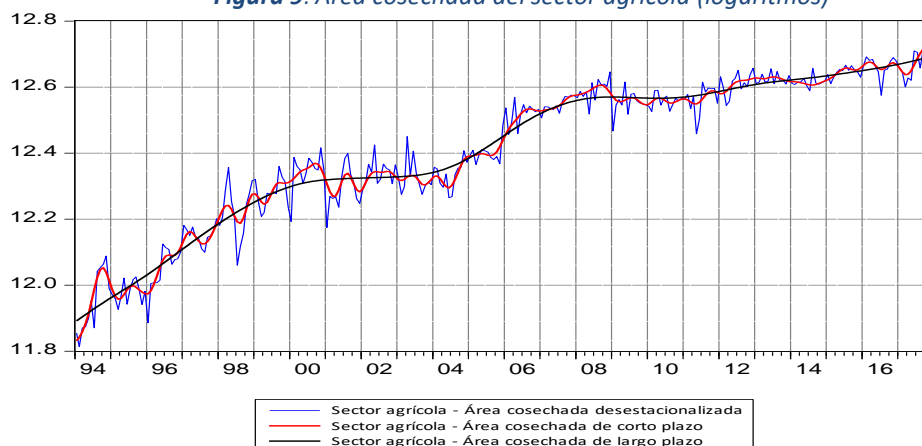
4.1.2.4 Área cosechada del sector agrícola

Después de haber analizado el sector agrícola en el contexto internacional a través de las exportaciones, importaciones y términos de intercambio es necesario saber qué ha pasado en la producción doméstica de productos agrícolas.

Una de las variables a considerar en el análisis de la producción doméstica es el área cosechada dado que es una de las variables que determina la cantidad de productos para el mercado interno y para el mercado externo. En la Figura 9 se puede observar tres hechos importantes del área cosechada en el periodo 1994-2017. En primer lugar, a lo largo del periodo se muestra una tendencia de largo plazo ascendente. En segundo lugar, tanto la tendencia de corto plazo como la serie desestacionalizada tienden a ser muy volátiles. En tercer lugar, se observan cambios estructurales importantes en el área cosechada. Por un lado, en el periodo 1994-2000, se observa la mayor tasa de crecimiento, pero el ciclo termina en el 2003. Por otro lado, a partir del 2003, se observa un cambio en la tendencia con un crecimiento inferior al periodo anterior y se prolonga hasta el 2013. Finalmente, el último periodo va desde el 2014 hasta el 2017.

Una vez analizado el comportamiento del VBP y del área cosechada es necesario saber qué ha pasado con la productividad del sector agrícola. Este análisis se realiza en el siguiente apartado.

Figura 9: Área cosechada del sector agrícola (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.1.2.5 Productividad del sector agrícola

4.1.2.5.1 Real

En este documento se considera que la función de producción del sector agrícola tiene la siguiente forma:

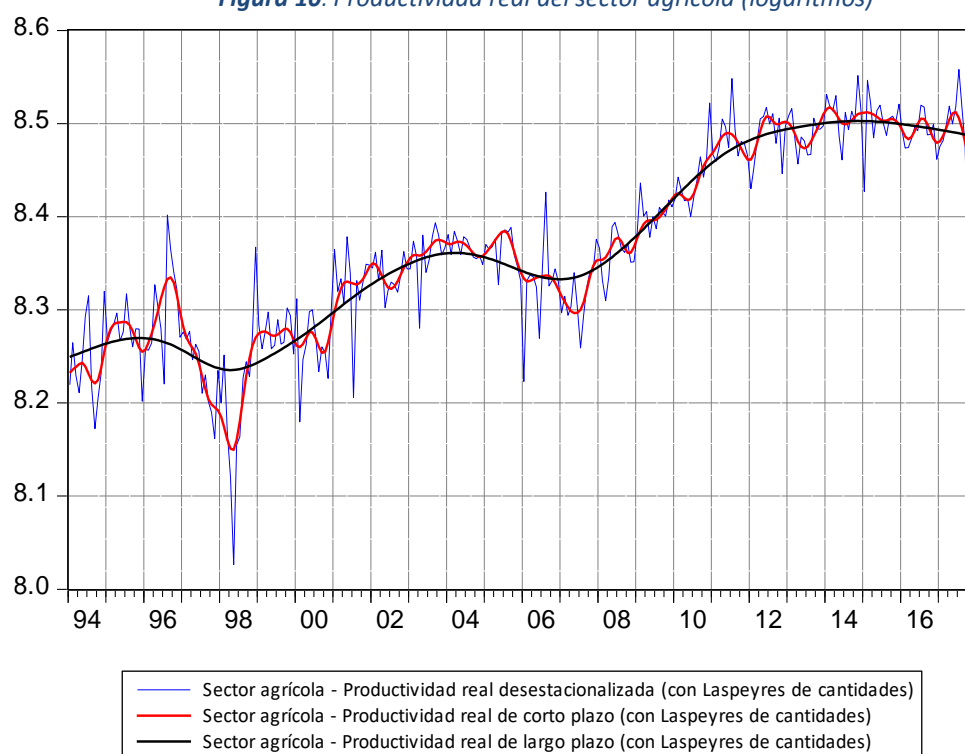
$$Y_t = A_t X_t$$

Donde:

- Y_t : Es el VBP en cada mes.
- X_t : Es el área cosechada en cada mes.
- A_t : Es la productividad del área cosechada en cada mes.

En la Figura 10 se observa que la productividad real muestra una tendencia creciente en el largo plazo. Sin embargo, a partir del 2014, muestra un estancamiento. Asimismo, se observa que, a partir del 2006, hay un cambio estructural importante. Eso puede deberse al TLC firmado entre Perú y Estados Unidos en el 2006 y desde entonces las exportaciones agrícolas se incrementaron fuertemente impactando de manera positiva en la producción doméstica de productos agrícolas.

Figura 10: Productividad real del sector agrícola (logaritmos)

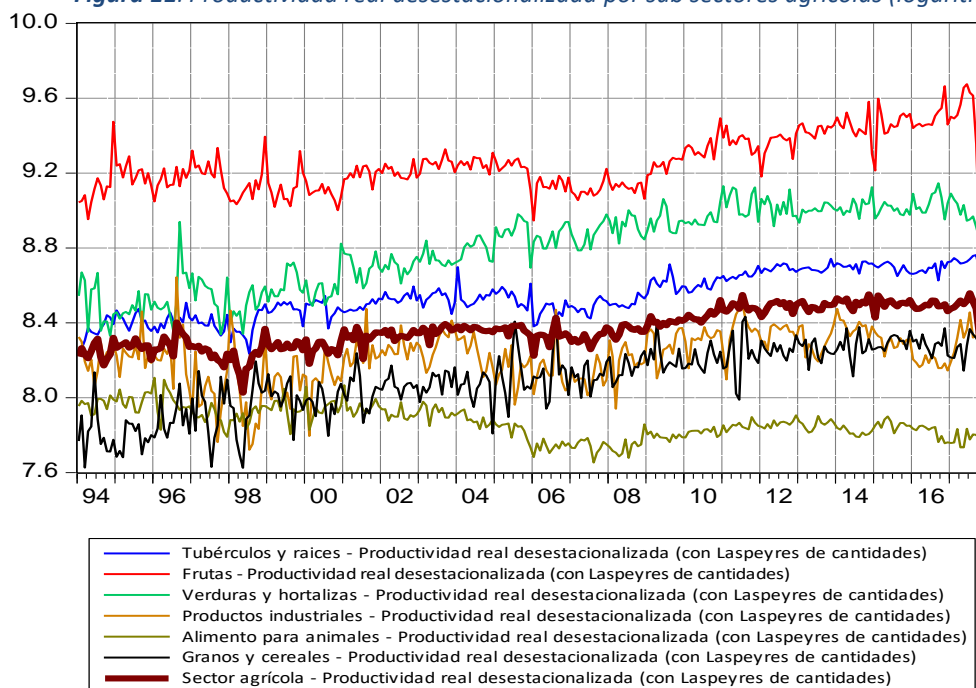


Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Sin embargo, el análisis de la productividad de los sub sectores agrícolas permite dar una respuesta más clara acerca del tipo de productos que podrían estar afectando la productividad agregada del sector agrícola. En la Figura 11 se observa que los sub sectores agrícolas pueden agruparse en dos grupos: (1) los sub sectores que tienen productividad por encima del sector y (2) los sub sectores que tienen productividad por debajo del sector agrícola. Por un lado, el grupo de productividad real por encima del sector está compuesto por: Tubérculos y Raíces, Frutas, Verduras y Hortalizas. Por otro lado, el grupo que tienen productividad por debajo del sector está compuesto por: Productos Industriales, Alimento para Animales, Granos y Cereales.

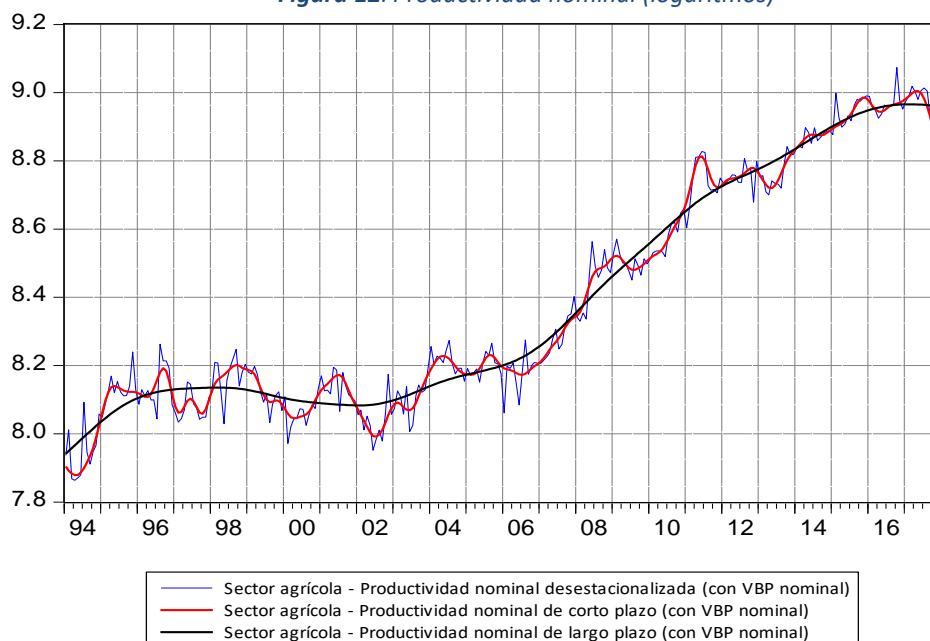
No obstante, para reforzar la hipótesis de que existen sub sectores con productividad por encima y debajo del sector es necesario analizar la productividad nominal. Por un lado, en la Figura 12 se observa que la productividad nominal tiene un comportamiento similar a la productividad real, sin embargo, la tendencia creciente del 2006 al 2013 es más claro en la productividad nominal. En ese sentido, el TLC con Estado Unidos incrementó las exportaciones que finalmente impactó en el incremento de los precios de los productos agrícolas. Por otro lado, en la Figura 13 se observa que la clasificación de sub sectores con productividad por encima y por debajo del sector es la misma que en el caso de la productividad real.

Figura 11: Productividad real desestacionalizada por sub sectores agrícolas (logaritmos)

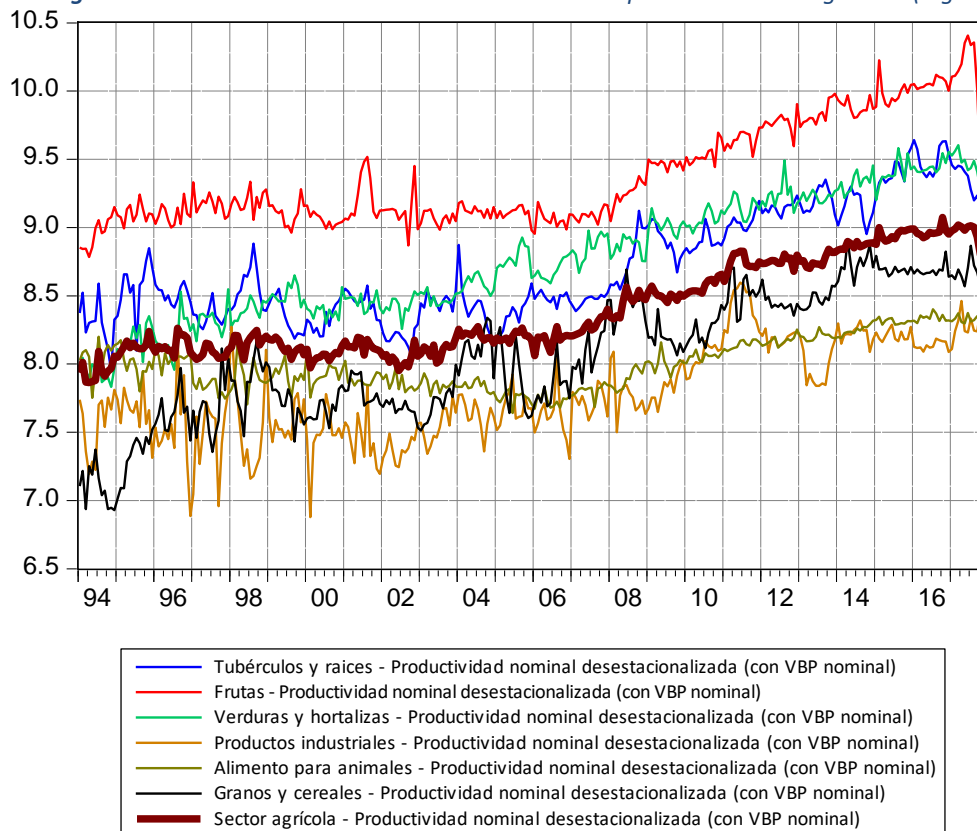


Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 12: Productividad nominal (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 13: Productividad nominal desestacionalizada por sub sectores agrícolas (logaritmos)

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

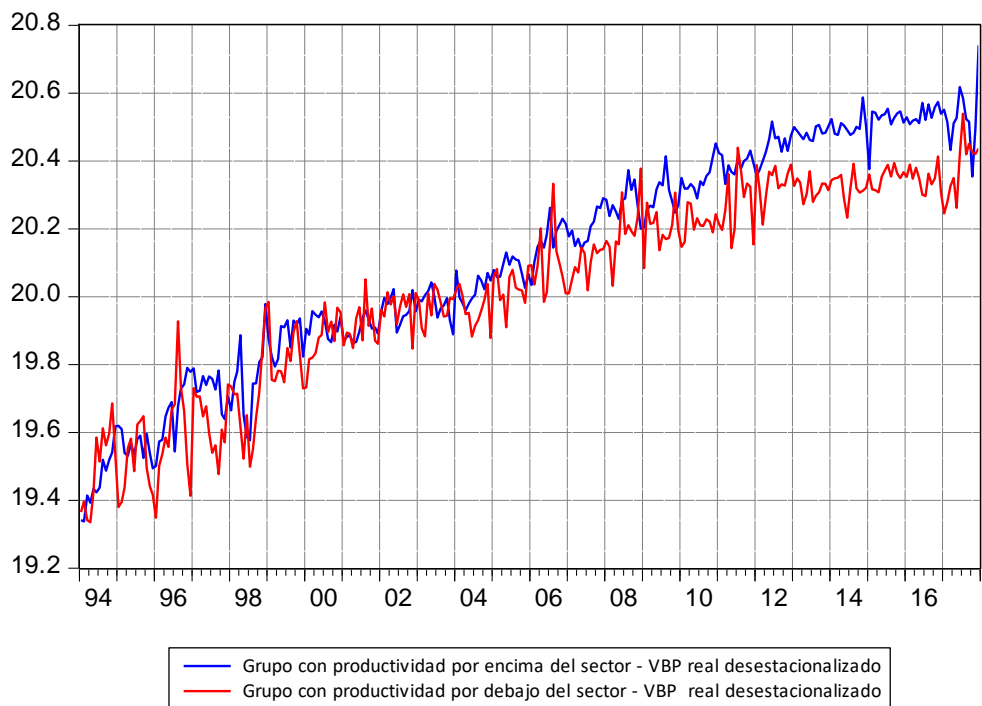
4.1.2.6 Sector agrícola agregado por comportamiento de la productividad

En base al análisis de productividad por sub sector agrícola hemos generado dos grupos: (1) grupo con productividad por encima del sector y (2) grupo con productividad por debajo del sector. En base a esa clasificación se analiza el comportamiento del VBP, área cosechada y productividad de ambos grupos para ver si existe una diferencia sustancial dentro de los sub grupos.

En la Figura 14 se observa una clara diferencia en el comportamiento del VBP desestacionalizado a partir del 2008. A partir de este año el grupo con productividad por encima del sector empieza a tener un VBP real por encima del grupo con productividad por debajo del sector. En la Figura 15 se observa que el comportamiento en el VBP nominal es similar al comportamiento del VBP real. Esta diferencia en VBP real puede deberse a cambios en el área cosechada y las exportaciones de productos que componen el grupo con productividad por encima del sector.

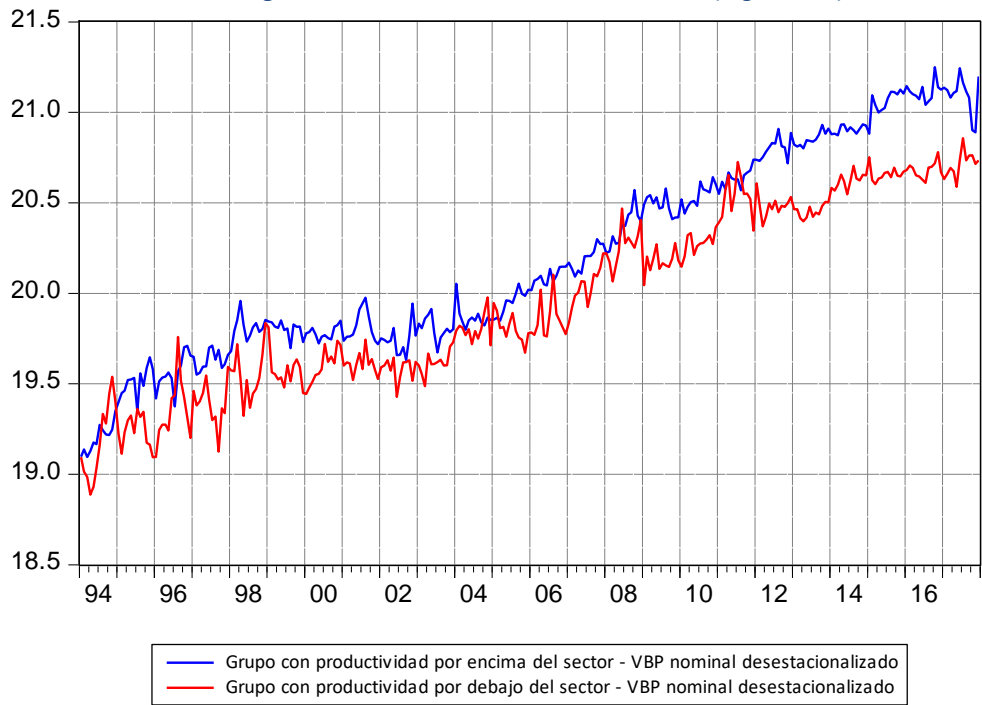
Asimismo, en la Figura 16 se observa que en el comportamiento del área cosechada en ambos grupos existe una amplia diferencia. Adicionalmente, se puede notar que el área cosechada del grupo con productividad por encima del sector muestra una tasa de crecimiento más alta que el otro grupo. Sin embargo, se observa que en el 2006 se produce un salto en el área cosechada en ambos grupos. Por tanto, es necesario analizar el comportamiento de los sub sectores agrícolas para tener mejores respuestas a este comportamiento a partir del 2006.

Figura 14: VBP real desestacionalizado del grupo con productividad por encima del sector (logaritmos)



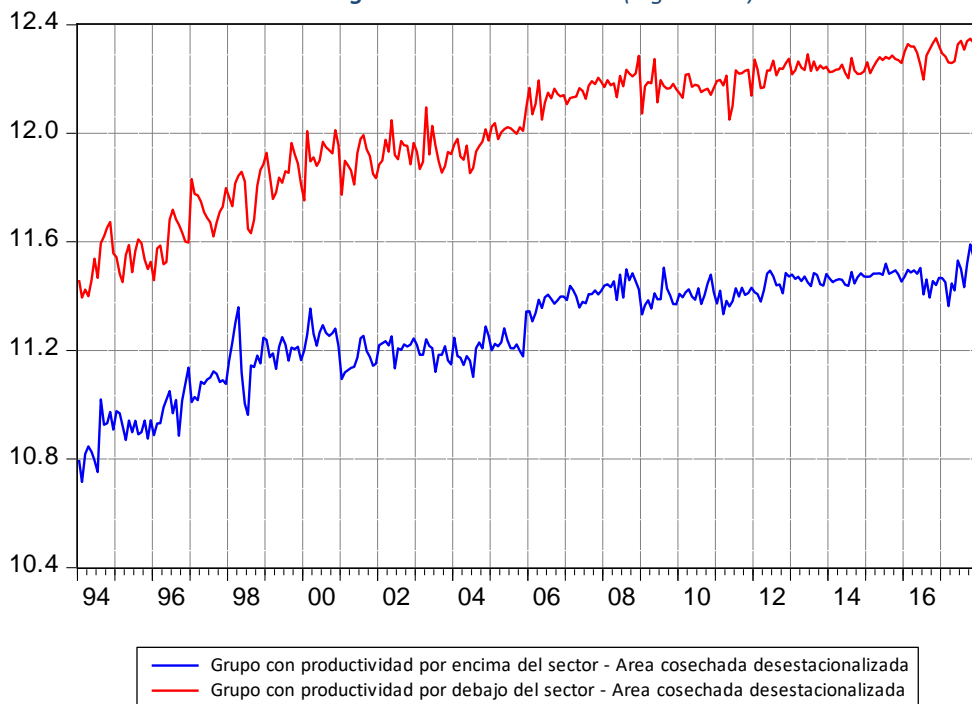
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 15: VBP nominal desestacionalizado (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

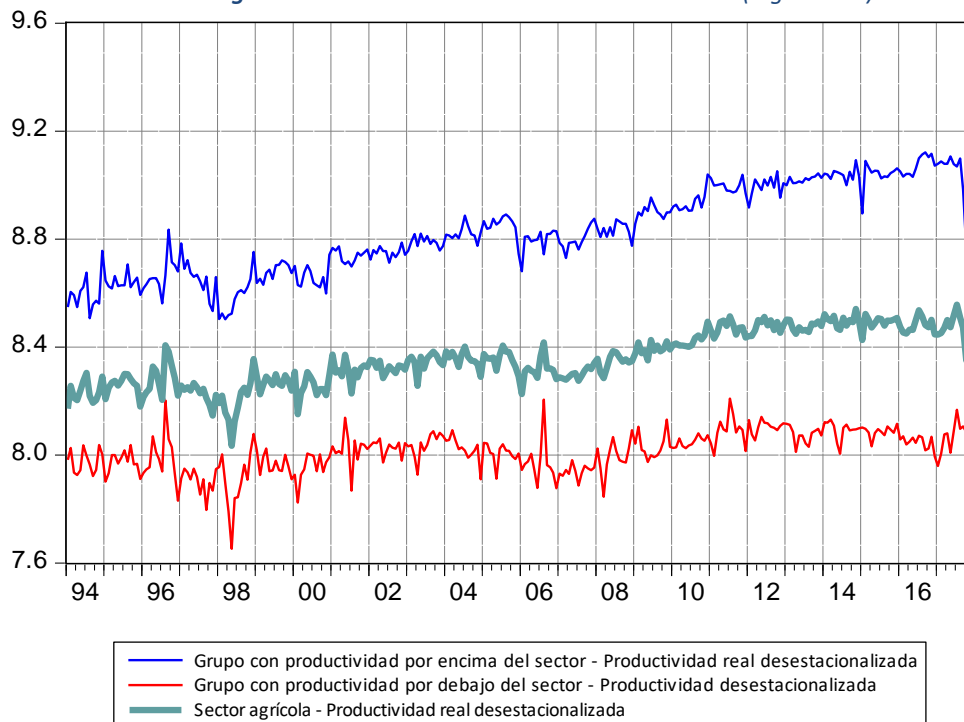
Figura 16: Área cosechada (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

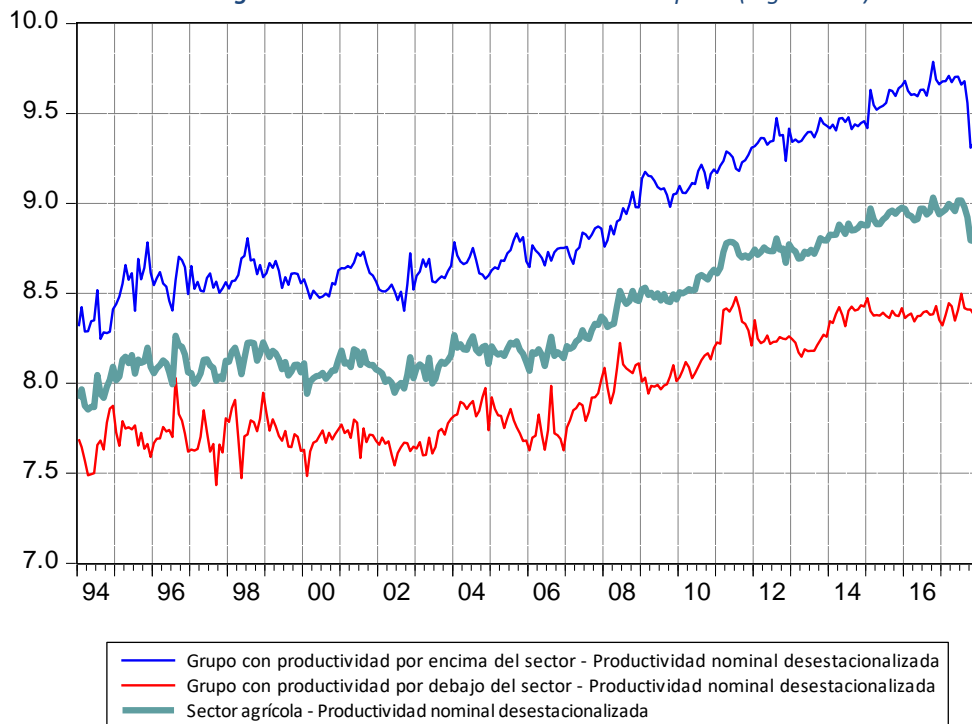
En la Figura 17 y 18 se observa que existe una amplia diferencia en la productividad de los grupos. Asimismo, se observa que la productividad del sector en gran parte sigue el comportamiento del grupo que tiene productividad por encima del sector. Adicionalmente se puede notar que en ambos grupos la productividad tiene a ser muy volátil.

Figura 17: Productividad real desestacionalizada (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

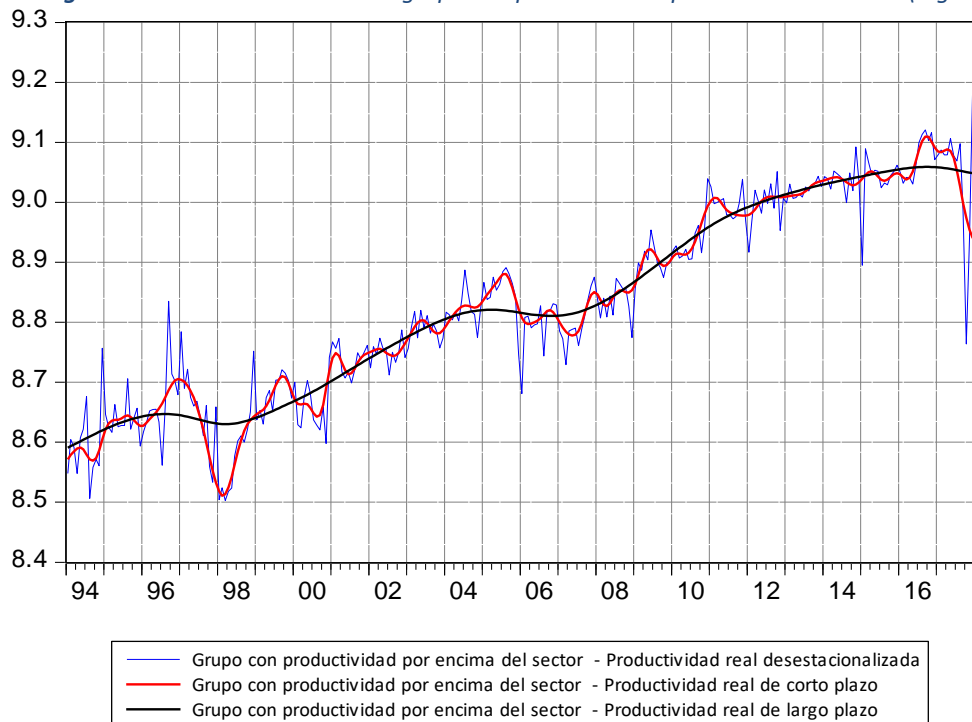
Figura 18: Productividad nominal de corto plazo (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

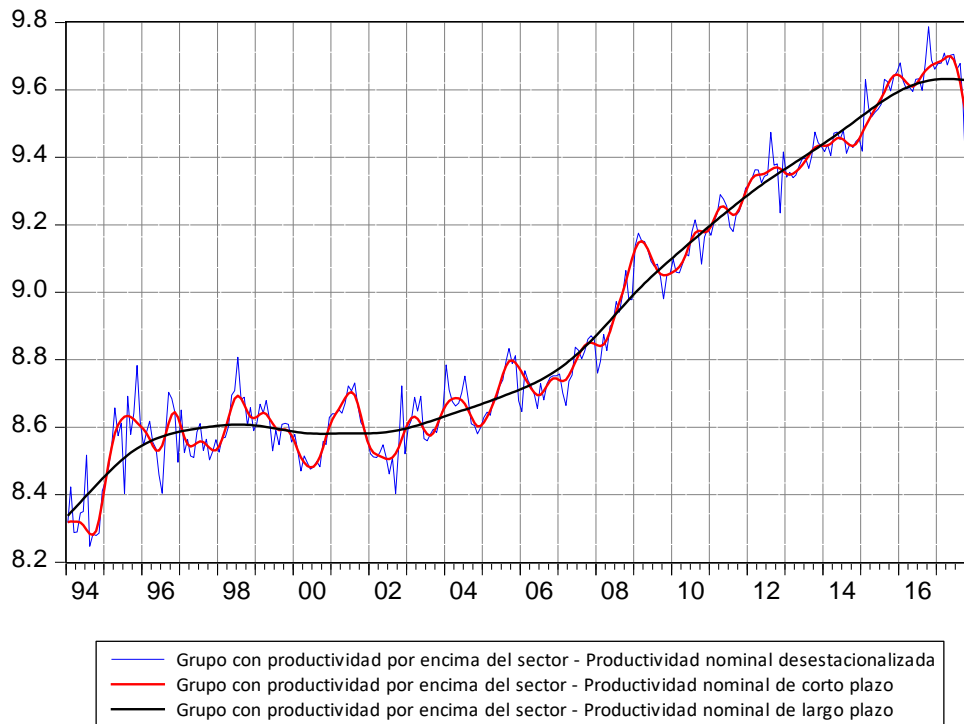
4.1.2.6.1 Grupo con productividad por encima del sector

Figura 19: Productividad real del grupo con productividad por encima del sector (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

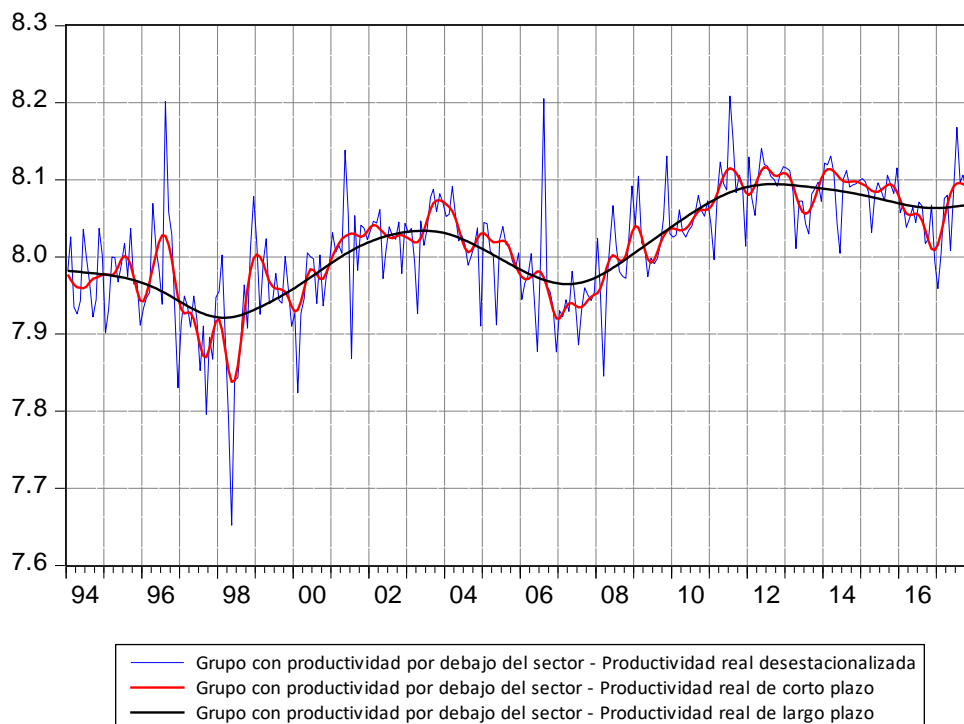
Figura 20: Productividad nominal del grupo con productividad por encima del sector (logaritmos)



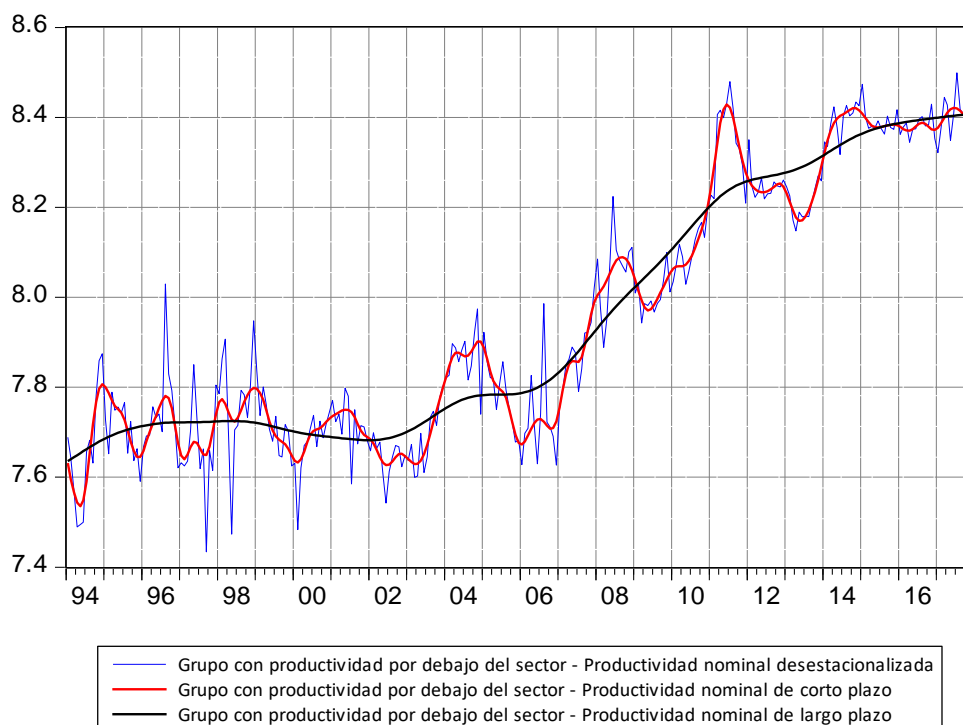
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.1.2.6.2 Grupo con productividad por debajo del sector

Figura 21: Productividad real del grupo con productividad por debajo del sector (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 22: Productividad nominal del grupo con productividad por debajo del sector (logaritmos)

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Observando las Figuras 19 y 21 se puede notar que existe una amplia diferencia en el comportamiento tendencia de la productividad real de ambos grupos. Por un lado, en la Figura 19 se observa que la productividad del grupo con productividad por encima del sector tiene una tendencia creciente y aumentando en aproximadamente el 60%. Por otro lado, en la Figura 21 se observa que la productividad del grupo con productividad por debajo del sector tiene una tendencia casi estacionaria y se ha incrementado sólo 5%. Sin embargo, en las Figuras 20 y 22 se observa que en ambos grupos se dio un fuerte cambio estructural en la productividad a partir del 2006. Por tanto, es necesario realizar un diagnóstico para cada uno de los sub sectores agrícolas para entender mejor este cambio estructural en la tendencia de la productividad.

4.2 Análisis de datos de los subsectores

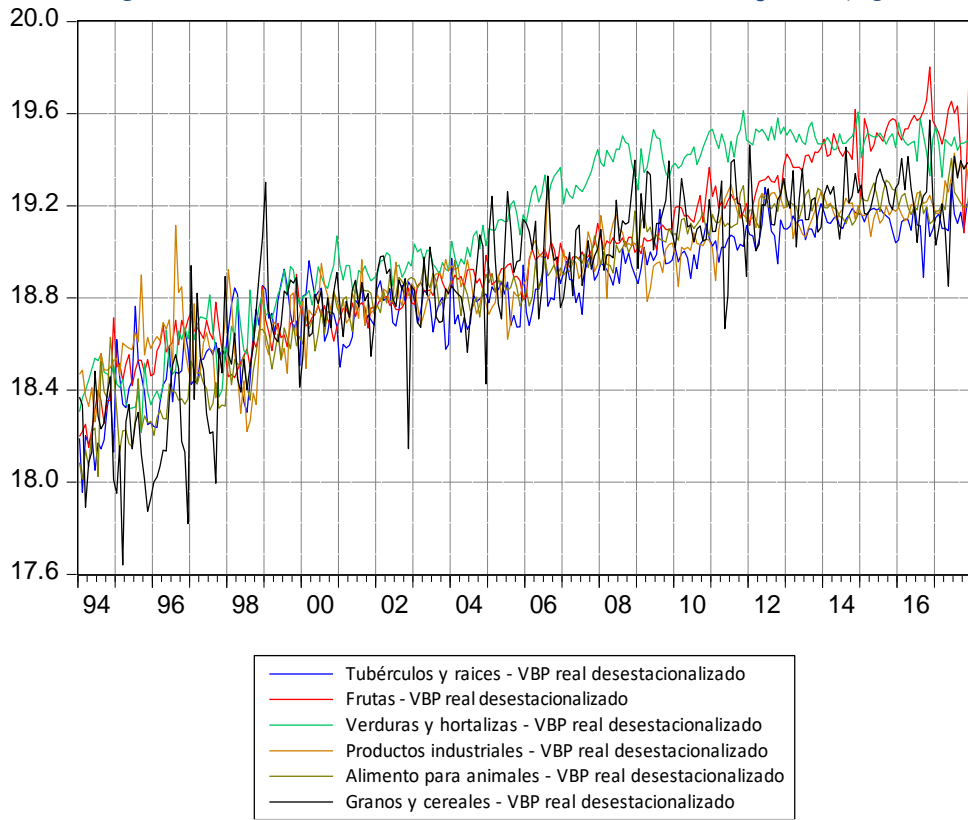
4.2.1 Sector agrícola

Entre 1994 y 2017 el sector agrícola ha crecido 4.78% y ha contribuido en 58.40% al crecimiento del sector agropecuario. Asimismo, cabe señalar que el sector agrícola se dividió en seis sub sectores. Estos sub sectores son: (1) Tubérculos y Raíces, (2) Frutas, (3) Verduras y Hortalizas, (4) Productos industriales, (5) Alimento para animales y (6) Granos y Cereales.

Entre 1994 y 2017 los sub sectores agrícolas presentan un comportamiento muy volátil en el VBP real. A lo largo de este periodo los sub sectores de “Frutas” y “Verduras y Hortalizas” mostraron mayor dinamismo en el crecimiento, mientras que el resto ha tenido un comportamiento similar (ver Figura 23). Sin embargo, en el VBP nominal se observan sustanciales diferencias. Por ejemplo, el sub sector de productos industriales ha tenido un VBP nominal por debajo del resto de sub sectores (ver Figura 24). Asimismo, se observa que el sub sector de Fruta ha tenido un crecimiento sostenido desde el 2006

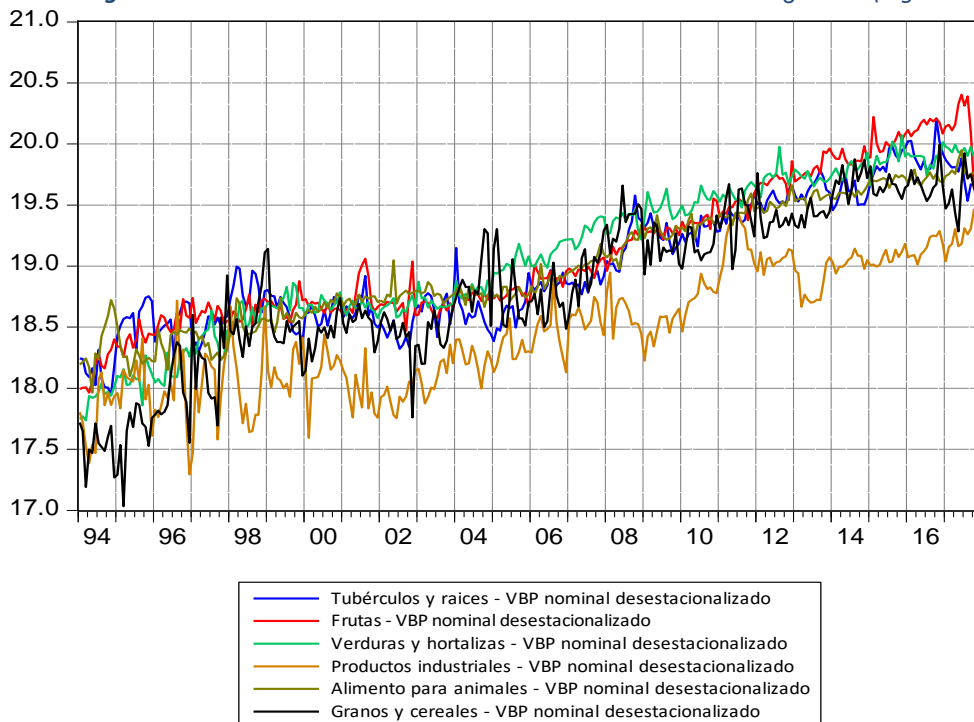
hasta el 2016, sin embargo, en el 2017, se registra una caída muy fuerte y puede ser consecuencia de la disminución del área cosechada causada por el fenómeno El Niño.

Figura 23: VBP real desestacionalizado de los sub sectores agrícolas (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

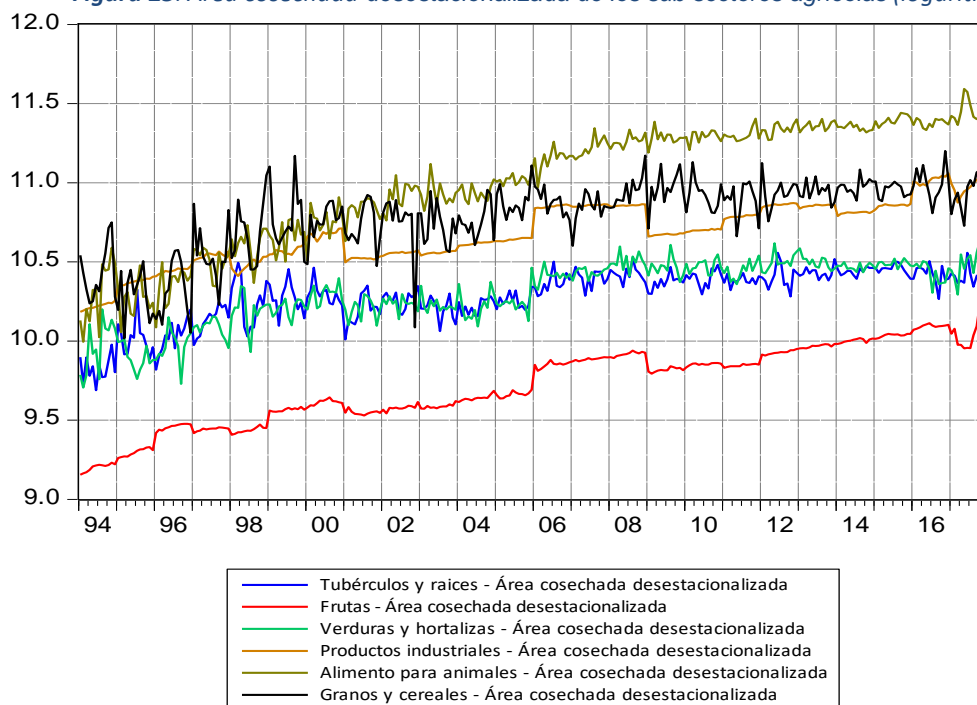
Figura 24: VBP nominal desestacionalizado de los sub sectores agrícolas (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

En el área cosechada existe una clara diferencia entre los sub sectores agrícolas. Por un lado, el sub sector de Frutas es el que registra menor área cosechada, mientras que el sub sector de alimento para animales es el que mayor área cosechada tiene (ver Figura 25). En ese sentido, dado que el sub sector de Frutas posee el mayor VBP nominal y real y menor área cosechada, el sub sector de frutas es el que registra mejor desempeño en la productividad (ver Figura 26).

Figura 25: Área cosechada desestacionalizada de los sub sectores agrícolas (logaritmos)

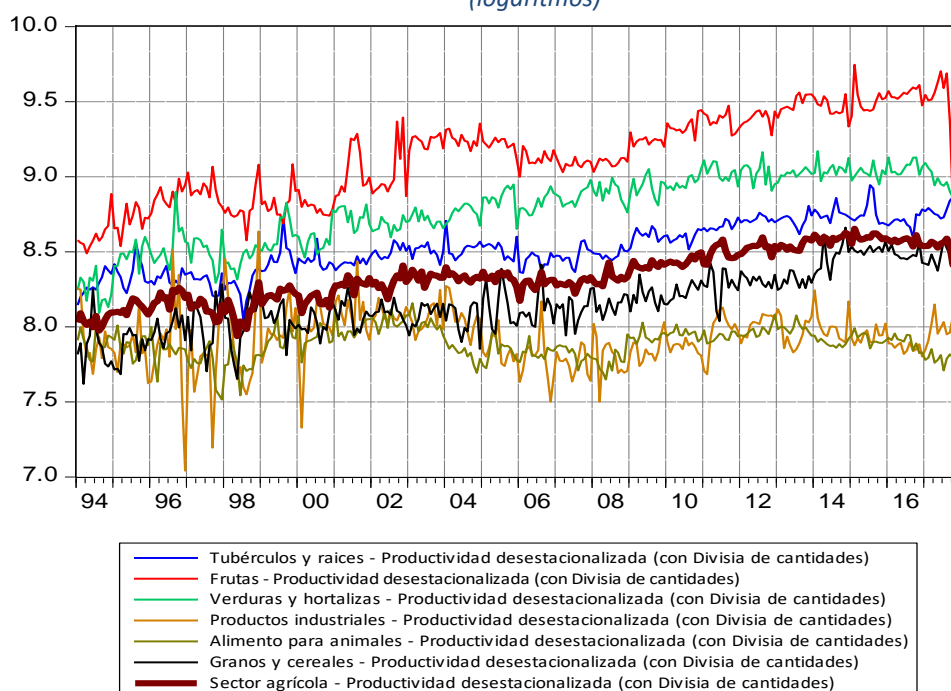


Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Debido a la existencia de missing values de precios y cantidades para los periodos 1994-2000 y 2017 fue necesario la construcción de diferentes tipos de índices de precios y cantidades, es decir, índices de Laspeyres, Paasche, Fisher y Divisia. Para el caso de los índices de Laspeyres, Paasche y Fisher se tuvo que reconstruir las series para cada sub sector debido a la existencia de missing values. Sin embargo, en el índice de Divisia no fue necesario hacer nada dado que este índice no es afectado por la presencia de missing values. Por tanto, el índice de Divisia también permite incorporar nuevos productos al análisis del sector.

Considerando las ventajas del índice de Divisia, en la Figura 26 se muestra la productividad de los sub sectores agrícolas calculado con el índice de Divisia de cantidades. Las diferencias en la productividad entre los sub sectores permiten esbozar algunas conclusiones. El sub sector de Frutas es el que tiene mayor productividad mientras que el sub sector de alimentos para animales es el que tiene menor productividad.

Figura 26: Productividad desestacionalizada con índices Divisia de cantidades de los sub sectores agrícolas (logaritmos)

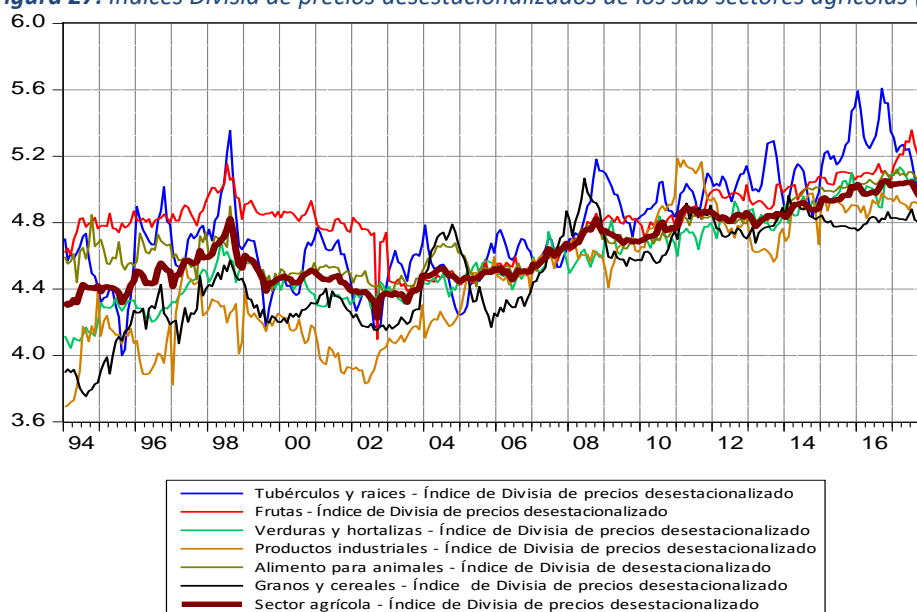


Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

La diferencia en las productividades de los sub sectores agrícolas se debe a las diferencias en el VBP y en el área cosechada. En el caso del VBP se conoce que este depende de las cantidades y precios, entonces, la diferencia en el VBP puede ser efecto precios o cantidades.

En la Figura 27 se puede observar el comportamiento de los precios de cada sub sector. Este gráfico nos muestra que, entre 1994 y 2017, los índices de precios de los sub sectores “Tubérculos y Raíces” y “Frutas” han estado por encima del sector mientras que el índice de precios de “Productos Industriales” ha estado por debajo del sector.

Figura 27: Índices Divisia de precios desestacionalizados de los sub sectores agrícolas (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Considerando los periodos de cambios estructurales en el sector agropecuario se puede analizar el cambio en la contribución de los sub sectores al crecimiento del sector agrícola. En la Tabla 14 se observa que considerando todo el periodo 1994-2017, el sub sector de Frutas ha contribuido al crecimiento del sector agrícola en 20.40% y es el sector que más ha contribuido. Sin embargo, al desagregar el periodo en sub periodos podemos notar que la contribución de los sub sectores ha cambiado a lo largo del tiempo. Entre 1994 y 2003 el sub sector que más contribuía era el de Granos y Cereales con 18.31%, mientras que el de productos industriales era el que menos contribuía con apenas el 13.63%. Entre 2014 y 2017 la composición de los sectores cambió respecto al primer periodo, puesto que en este periodo los sectores que más han contribuido son las Frutas y los Productos Industriales con 49.06% y 34.40%, respectivamente.

Tabla 14: Contribución al crecimiento en el sector agrícola por segmentos

	Agrícola	Tubérculos y Raíces	Frutas	Verduras y Hortalizas	Productos Industriales	Alimento para animales	Granos y Cereales
Ene94 - Dic03	6.42%	1.15%	1.06%	1.11%	0.87%	1.05%	1.18%
Ene04 - Dic13	4.56%	0.59%	0.97%	1.19%	0.51%	0.59%	0.72%
Ene14 - Dic17	1.65%	0.12%	0.81%	-0.17%	0.57%	0.08%	0.23%
Ene94 - Dic17	4.78%	0.73%	0.98%	0.92%	0.66%	0.68%	0.81%
	% Agrícola	% Tubérculos y raíces	% Frutas	% Verduras y hortalizas	% Productos industriales	% Alimento para animales	% Granos y cereales
Ene94 - Dic03	100.00%	17.96%	16.49%	17.29%	13.63%	16.33%	18.31%
Ene04 - Dic13	100.00%	12.84%	21.19%	26.13%	11.12%	12.96%	15.76%
Ene14 - Dic17	100.00%	7.48%	49.06%	-10.08%	34.40%	5.10%	14.04%
Ene94 - Dic17	100.00%	15.21%	20.40%	19.31%	13.84%	14.25%	17.00%

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.2.1.1 Tubérculos y raíces

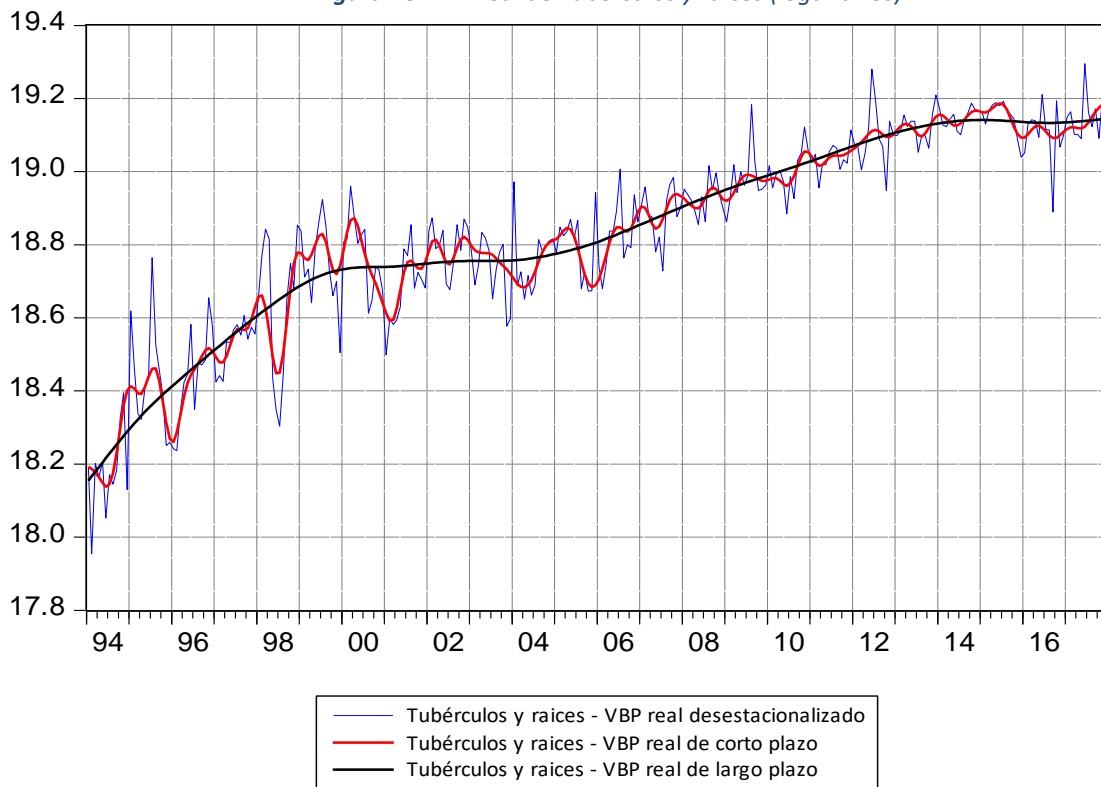
Entre 1994 y 2017 la tasa de crecimiento del sub sector de Tubérculos y Raíces ha sido de 5.64%, sin embargo, ha disminuido de 30.25% en 1995 a -4.35 en el 2016 y 4.94% en el 2017. Asimismo, el sector ha contribuido en 15.21% al crecimiento del sector agrícola. No obstante, la contribución al crecimiento ha disminuido en el tiempo. Siendo así que entre 1994 y 2003 contribuía en 17.96% y entre 2014 y 2017 fue apenas el 7.48% (ver Tabla 14).

El desempeño de este sub sector está determinado principalmente por el comportamiento de la papa, yuca y olluco.

En la Figura 28 se observa que el VBP real del sub sector tiene un comportamiento muy volátil. Asimismo, se observa una tendencia de largo plazo creciente hasta el 2013 y después tiene un comportamiento estacionario.

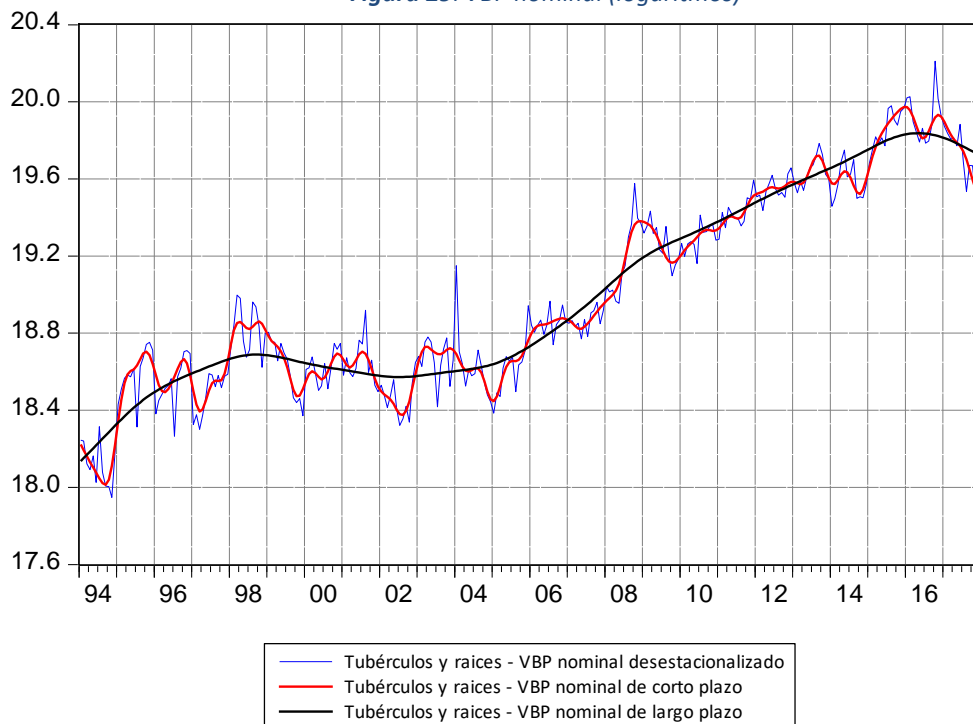
Asimismo, en la Figura 29 se muestra el VBP nominal y tiene un comportamiento similar al VBP real con excepción del periodo 2013-2017. Por un lado, el VBP nominal muestra una tendencia creciente hasta el 2015 y empieza a descender a partir del 2016.

Figura 28: VBP real de Tubérculos y raíces (logaritmos)



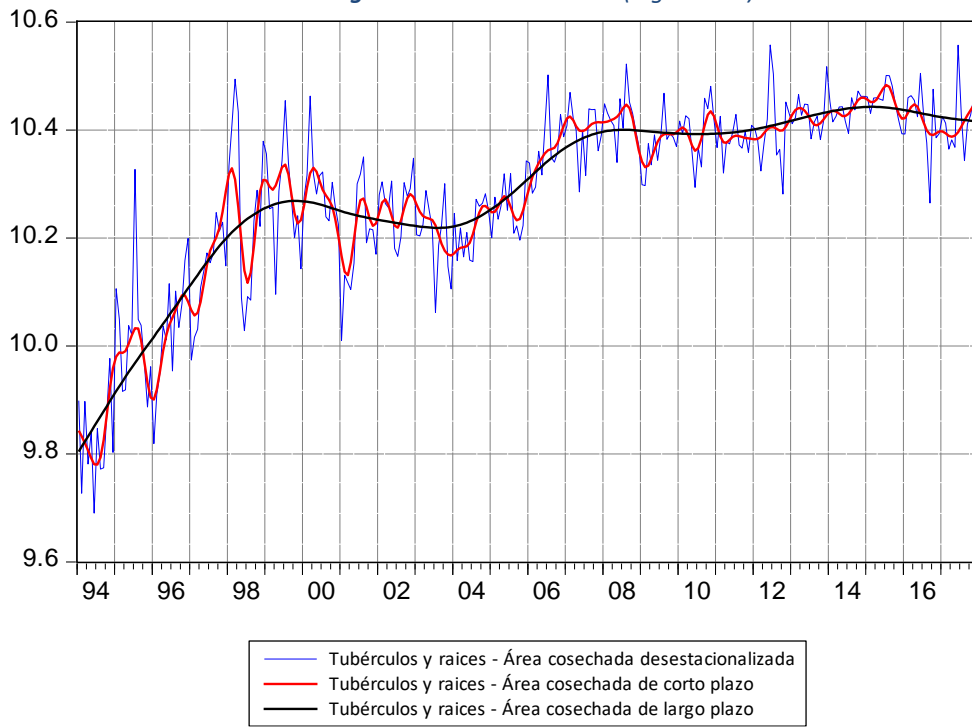
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 29: VBP nominal (logaritmos)



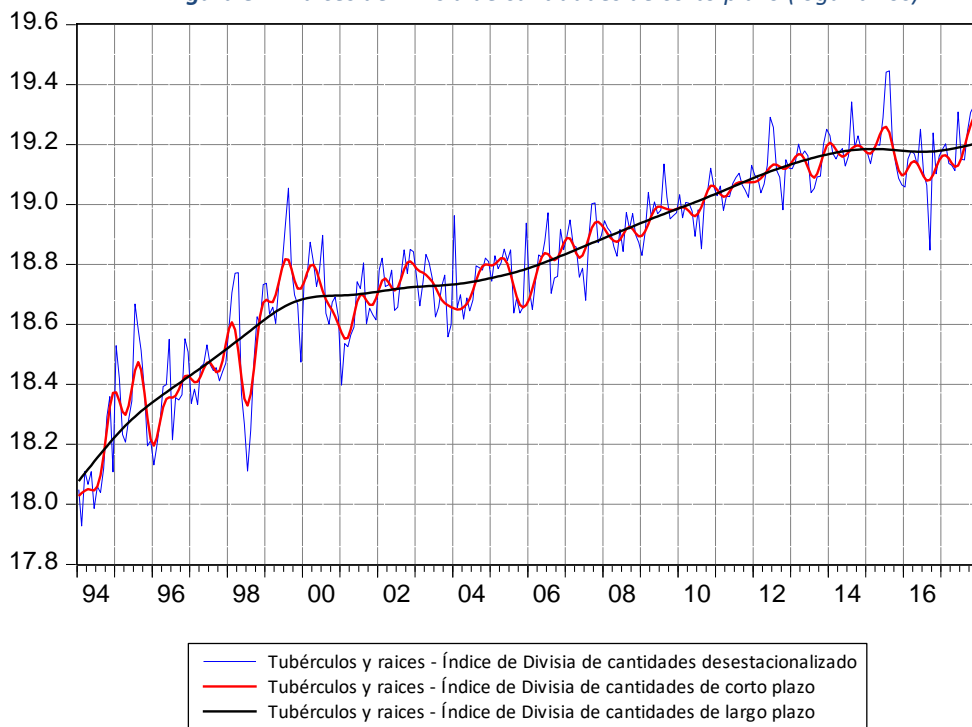
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 30: Área cosechada (logaritmos)



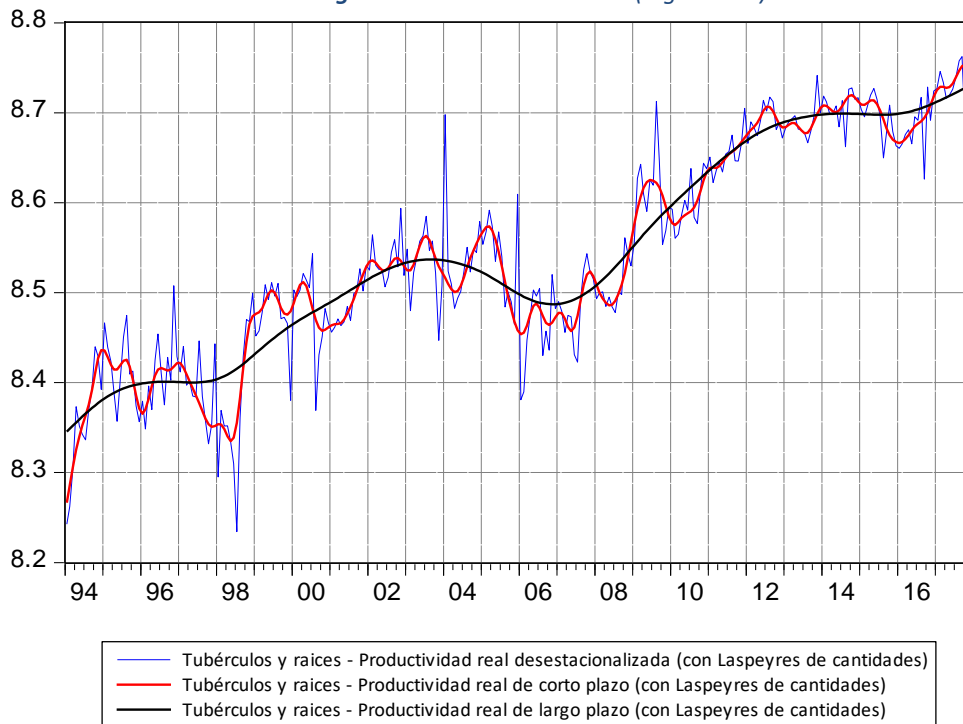
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 31: Índices de Divisia de cantidades de corto plazo (logaritmos)



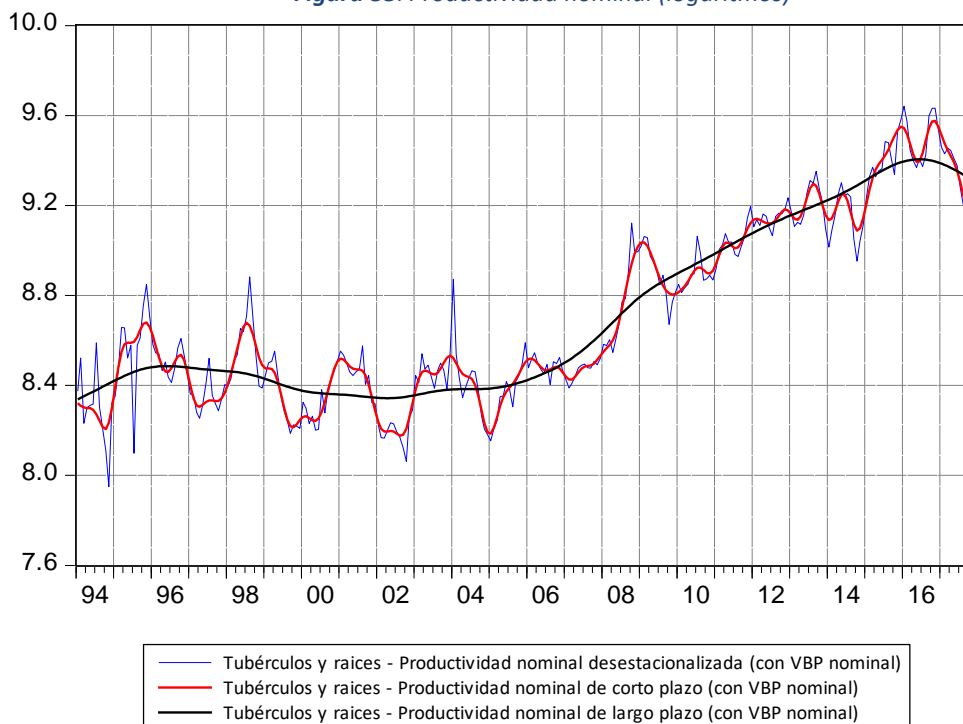
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 32: Productividad real (logaritmos)



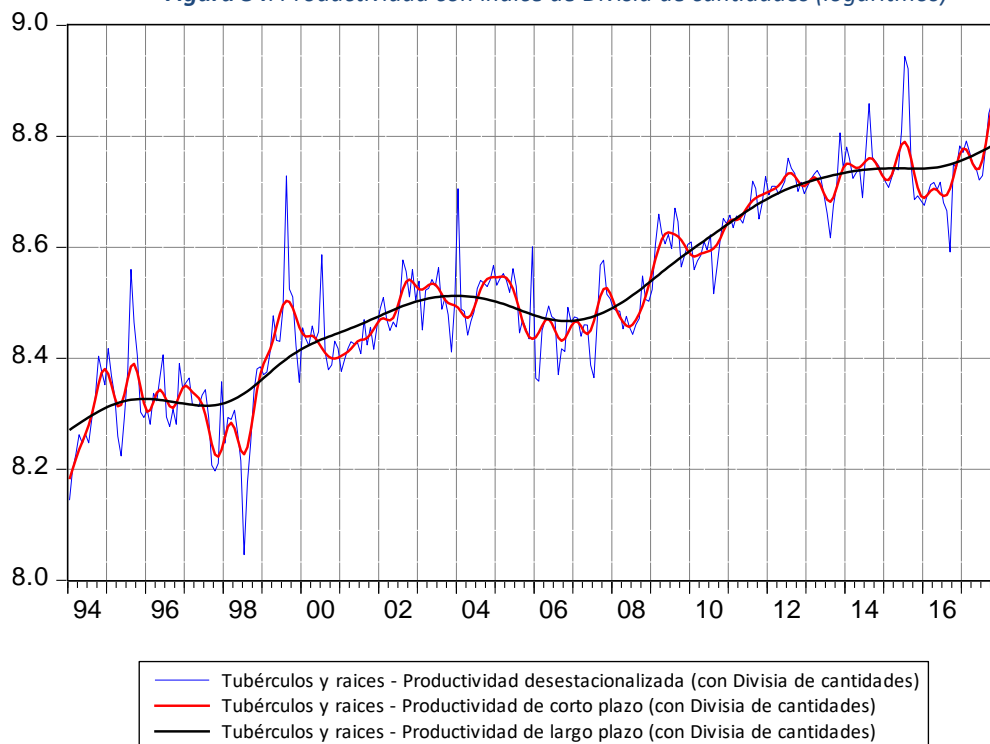
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 33: Productividad nominal (logaritmos)



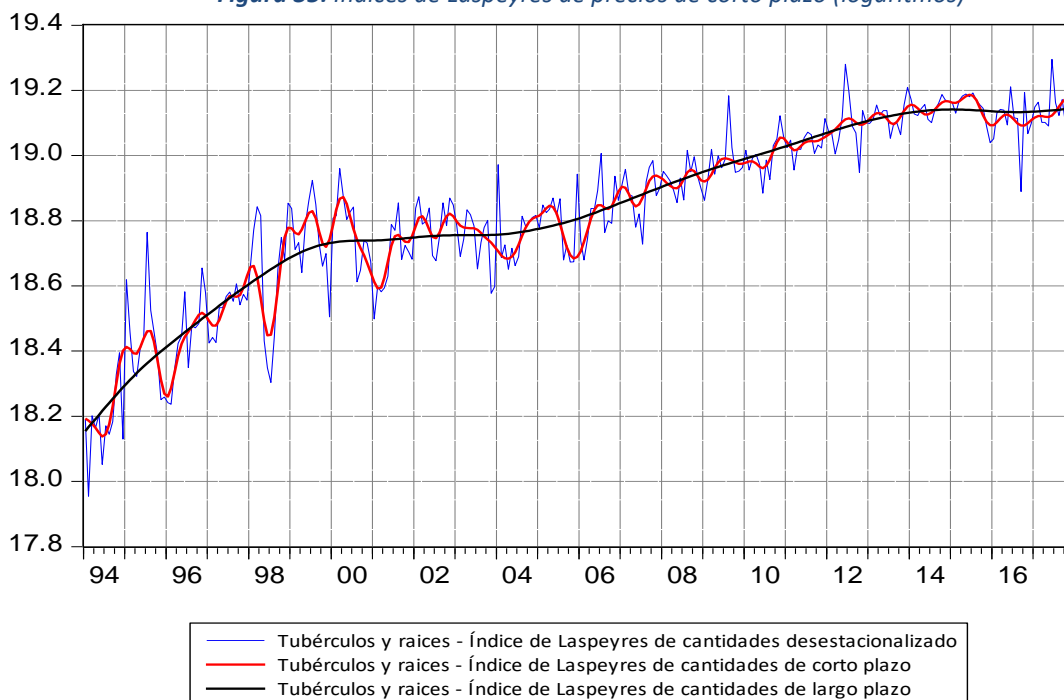
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 34: Productividad con índice de Divisia de cantidades (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 35: Índices de Laspeyres de precios de corto plazo (logaritmos)



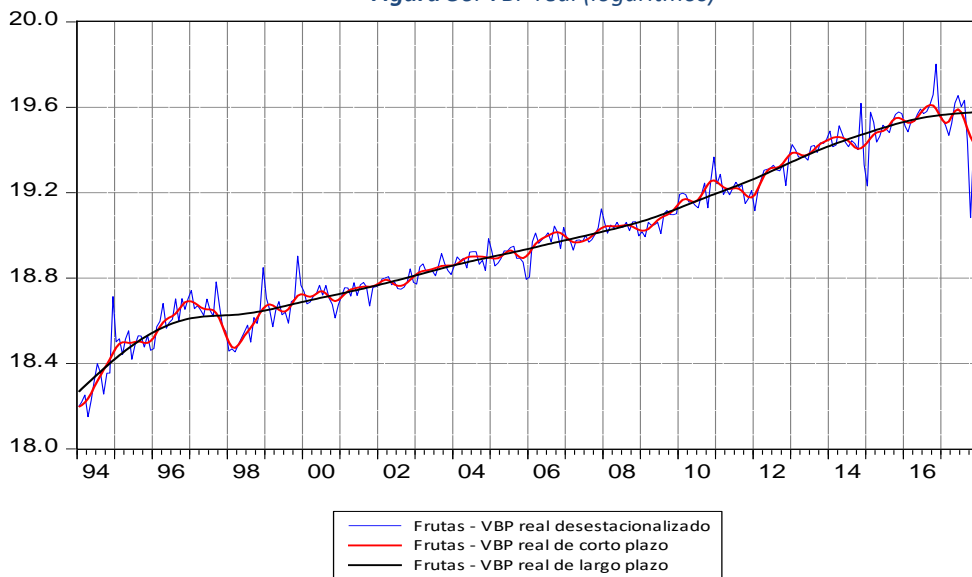
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.2.1.2 Frutas

Entre 1994 y 2017 la tasa de crecimiento del sub sector de Frutas ha sido de 6.14% pero ha disminuido de 18.57% en 1995 ha 8.95 en el 2016 y -2.99% en el 2017. Asimismo, el sector ha contribuido en 20.40% al crecimiento del sector agrícola. Asimismo, la contribución al crecimiento ha aumentado en el tiempo. Siendo así que entre 1994 y 2003 contribuía en 16.49% y entre 2014 y 2017 alcanzó el 49.06% (ver Tabla 14).

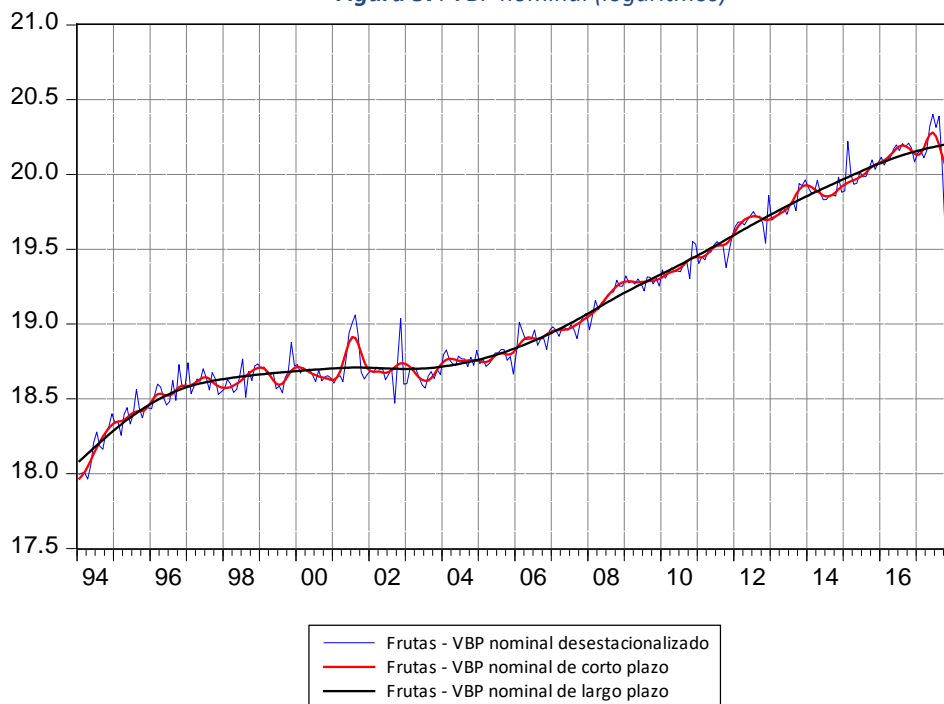
El desempeño de este sub sector está determinado principalmente por el comportamiento de la uva, plátano y palta.

Figura 36: VBP real (logaritmos)



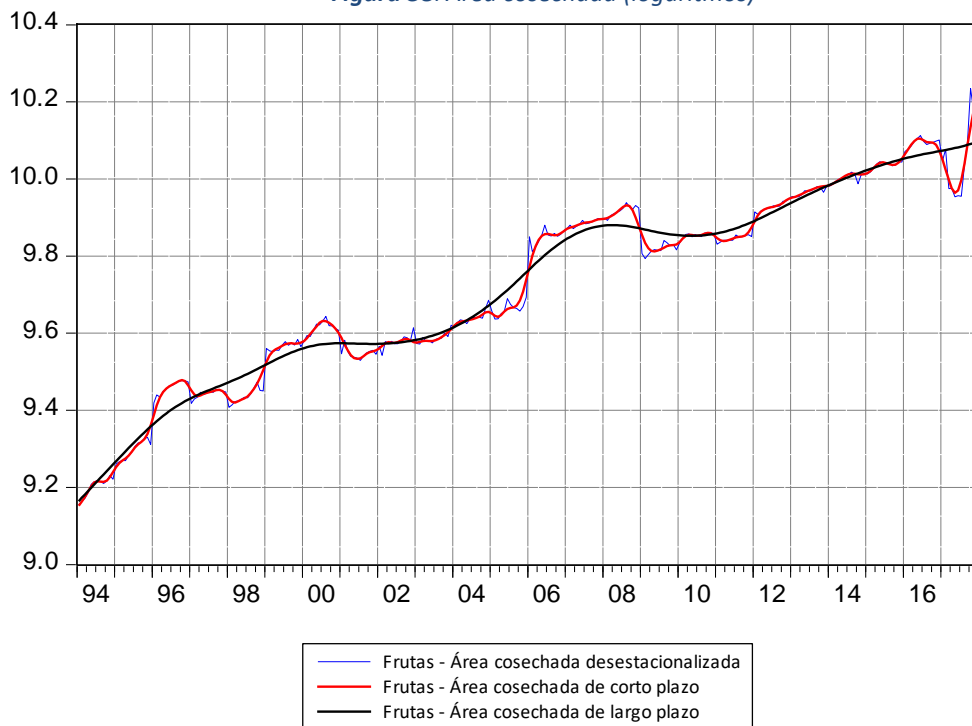
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 37: VBP nominal (logaritmos)



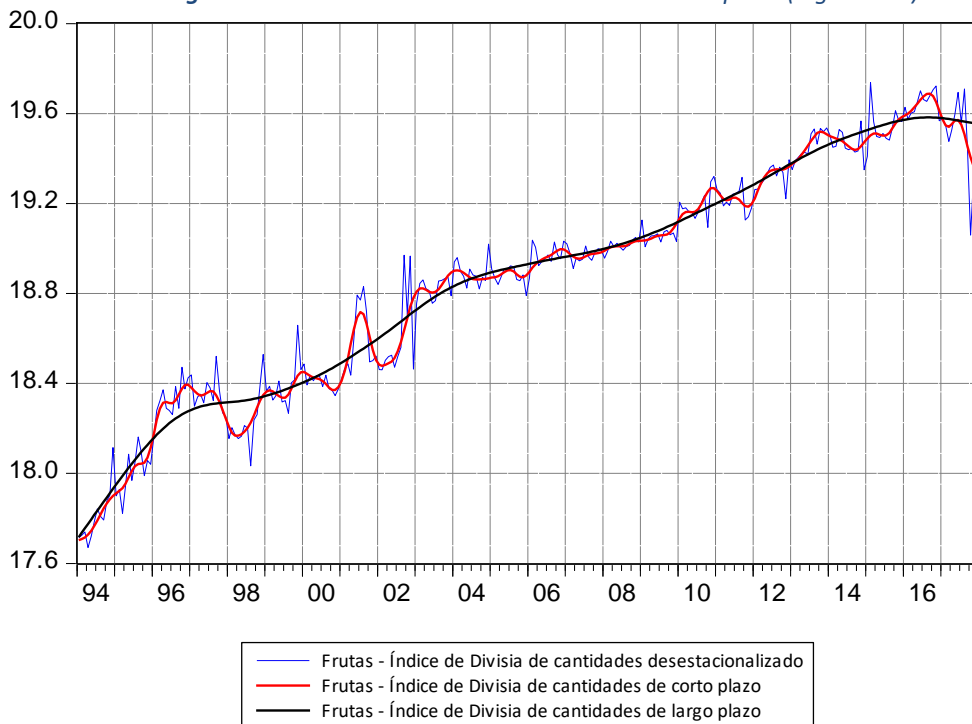
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 38: Área cosechada (logaritmos)



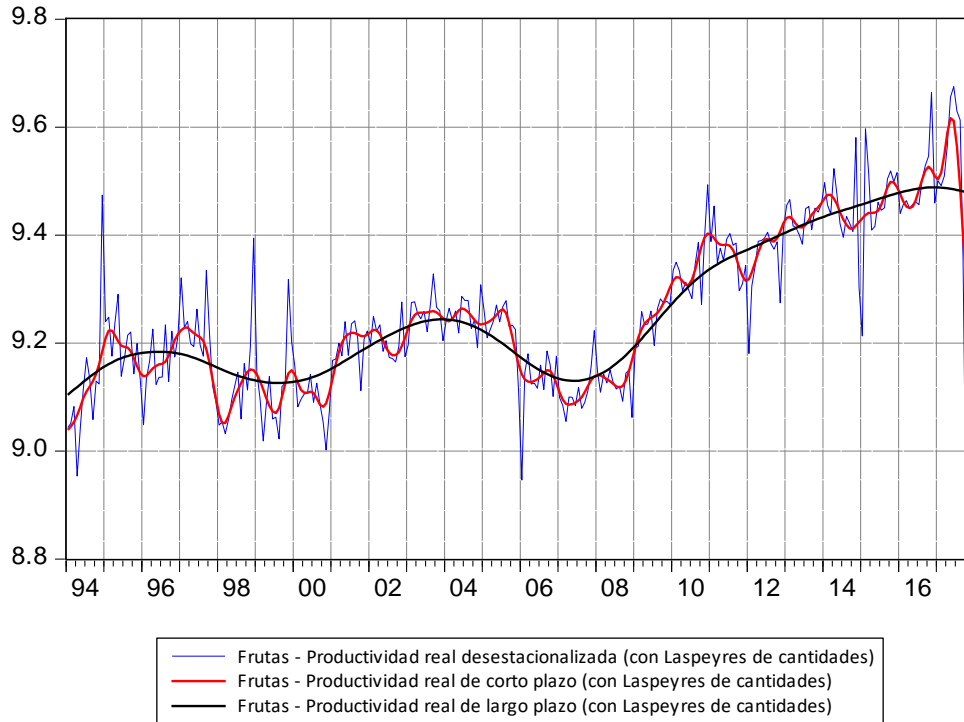
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 39: Índices de Divisia de cantidades de corto plazo (logaritmos)



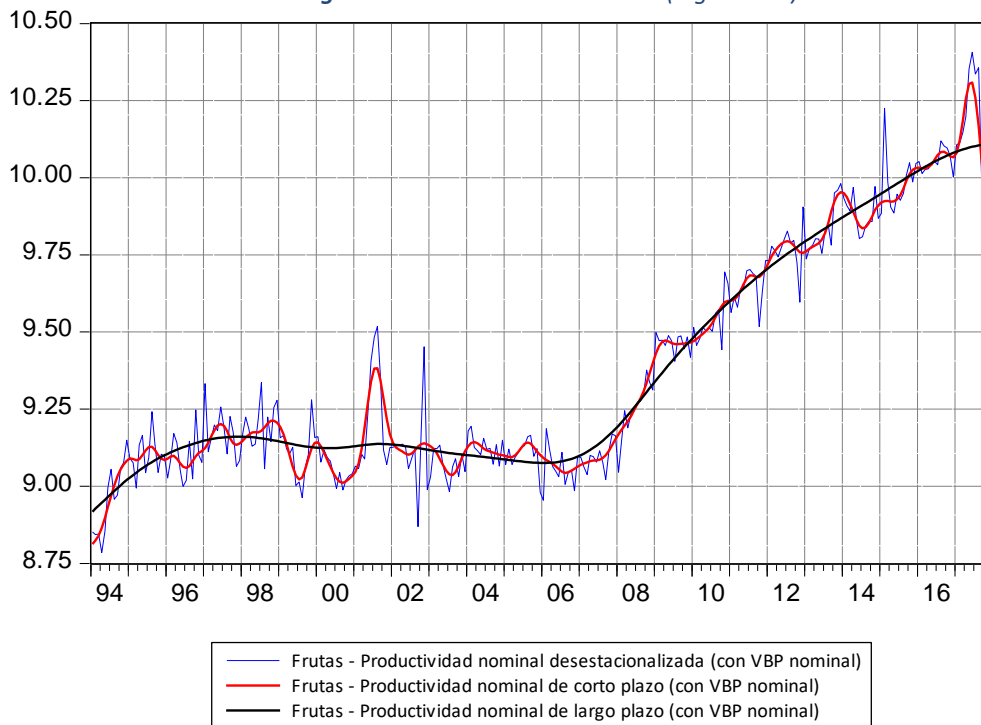
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 40: Productividad real (logaritmos)



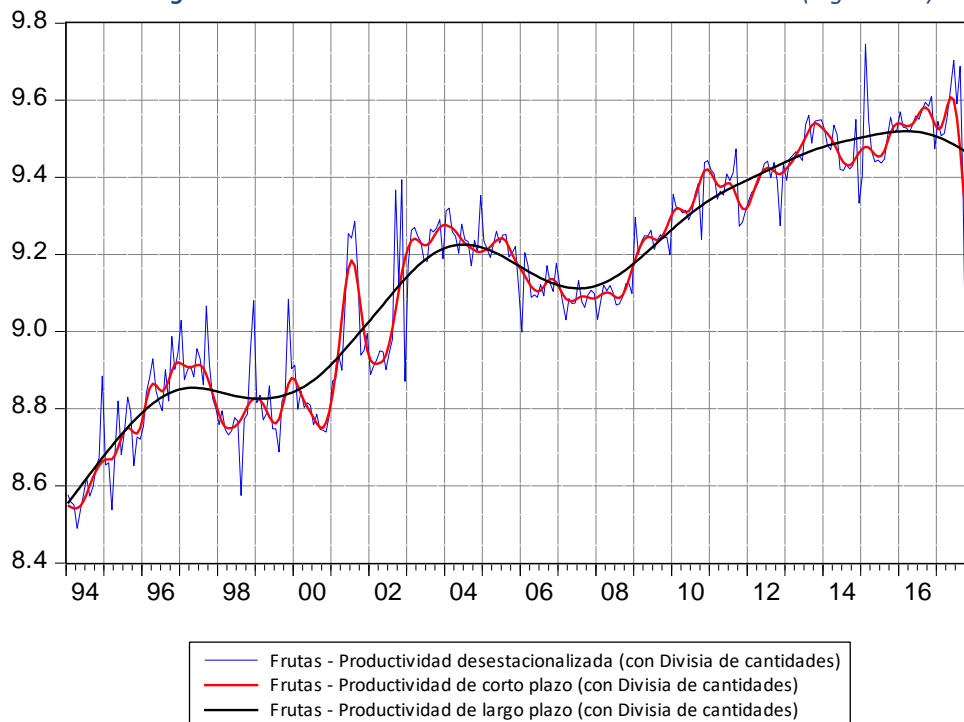
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 41: Productividad nominal (logaritmos)



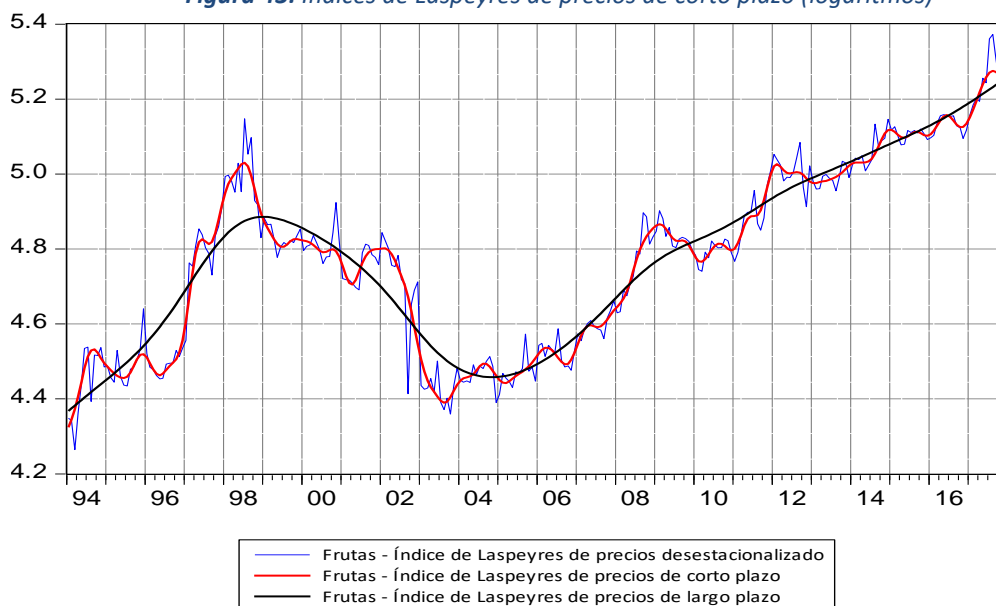
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 42: Productividad con índice de Divisia de cantidades (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 43: Índices de Laspeyres de precios de corto plazo (logaritmos)



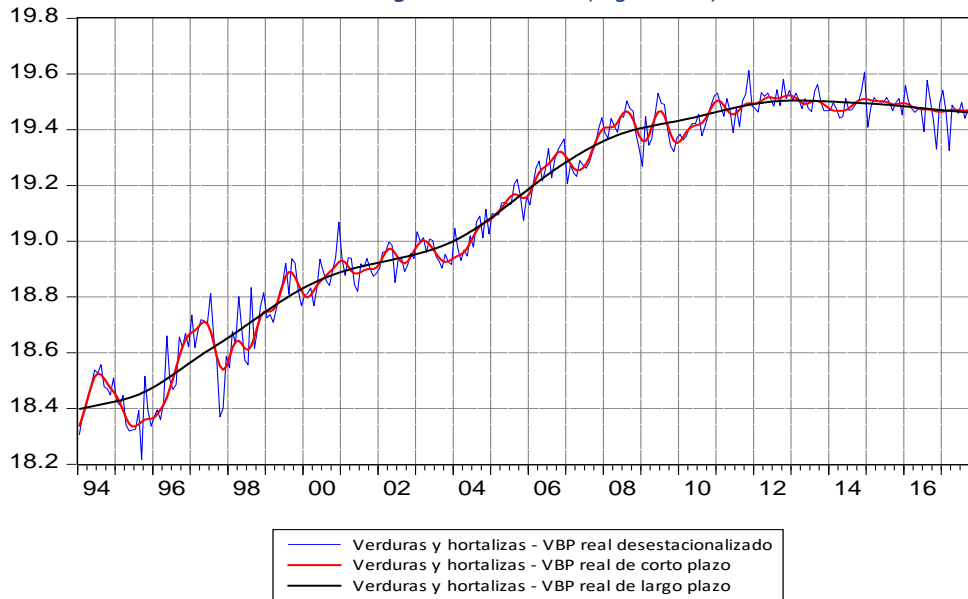
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI.

4.2.1.3 Verduras y hortalizas

Entre 1994 y 2017 la tasa de crecimiento del sub sector de Verduras y Hortalizas ha sido de 5.21% y desde el 2013 ha registrado tasas de crecimiento negativas, por ejemplo, en -1.18% y -0.84% en el 2016 y 2017 respectivamente. Asimismo, el sub sector ha contribuido en 19.31% al crecimiento del sector agrícola. Sin embargo, la contribución al crecimiento ha sido variable en los tres periodos de análisis. Por un lado, entre 1994 y 2003 contribuía en 17.29%. Por otro lado, entre 2004 y 2013 alcanzó el 26.13%. No obstante, entre el 2014 y 2017 ha tenido una contribución negativa de -10.08% (ver Tabla 14).

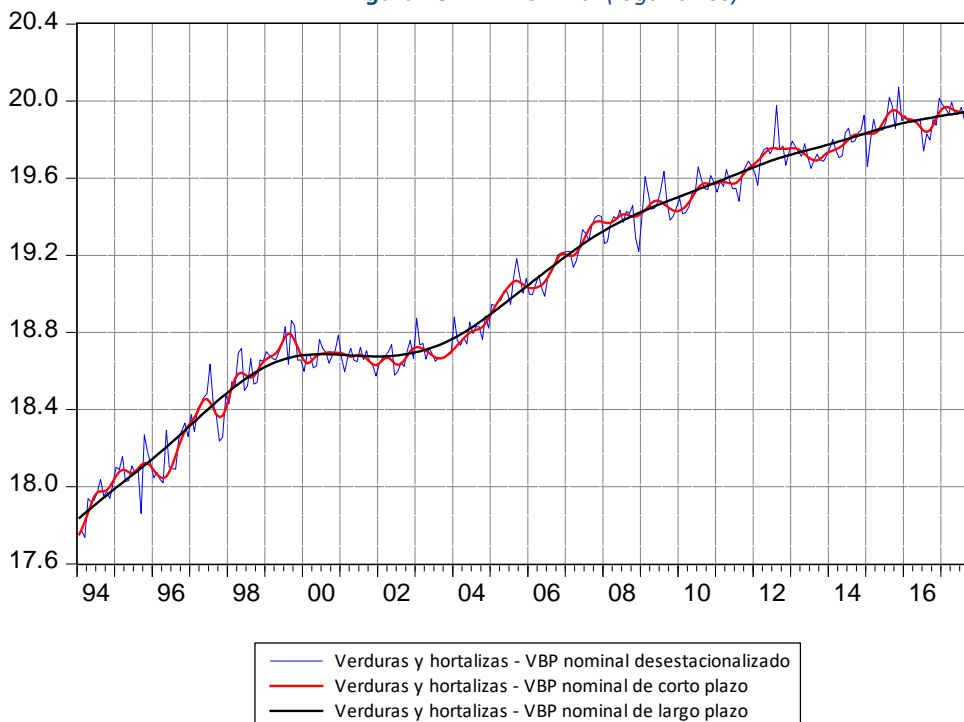
El desempeño de este sub sector está determinado principalmente por el comportamiento del espárrago, cebolla y alcachofa.

Figura 44: VBP real (logaritmos)



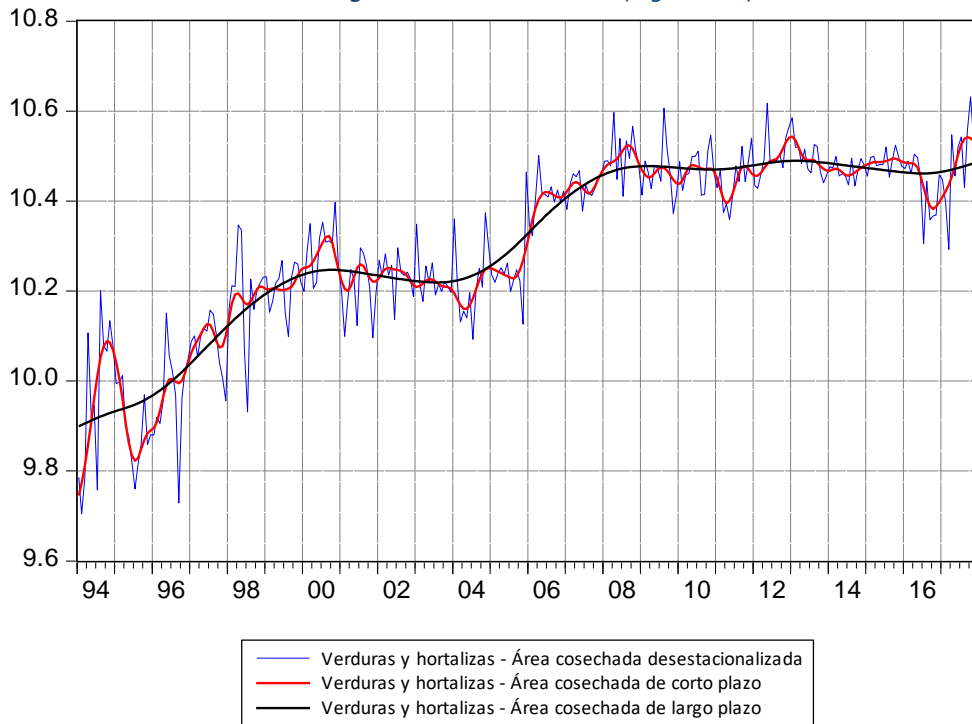
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 45: VBP nominal (logaritmos)



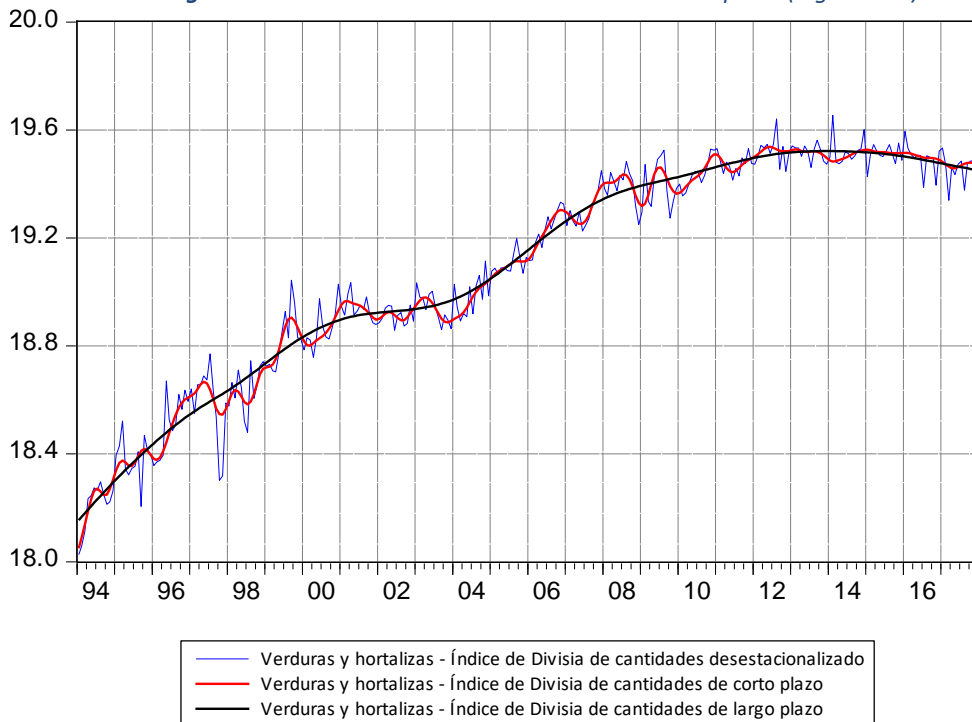
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 46: Área cosechada (logaritmos)



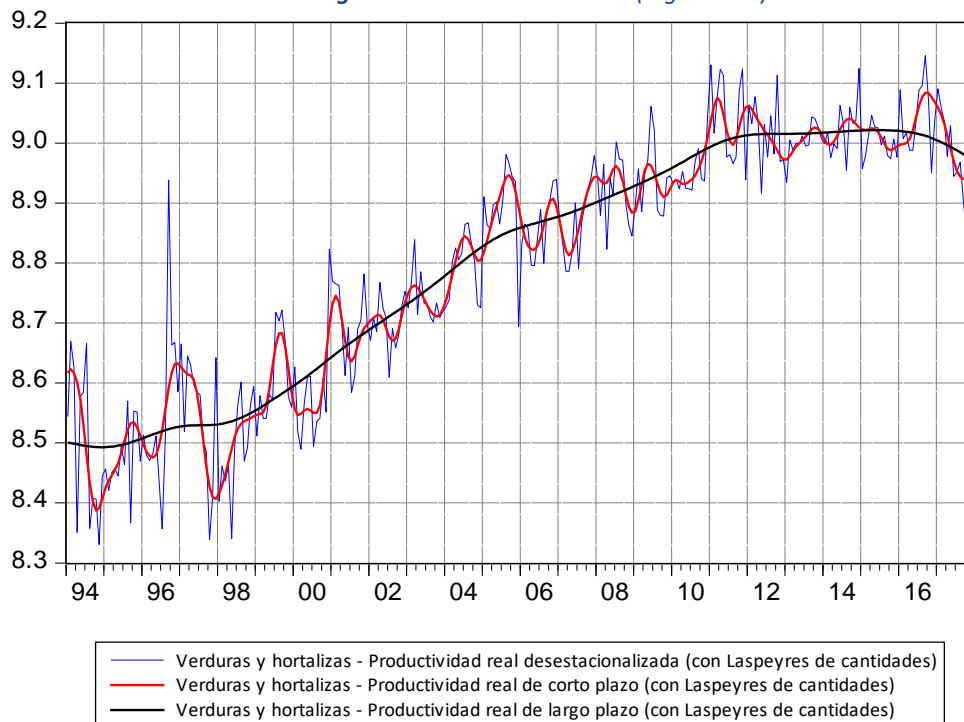
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 47: Índices de Divisia de cantidades de corto plazo (logaritmos)



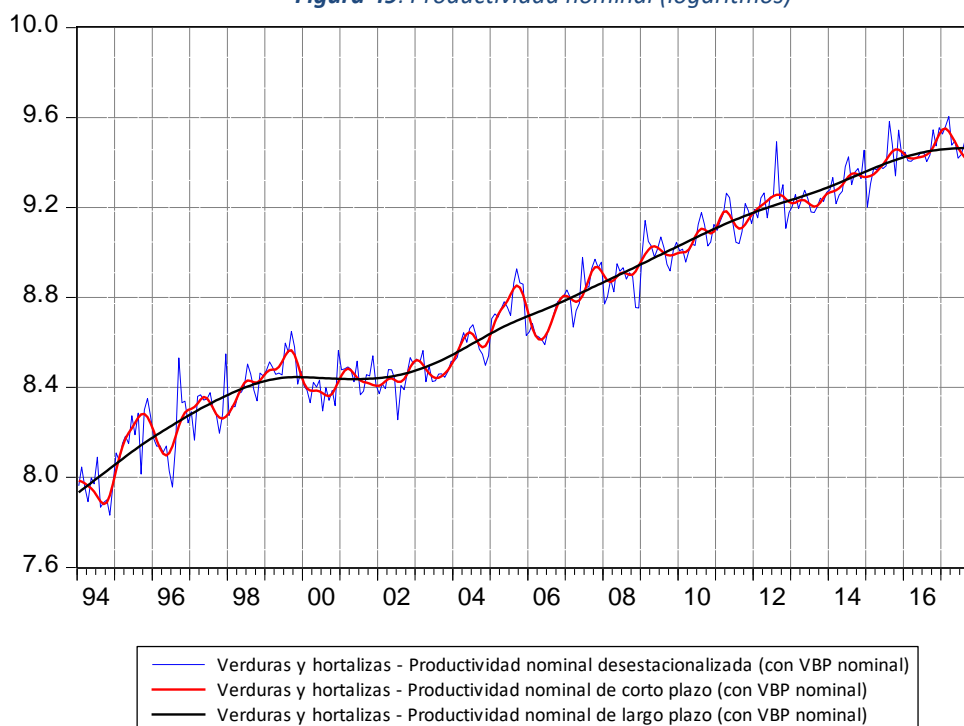
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 48: Productividad real (logaritmos)



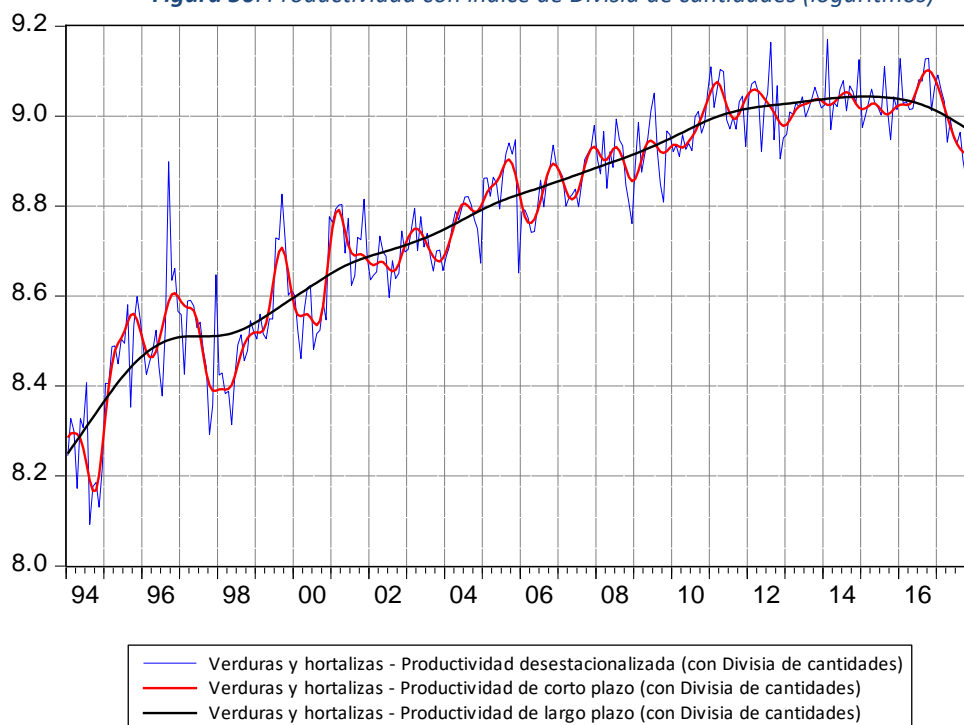
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 49: Productividad nominal (logaritmos)



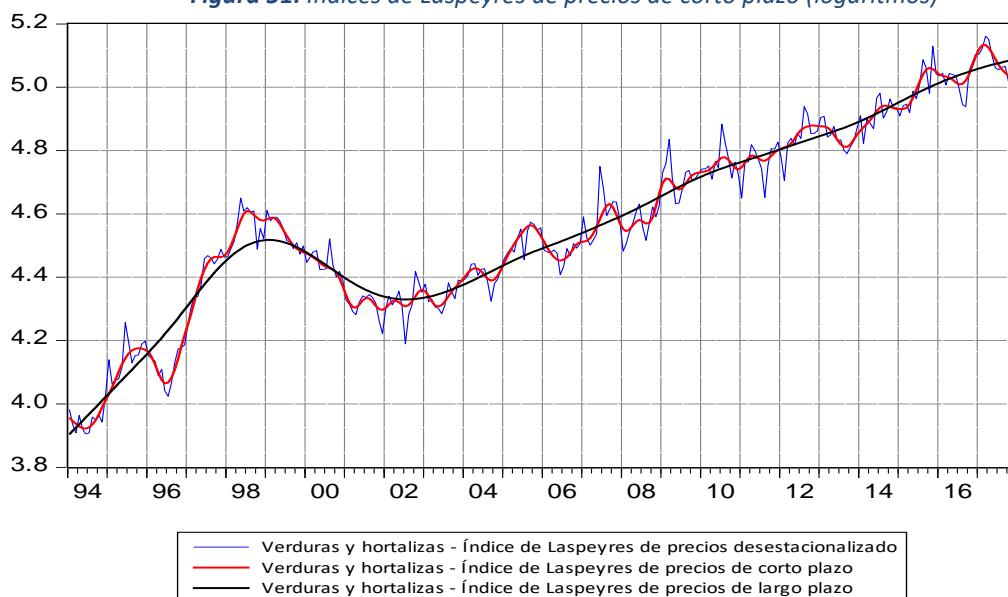
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 50: Productividad con índice de Divisia de cantidades (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 51: Índices de Laspeyres de precios de corto plazo (logaritmos)



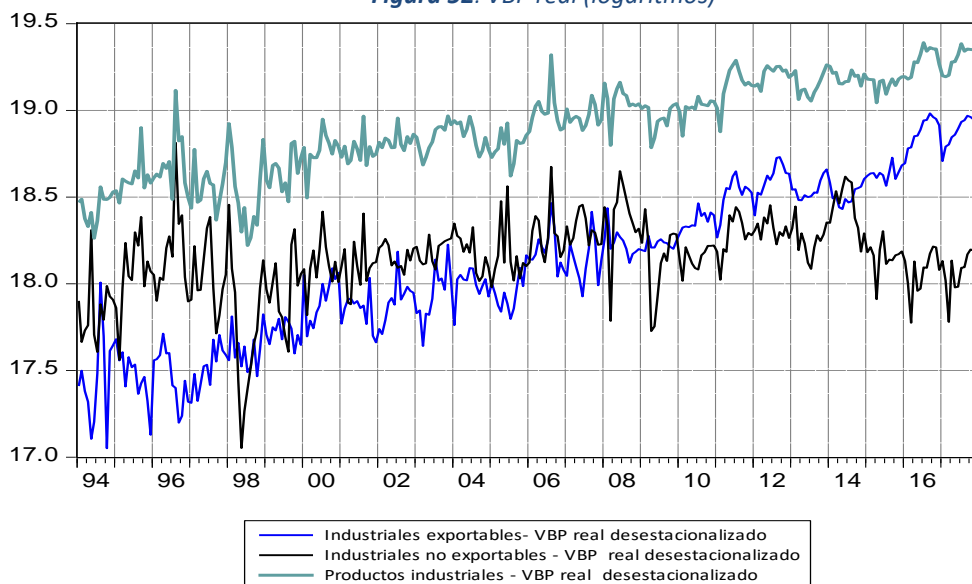
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.2.1.4 Productos industriales

Entre 1994 y 2017, la tasa de crecimiento del sub sector de Productos Industriales ha sido de 5.11%, pero ha disminuido de 18.53% en 1995 a 4.86% en el 2016 y 9.89% en el 2017. Asimismo, el sub sector ha contribuido en 13.84% al crecimiento del sector agrícola. Por un lado, entre 1994 y 2003, contribuía con el 13.63%. Por otro lado, entre 2004 y 2013, disminuyó a 11.12%. No obstante, entre el 2014 y 2017, la contribución del sub sector aumentó nuevamente a 34.40% (ver Tabla 14).

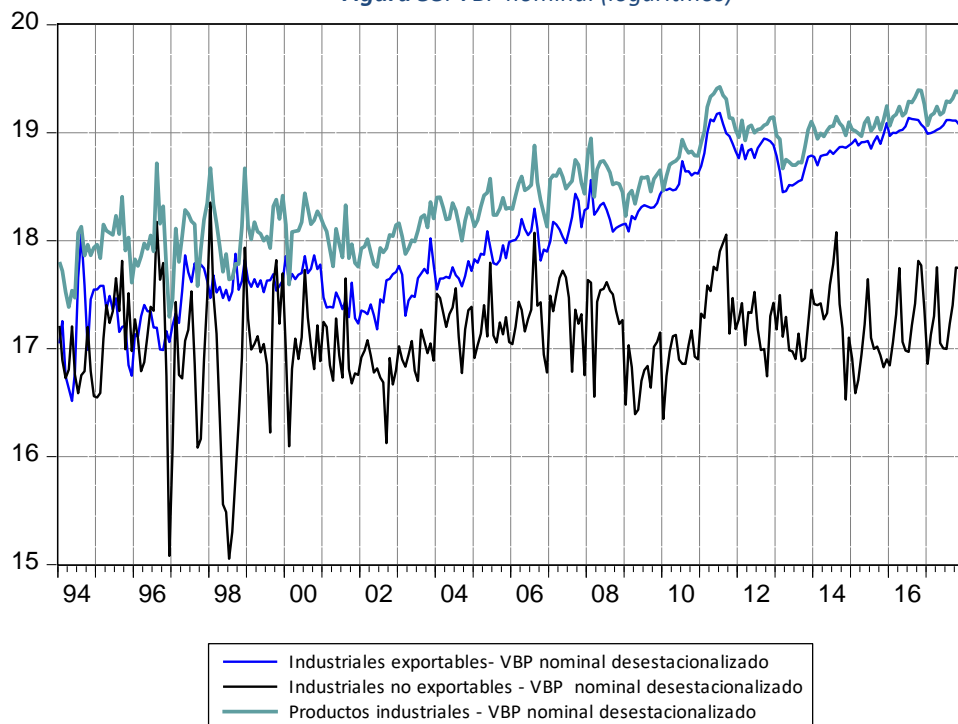
El desempeño de este sub sector está determinado principalmente por el comportamiento del café y algodón rama. Sin embargo, este sub sector presenta productividad negativa respecto al sector agrícola a pesar de tener productos de exportación importantes. Es por ello que se considera necesario separar los productos industriales en exportables y no exportables para saber con exactitud cuál es el problema de este sub sector.

Figura 52: VBP real (logaritmos)



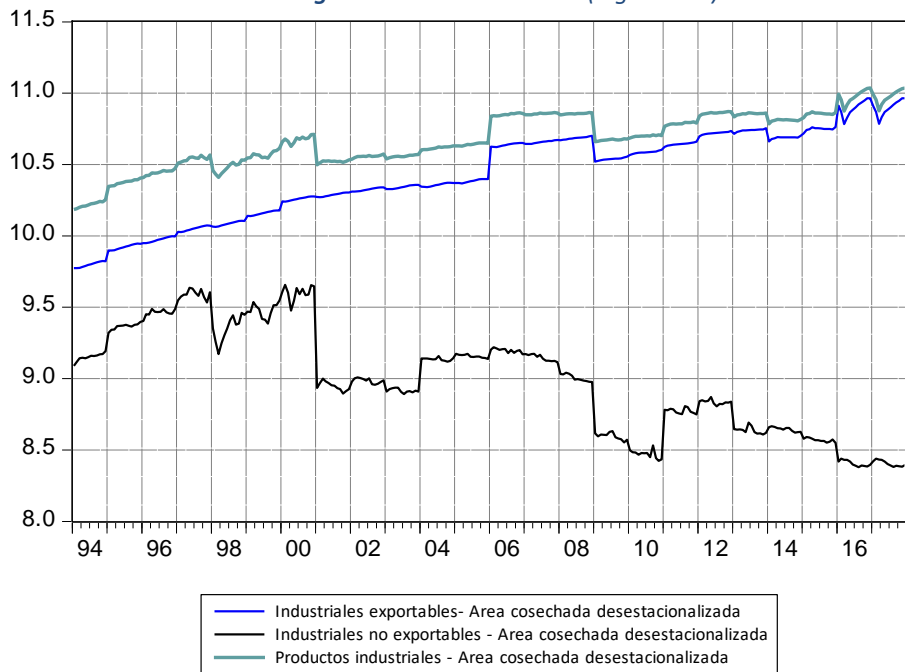
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 53: VBP nominal (logaritmos)



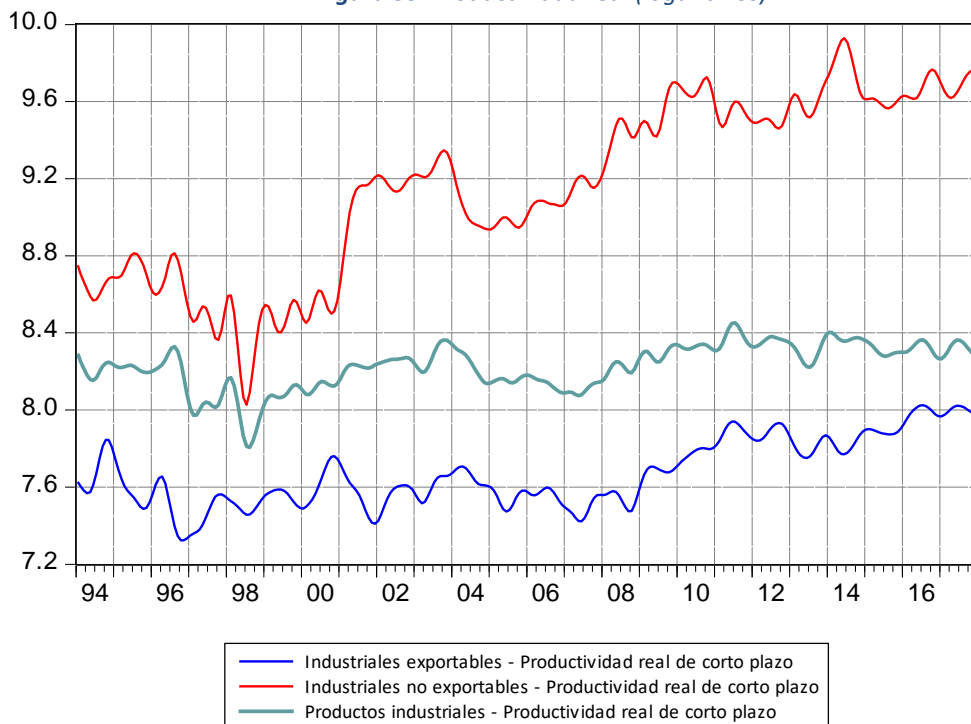
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 54: Área cosechada (logaritmos)



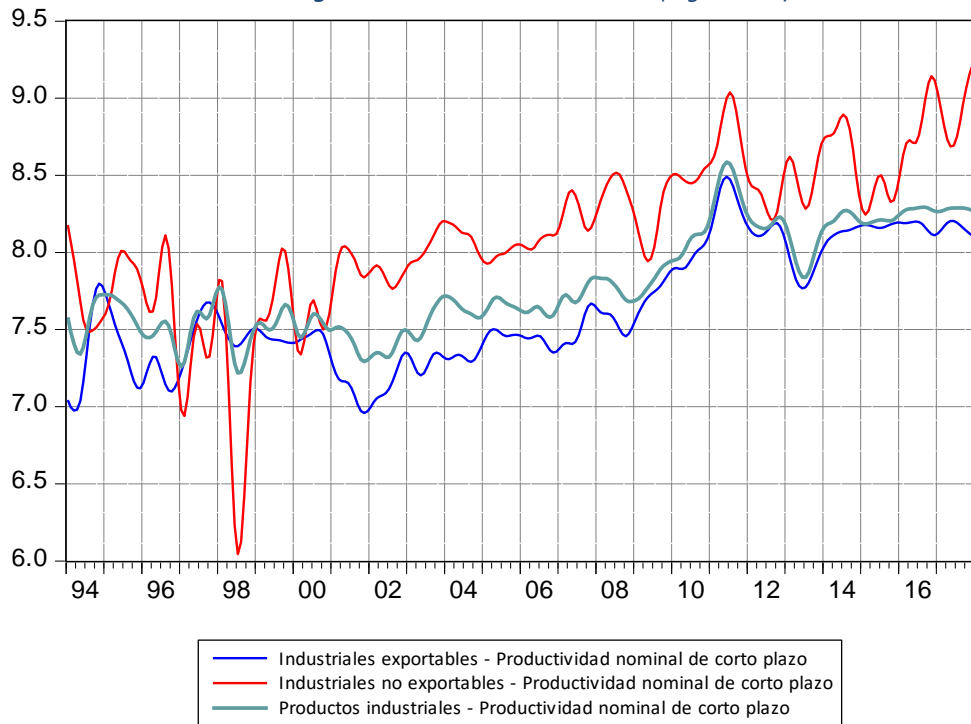
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 55: Productividad real (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

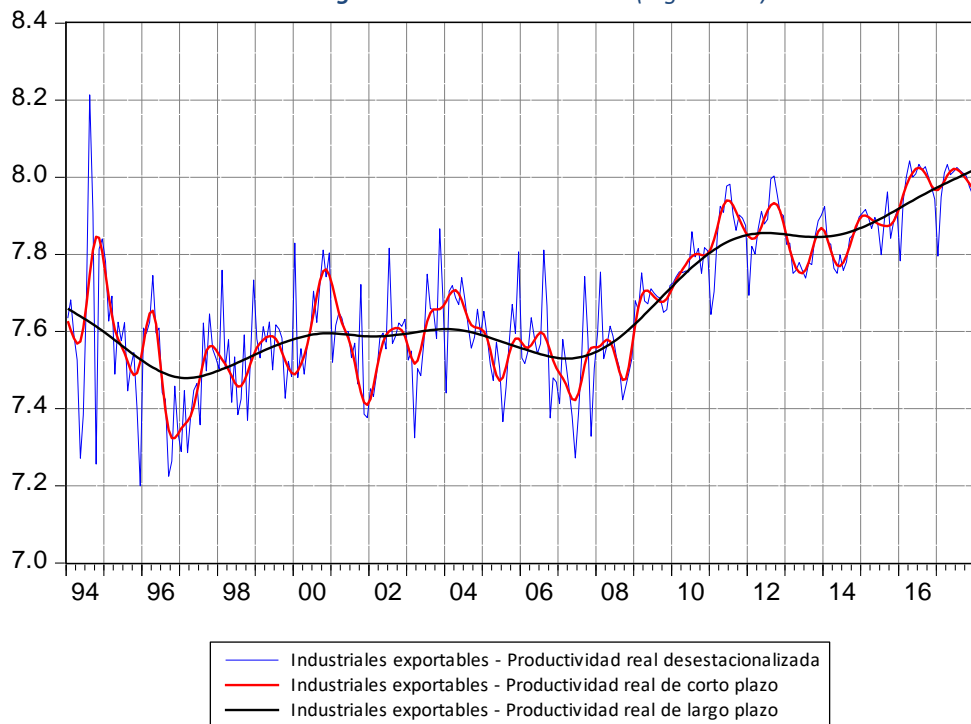
Figura 56: Productividad nominal (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

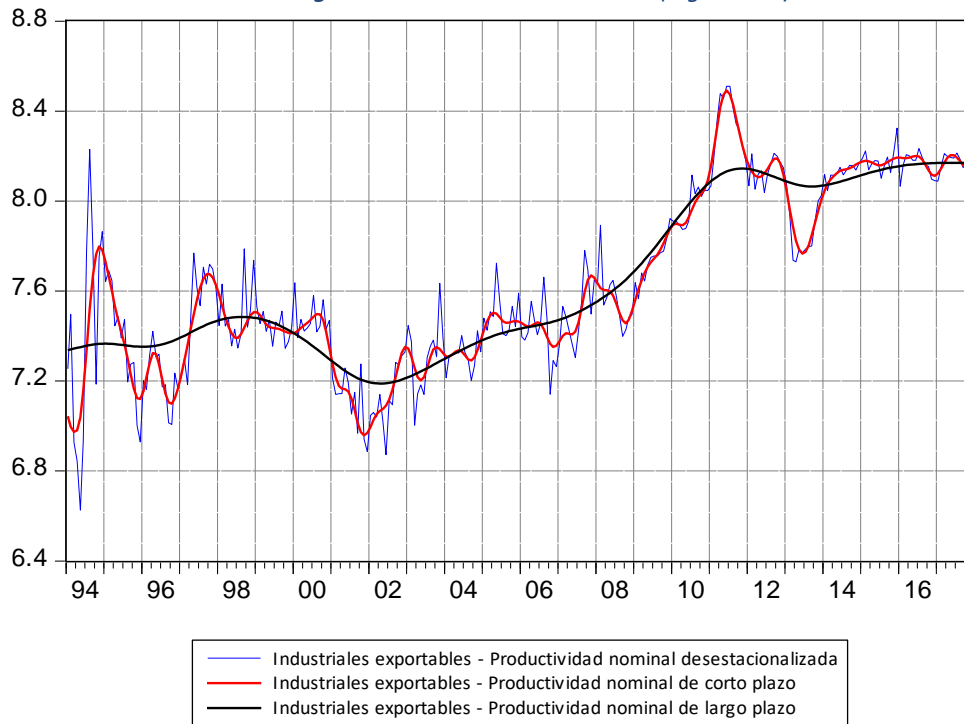
4.2.1.4.1 Productos industriales exportables

Figura 57: Productividad real (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

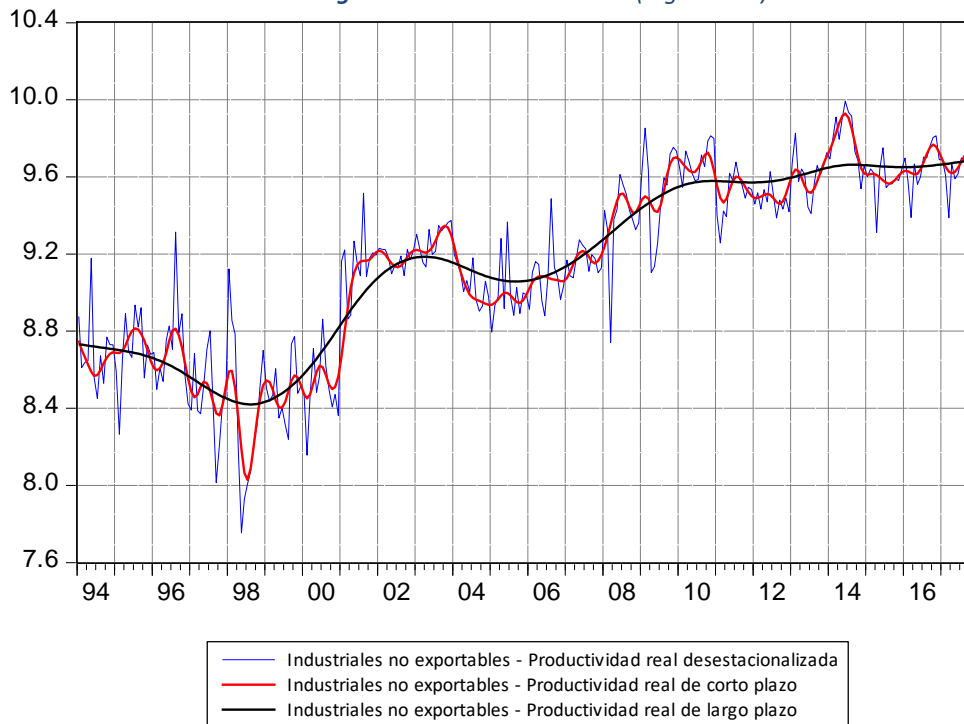
Figura 58: Productividad nominal (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

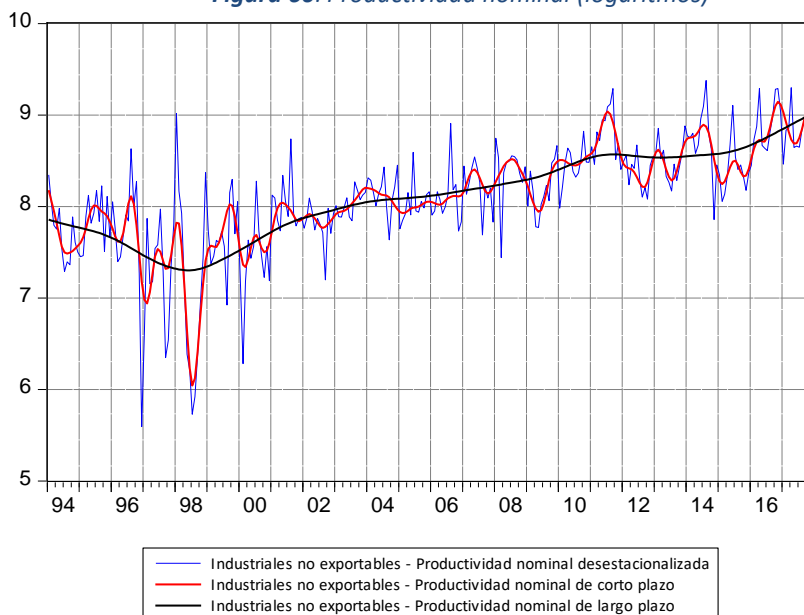
4.2.1.4.2 Productos industriales no exportables

Figura 59: Productividad real (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 60: Productividad nominal (logaritmos)



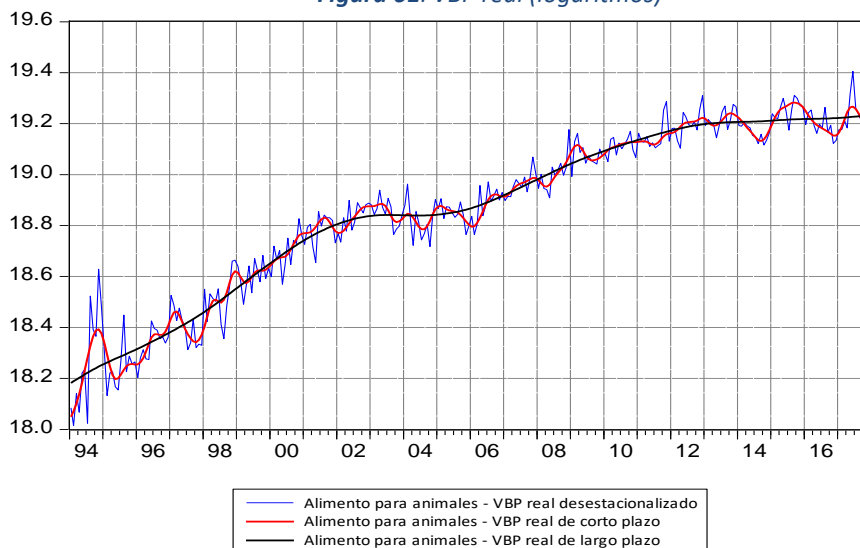
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.2.1.5 Alimento para animales

Entre 1994 y 2017 la tasa de crecimiento del sub sector de Alimento para animales ha sido de 4.83%. Asimismo, el sub sector ha contribuido en 14.25% al crecimiento del sector agrícola. Sin embargo, la contribución de este sub sector ha disminuido a lo largo del periodo de análisis. Por un lado, entre 1994 y 2003 contribuía con el 16.33%. Por otro lado, entre 2004 y 2013, disminuyó a 12.96%. Finalmente, entre el 2014 y 2017, la contribución del sub sector al crecimiento del sector agrícola declinó a 5.10% (ver Tabla 14).

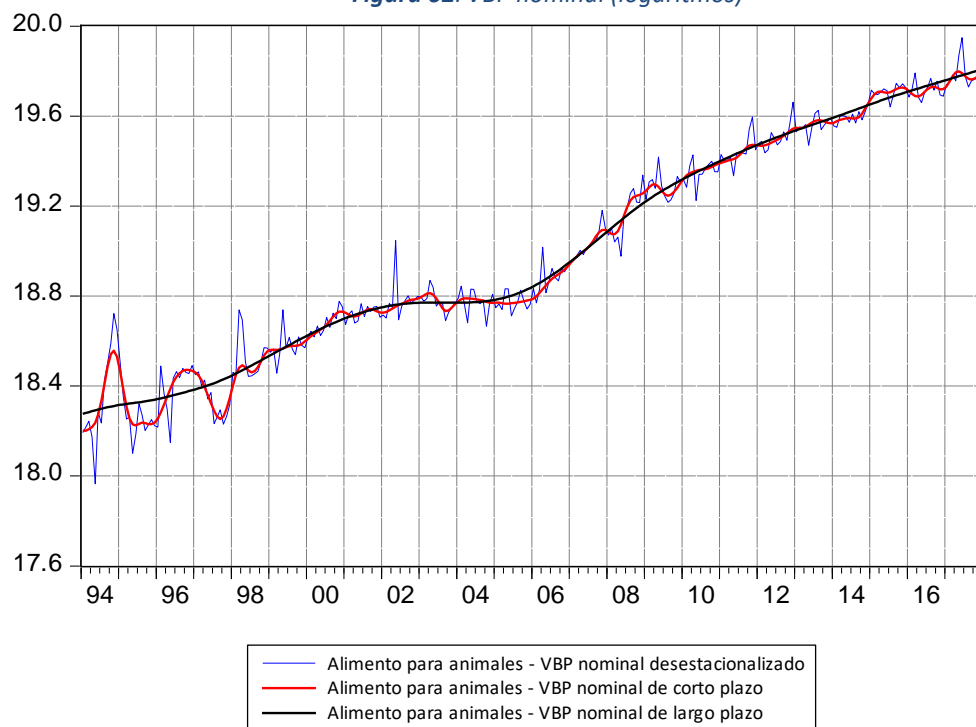
El desempeño de este sub sector está determinado principalmente por el comportamiento de la alfalfa y el maíz amarillo duro. La alfalfa es alimento para los animales que comen pasto, mientras que el maíz amarillo duro es para la alimentación las aves y ganado porcino.

Figura 61: VBP real (logaritmos)



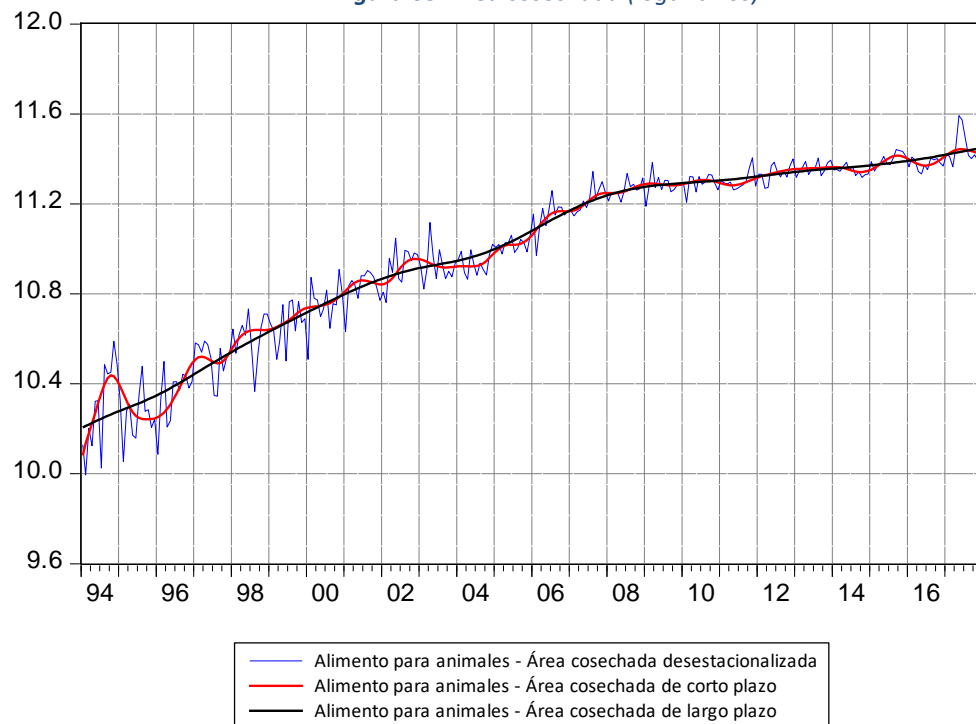
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 62: VBP nominal (logaritmos)



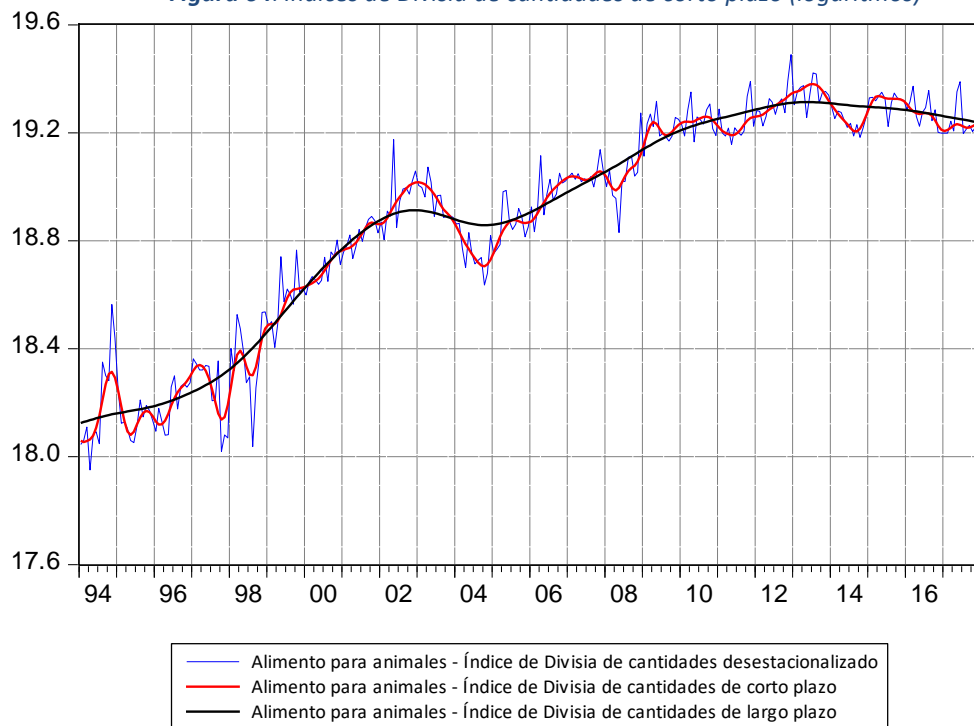
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 63: Área cosechada (logaritmos)



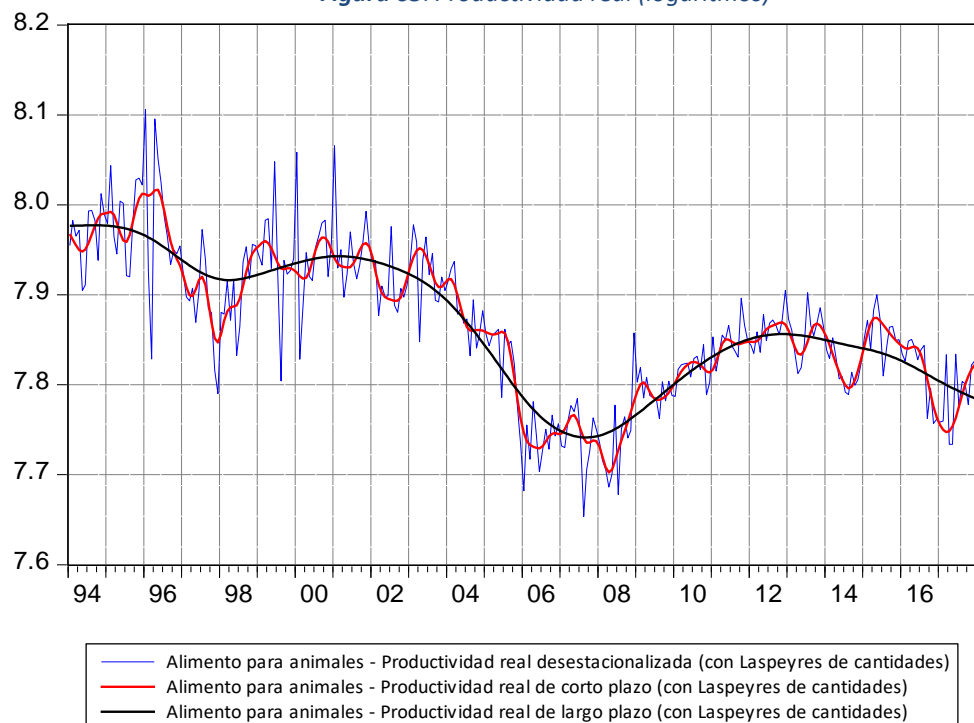
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 64: Índices de Divisia de cantidades de corto plazo (logaritmos)



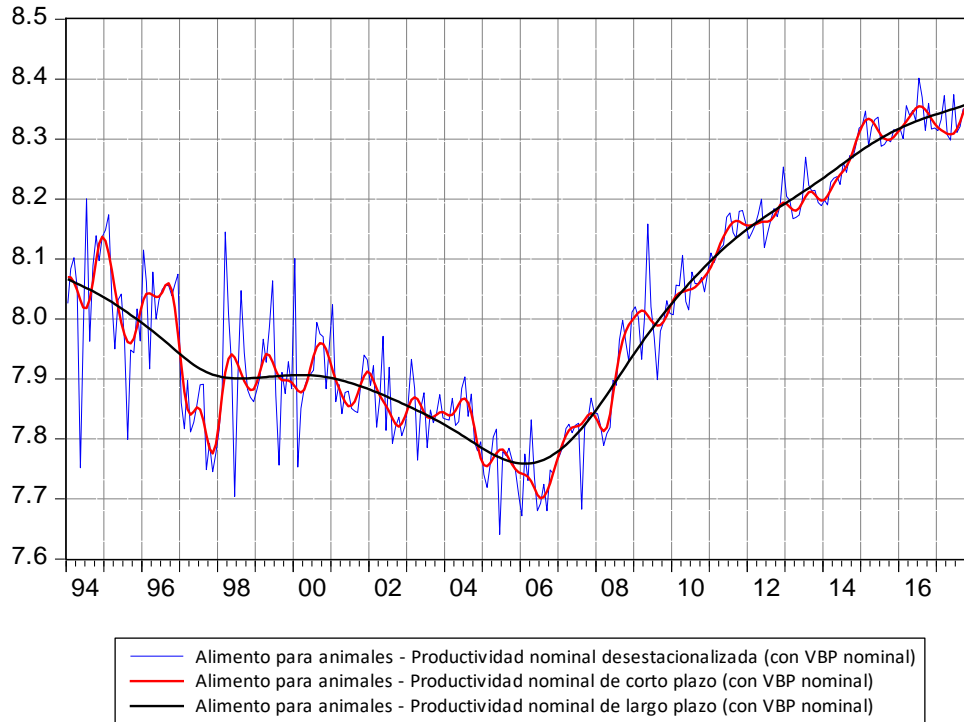
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 65: Productividad real (logaritmos)



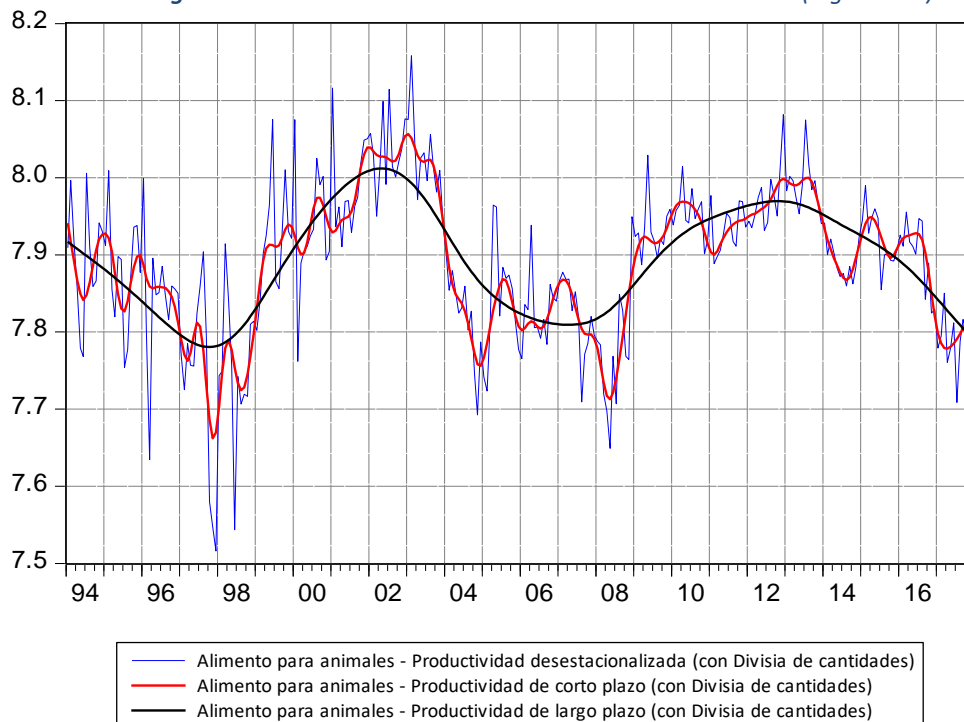
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 66: Productividad nominal (logaritmos)



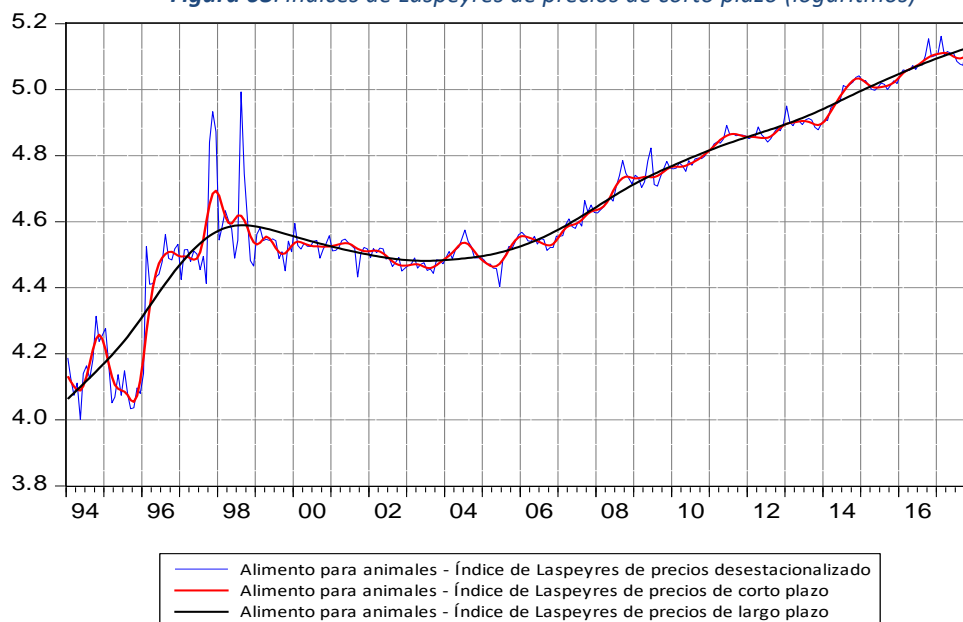
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 67: Productividad con índice de Divisia de cantidades (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 68: Índices de Laspeyres de precios de corto plazo (logaritmos)



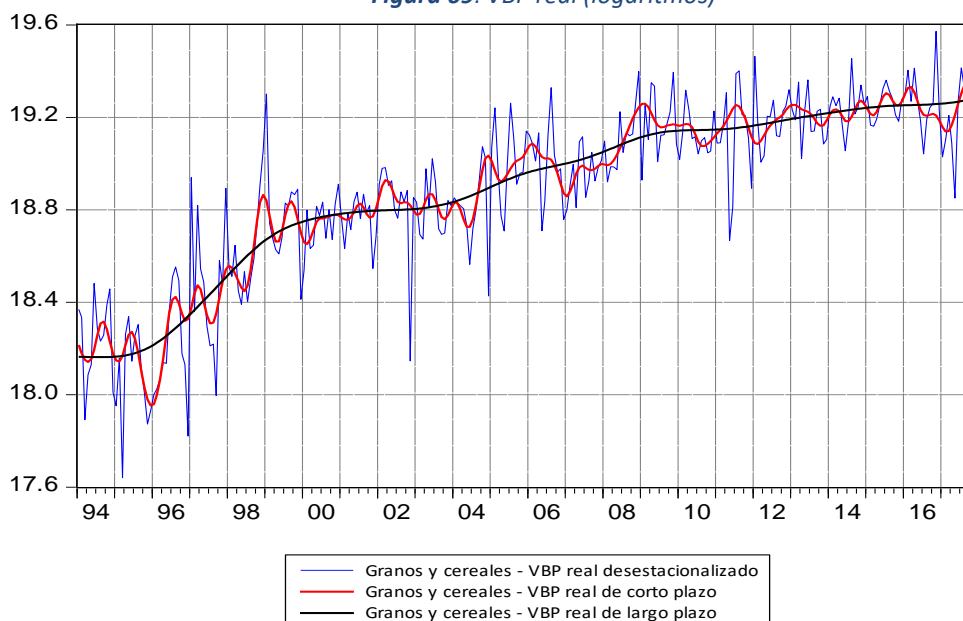
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.2.1.6 Granos y cereales

Entre 1994 y 2017 la tasa de crecimiento del sub sector de Granos y Cereales ha sido de 8.03%. Asimismo, el sub sector ha contribuido en 17.00% al crecimiento del sector agrícola. Sin embargo, la contribución de este sector ha disminuido a lo largo del periodo de análisis. Por un lado, entre 1994 y 2003, contribuyó con el 18.31%. Por otro lado, entre 2004 y 2013, la contribución disminuyó a 15.76%. Finalmente, entre el 2014 y 2017, disminuyó nuevamente a 14.04% (ver Tabla 14).

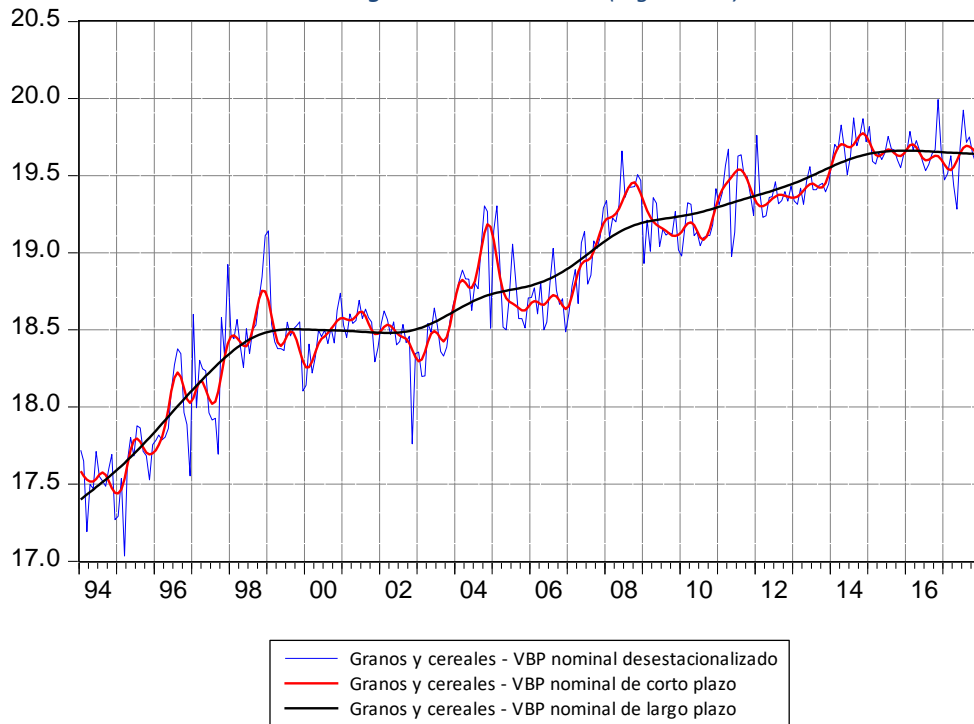
El desempeño de este sub sector está determinado principalmente por el comportamiento del arroz cáscara y maíz amiláceo.

Figura 69: VBP real (logaritmos)



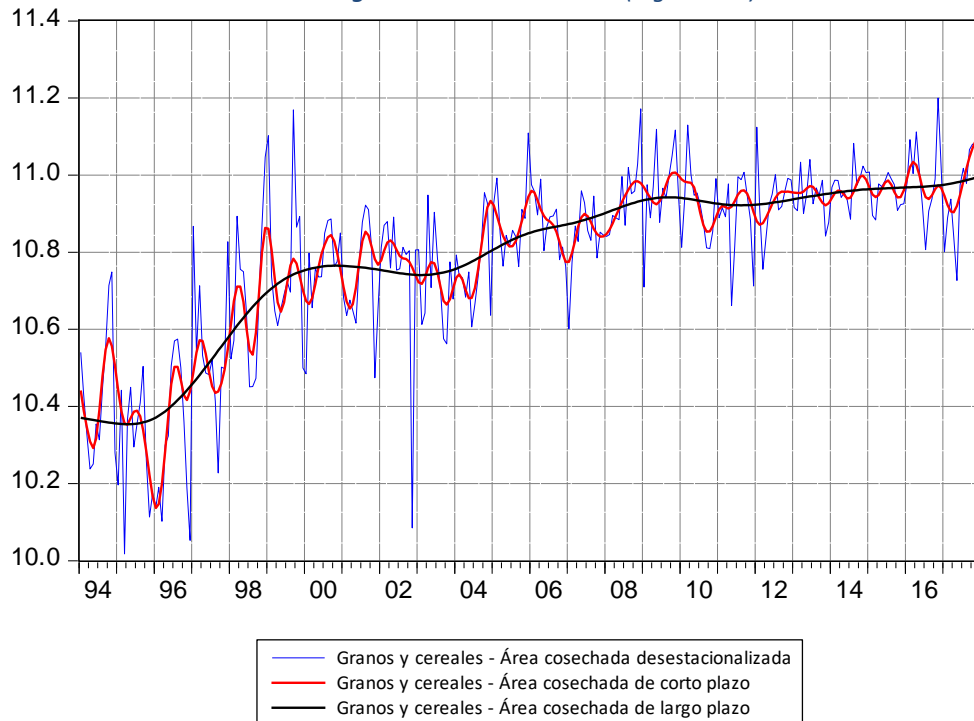
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 70: VBP nominal (logaritmos)



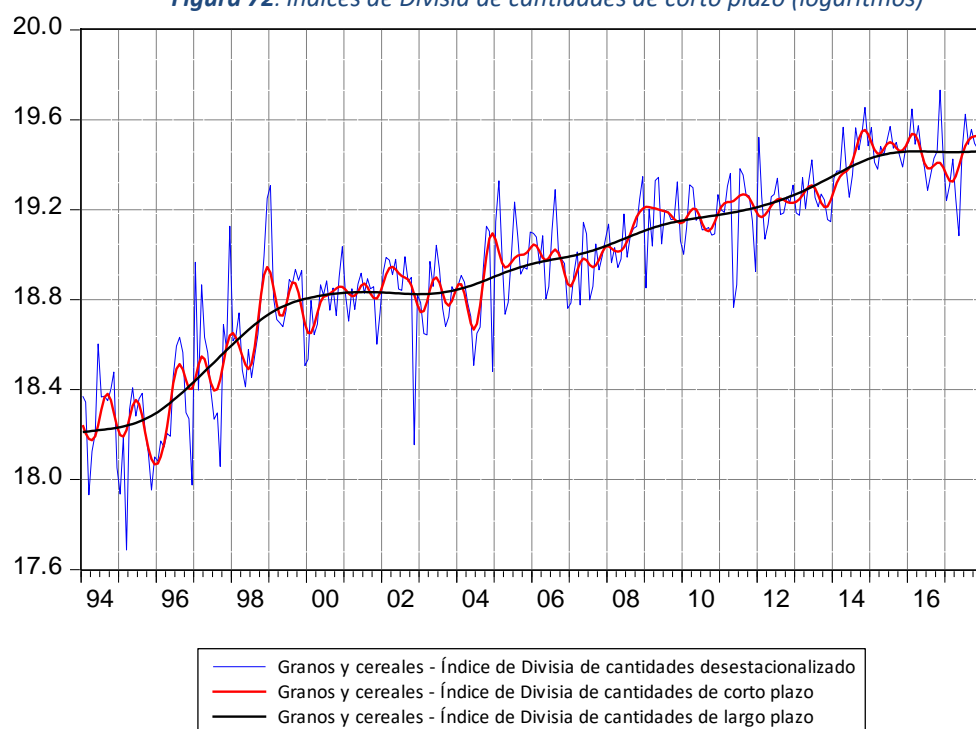
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 71: Área cosechada (logaritmos)



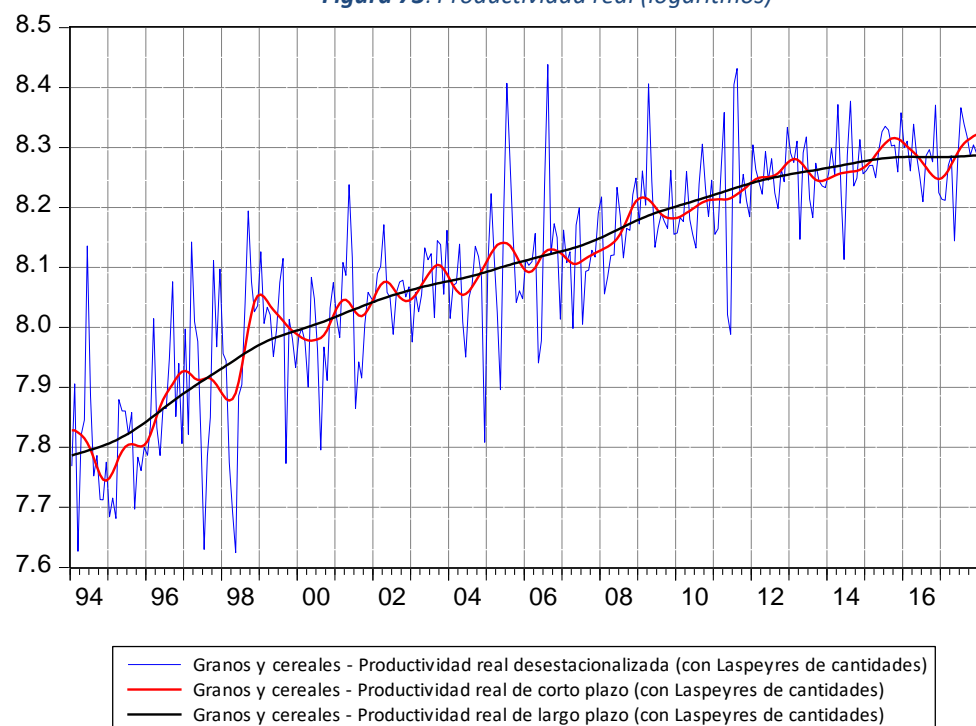
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 72: Índices de Divisia de cantidades de corto plazo (logaritmos)



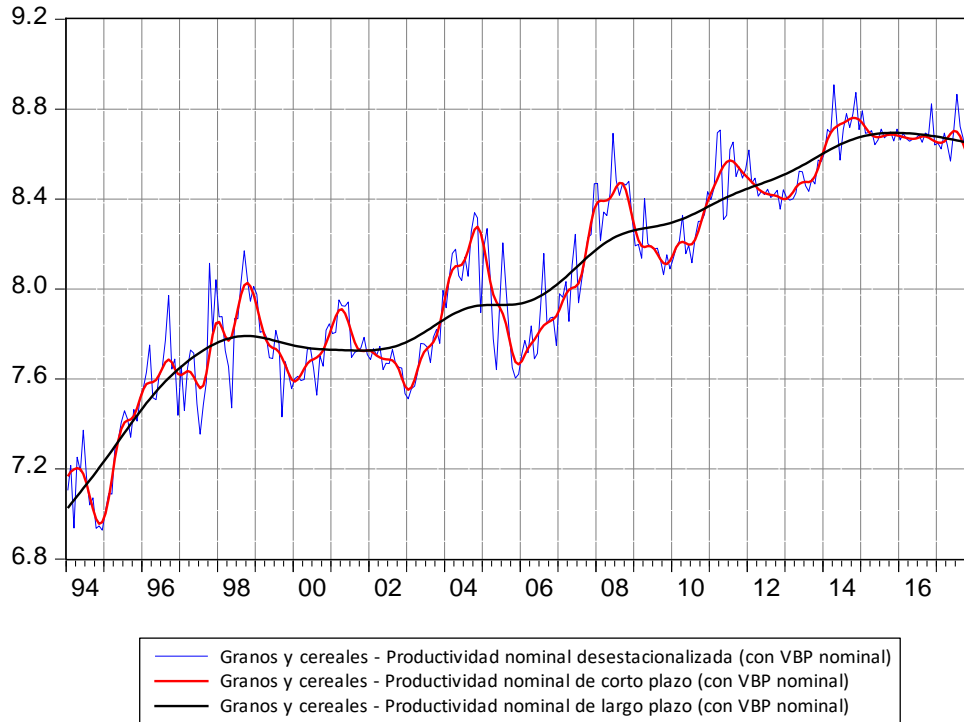
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 73: Productividad real (logaritmos)



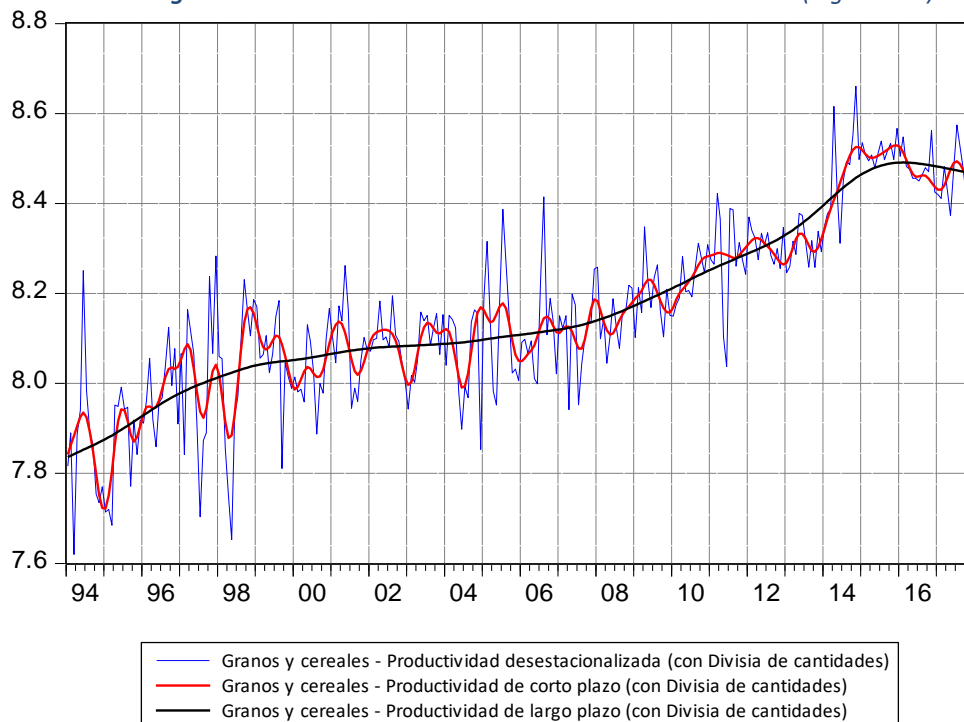
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 74: Productividad nominal (logaritmos)



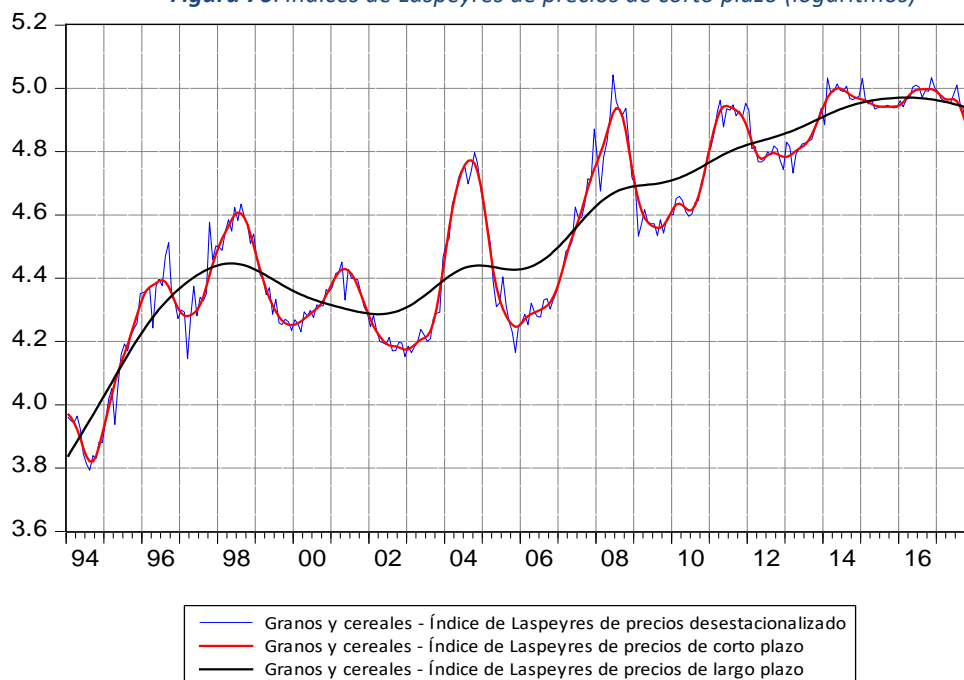
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 75: Productividad con índice de Divisia de cantidades (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 76: Índices de Laspeyres de precios de corto plazo (logaritmos)



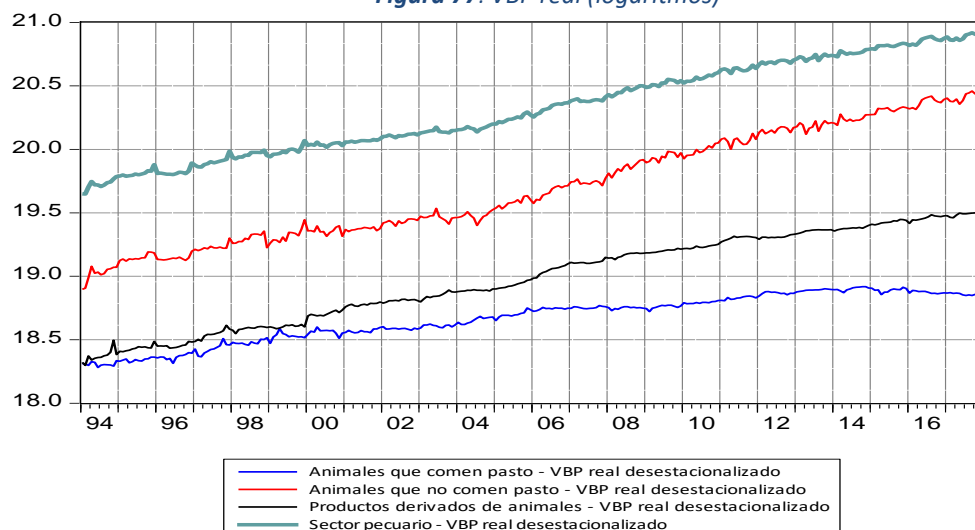
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.2.2 Sector pecuario

Entre 1994 y 2017 el sector pecuario ha crecido 5.25% y ha contribuido en 41.60% al crecimiento del sector agropecuario. Asimismo, recordar que el sector pecuario se dividió en tres sub sectores. Estos sub sectores son: (1) Animales que comen pasto, (2) Animales que no comen pasto, (3) Productos derivados de animales.

En la Figura 77 se observa que a partir del 2004 se produce un cambio de tendencia en el grupo de los animales que no comen pasto. Adicionalmente, se observa que a partir del 2014 la tendencia de los animales que comen pasto empieza a descender. Asimismo, el sub sector de animales que no comen pasto aporta el 64.67% al crecimiento del sector pecuario (ver Tabla 15)

Figura 77: VBP real (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Tabla 15: Contribución al crecimiento en el sector pecuario por segmentos

	Pecuario	Animales que comen pasto	Animales que no comen pasto	Productos derivados de animales
Ene94 - Dic03	4.86%	0.79%	2.63%	1.43%
Ene04 - Dic13	6.04%	0.55%	4.06%	1.43%
Ene14 - Dic17	4.17%	-0.11%	3.45%	0.82%
Ene94 - Dic17	5.25%	0.53%	3.40%	1.32%
	% Pecuario	% Animales que comen pasto	% Animales que no comen pasto	% Productos derivados de animales
Ene94 - Dic03	100.00%	16.36%	54.17%	29.47%
Ene04 - Dic13	100.00%	9.18%	67.24%	23.58%
Ene14 - Dic17	100.00%	-2.64%	82.86%	19.77%
Ene94 - Dic17	100.00%	10.15%	64.67%	25.19%

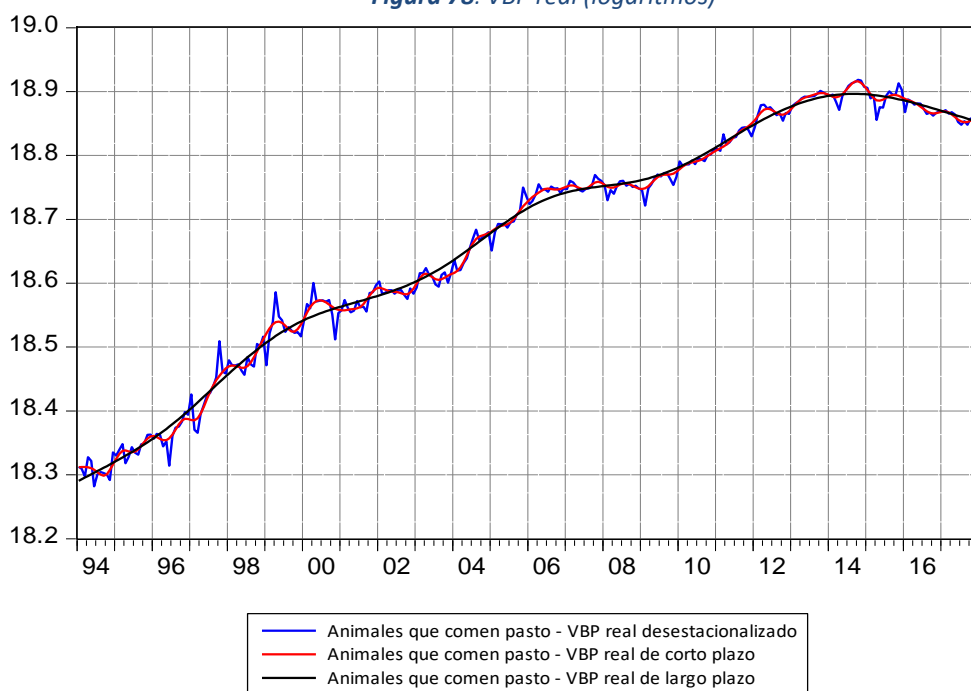
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.2.2.1 Animales que comen pasto

Entre 1994 y 2017 la tasa de crecimiento del sub sector de animales que comen pasto ha sido de 2.48%. Asimismo, el sub sector ha contribuido en 10.15% al crecimiento del sector pecuario. Sin embargo, la contribución de este sector ha disminuido a lo largo del periodo de análisis. Por un lado, entre 1994 y 2003, la contribución representó el 16.36% del crecimiento del sector. Por otro lado, entre 2004 y 2013 disminuyó a 9.18%. Finalmente, entre el 2014 y 2017, la participación en el crecimiento del sector fue de -2.64%. (ver Tabla 15).

El desempeño de este sub sector está determinado principalmente por el ganado vacuno y ovino. Sin embargo, a partir del 2012, la tendencia del sub sector ha empezado a descender (ver Figura 78).

Figura 78: VBP real (logaritmos)

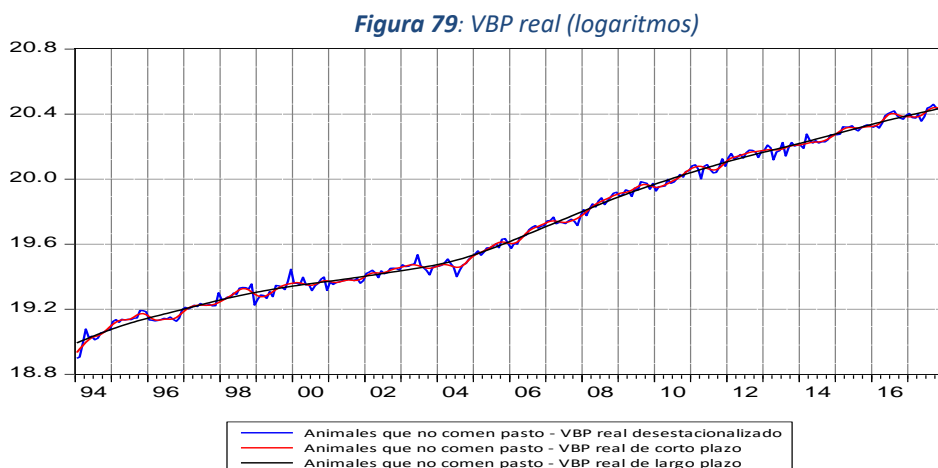


Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.2.2.2 Animales que no comen pasto

Entre 1994 y 2017, la tasa de crecimiento del sub sector de animales que no comen pasto ha sido de 6.38%. Asimismo, el sub sector ha contribuido en 64.67% al crecimiento del sector pecuario. Sin embargo, la contribución de este sector ha aumentado a lo largo del periodo de análisis. Por un lado, entre 1994 y 2003 contribuía con el 54.17%. Por otro lado, entre 2004 y 2013, aumentó a 67.24%. Finalmente, entre el 2014 y 2017, su contribución también aumentó a 82.86% (ver Tabla 15).

El desempeño de este sub sector está compuesto por las aves y el ganado porcino, que han permitido el incremento de la tendencia del sub sector (ver Figura 79).

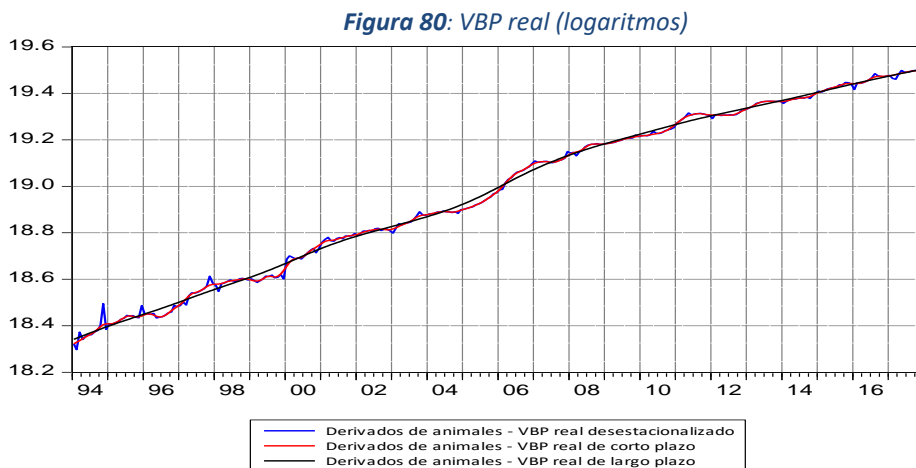


Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.2.2.3 Productos derivados de animales

Entre 1994 y 2017, la tasa de crecimiento del sub sector de productos derivados de animales ha sido de 5.03%. Asimismo, el sub sector ha contribuido en 25.19% al crecimiento del sector pecuario. Sin embargo, la contribución de este sector ha disminuido a lo largo del periodo de análisis. Por un lado, entre 1994 y 2003, contribuía con el 29.47%. Por otro lado, entre 2004 y 2013, disminuyó a 23.58%. Finalmente, entre el 2014 y 2017, su contribución también disminuyó a 19.77% (ver Tabla 15).

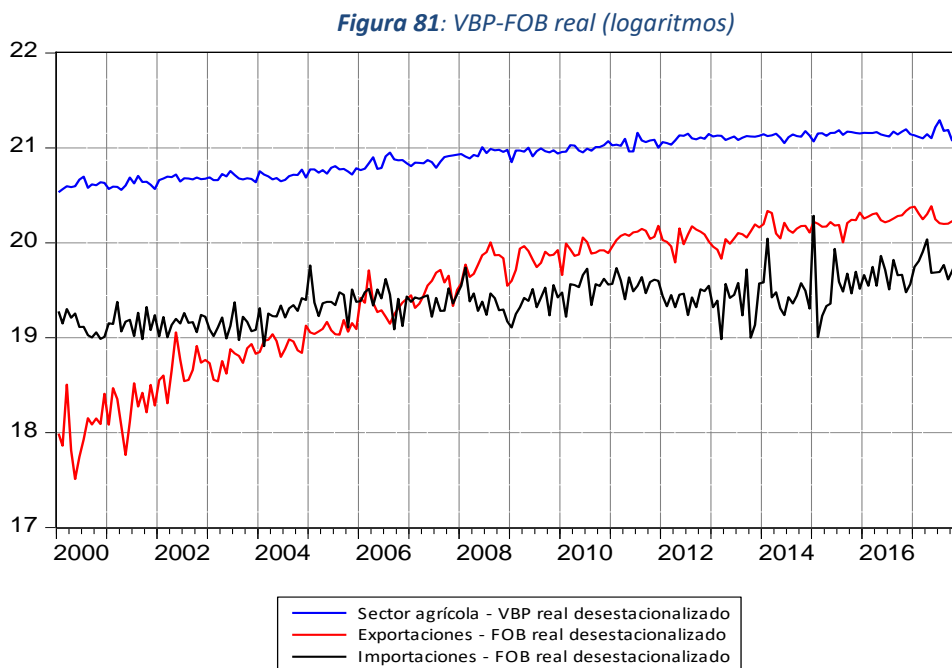
El desempeño de este sub sector está determinado principalmente por la leche de vaca y huevo, aumentando la tendencia del sub sector (ver Figura 80).



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.2.3 Sector externo

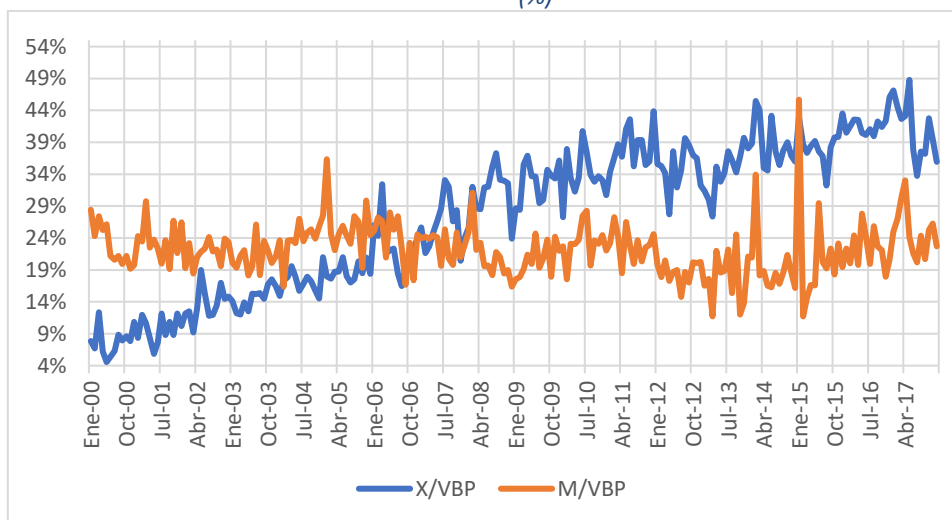
Entre el 2000 y 2017 la balanza comercial de productos agrícolas tiene dos etapas. Por un lado, entre el 2000 y fines del 2005, la balanza comercial de productos agrícolas fue deficitaria. Por otro lado, desde el 2006 hasta la actualidad la balanza comercial de productos agrícolas es positiva (ver Figura 81). En ese sentido, es posible que el TLC firmado entre Perú y Estados Unidos haya tenido impactos positivos sobre el sector agrícola.



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

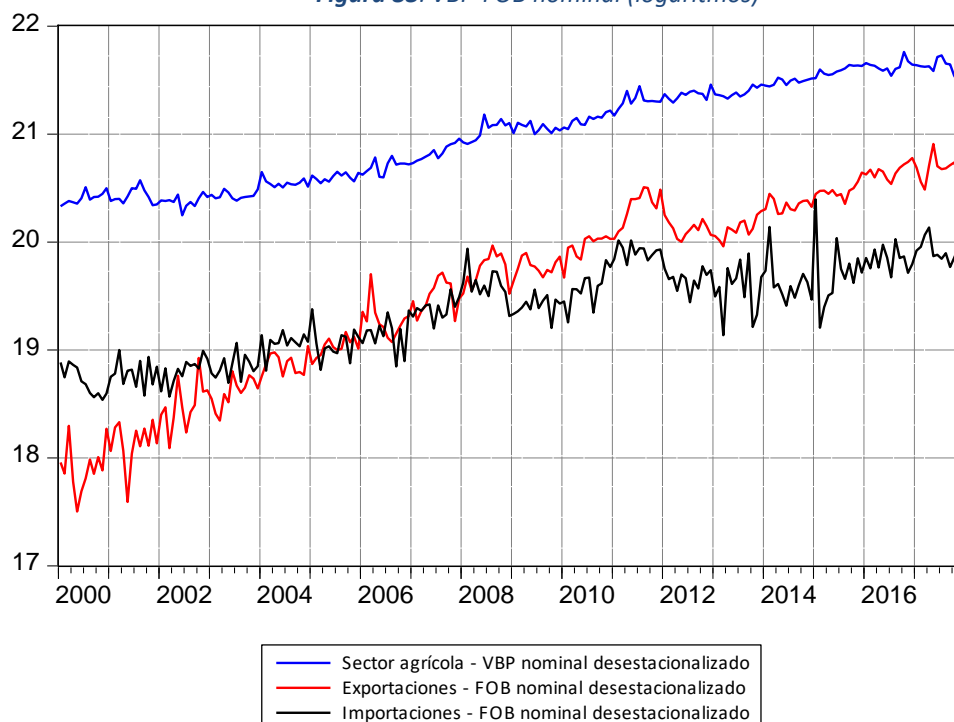
Con relación a la situación de la balanza comercial de productos agrícolas, la participación promedio de las exportaciones se incrementó de 7.79% en el 2000 a 35.94% en el 2017 y el de las importaciones disminuyó de 22.88% en el 2000 a 22.72% en el 2017.

Figura 82: Participación de las exportaciones-importaciones en el VBP real desestacionalizado del sector agrícola (%)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 83: VBP-FOB nominal (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

El sector externo está determinado por las importaciones y exportaciones de productos agrícolas. Por un lado, entre 2000 y 2017, las exportaciones contribuyeron en 98.63% al crecimiento del sector agrícola. Por otro lado, en el mismo lapso, las importaciones de productos agrícolas representaron el -28,53% del crecimiento del sector agrícola. Este resultado ha permitido que la demanda interna contribuya en 29.90% al crecimiento del sector agrícola entre 2000 y 2017 (ver Tabla 16).

Tabla 16: Contribución al crecimiento del sector externo por segmentos

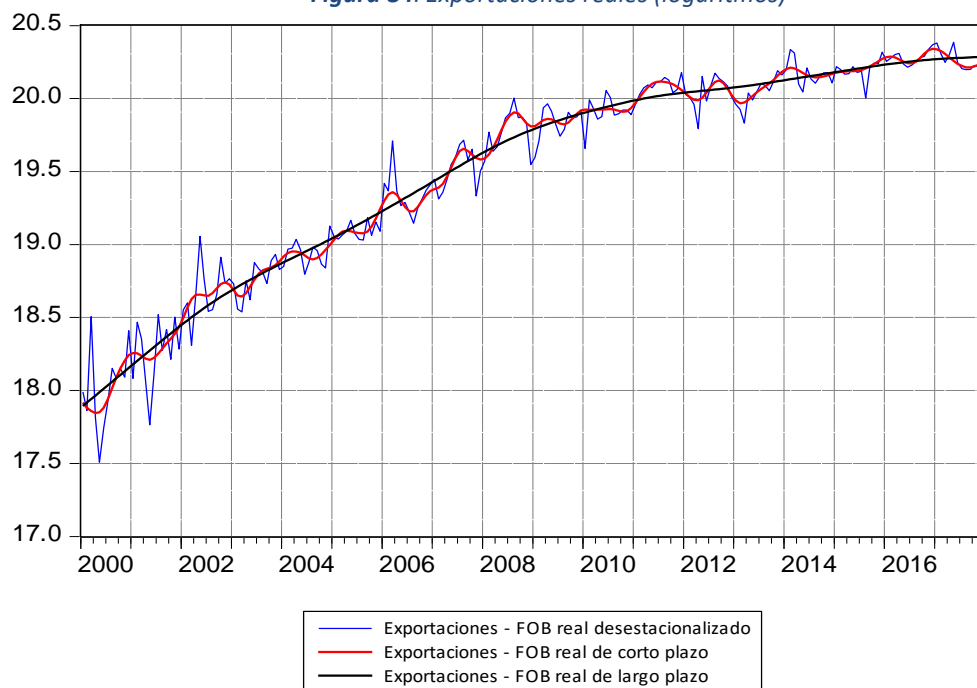
	Agrícola	Exportaciones	Importaciones	Demanda interna de productos domésticos
Ene00 - Dic03	3.60%	2.50%	0.77%	0.32%
Ene04 - Dic13	4.11%	3.41%	-0.86%	1.56%
Ene14 - Dic17	0.75%	3.14%	-2.35%	-0.04%
Ene00 - Dic17	3.23%	3.19%	-0.92%	0.97%
	% Agrícola	% Exportaciones	% Importaciones	% Demanda interna de productos domésticos
Ene00 - Dic03	100.00%	69.62%	21.35%	9.03%
Ene04 - Dic13	100.00%	82.93%	-20.89%	37.97%
Ene14 - Dic17	100.00%	416.58%	-311.18%	-5.39%
Ene00 - Dic17	100.00%	98.63%	-28.53%	29.90%

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.2.3.1 Exportaciones

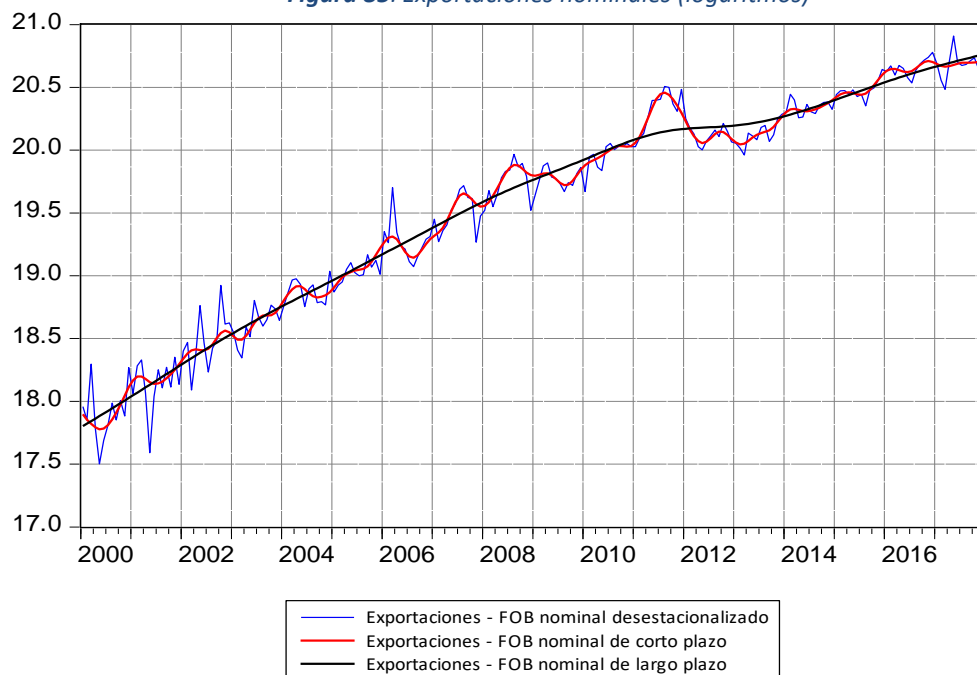
Entre 2000 y 2017, se advierte un aumento sostenido de la contribución de las exportaciones al crecimiento del sector agrícola. Por un lado, entre 2000 y 2003, contribuía con el 69.62%. Por otro lado, entre 2004 y 2013, se incrementó a 82.93%. Finalmente, entre el 2014 y 2017, la contribución de las exportaciones se elevó a 416.58% (ver Tabla 16).

Figura 84: Exportaciones reales (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

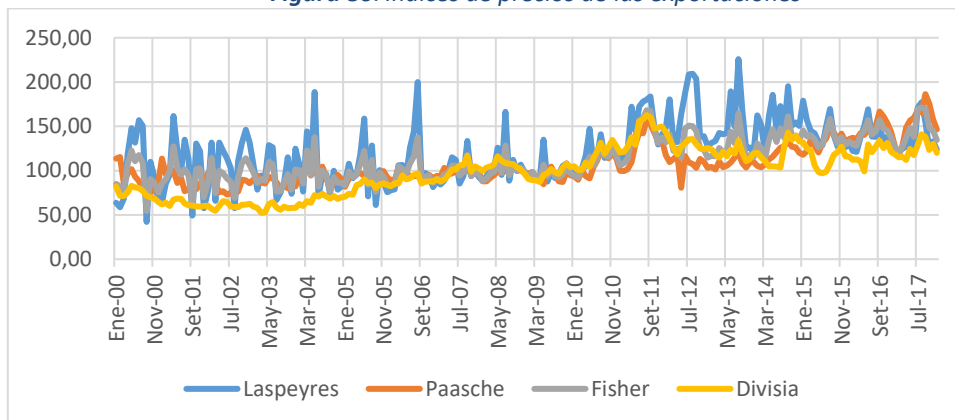
Figura 85: Exportaciones nominales (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

En las Figuras 84 y 85 se puede notar que el comportamiento de las exportaciones nominal y reales de productos agrícolas son volátiles. Esta volatilidad se debe principalmente a la volatilidad en los precios de las exportaciones. Sin embargo, hay que tener cuidado en la interpretación de los índices de precios, sobre todo el de Laspeyres y Paasche. Debido al cambio en las partidas arancelarias, estos índices pueden estar sesgados. Por tanto, ante el cambio de partidas arancelarias se recomienda computar el índice de Divisia.

Figura 86: Índices de precios de las exportaciones

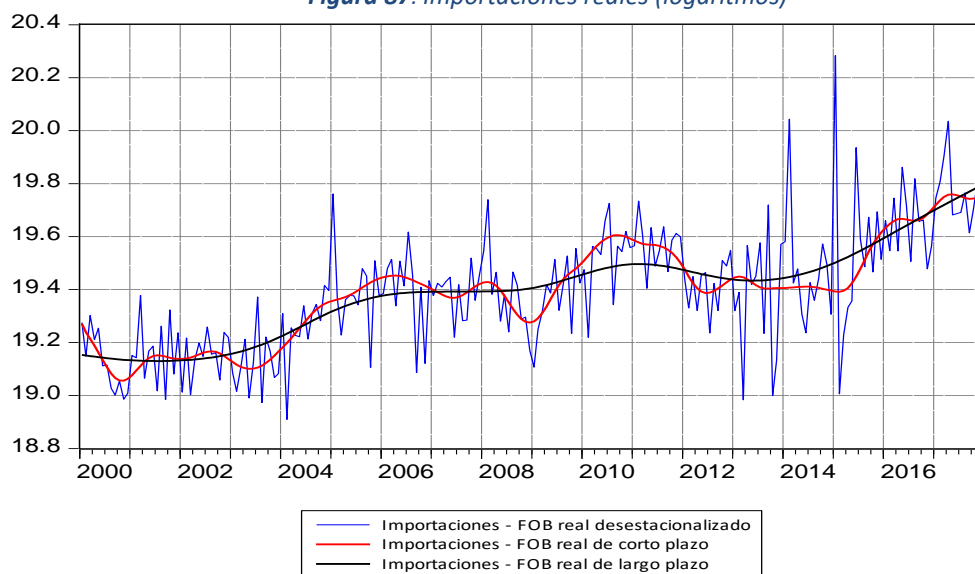


Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.2.3.2 Importaciones

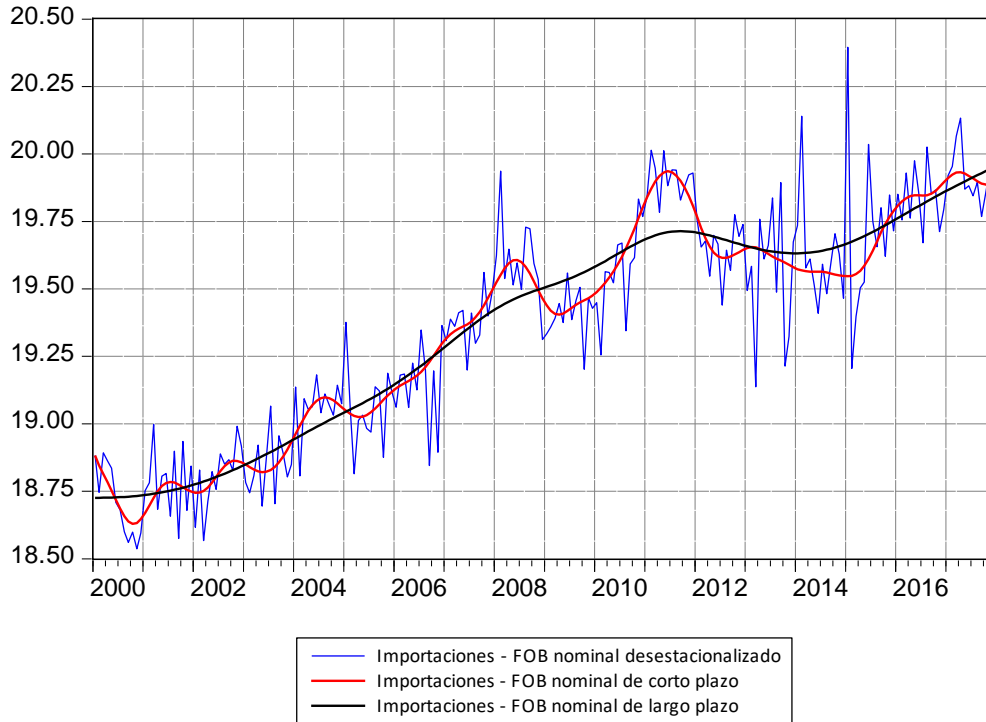
Las importaciones nominales han aumentado fuertemente. Para saber si este aumento se debe a efecto de precios o de cantidades es necesario analizar los precios. Sin embargo, debido a los cambios en las partidas arancelarias, los índices de precios mostraron irregularidades (ver Figura 89). Es por ello que se procedió a corregir los precios con las técnicas señaladas en la metodología cuando hay problemas de datos por missing values (ver Figura 90). No obstante, se puede notar que nuevamente el índice de Divisia es robusto a los cambios en las partidas arancelarias.

Figura 87: Importaciones reales (logaritmos)



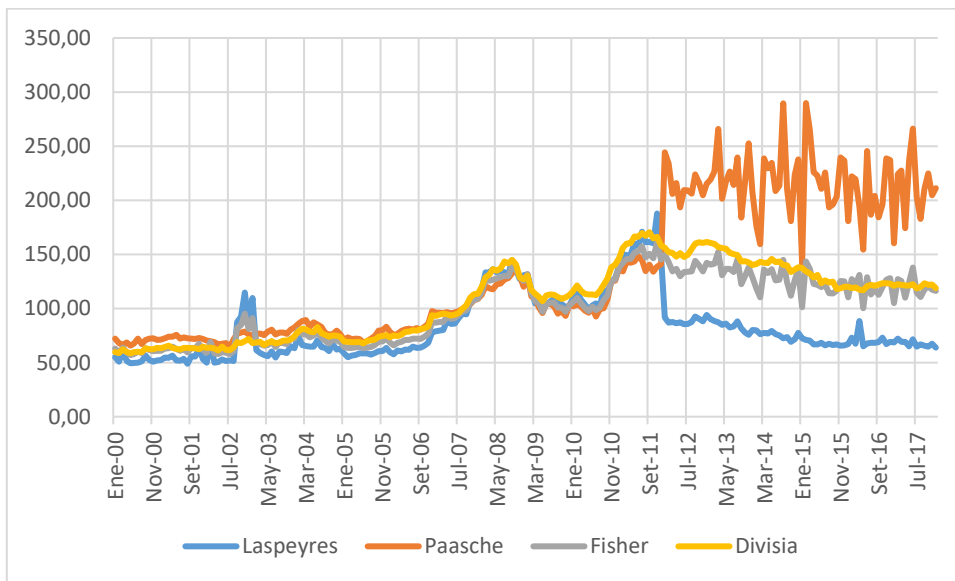
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 88: Importaciones nominales (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

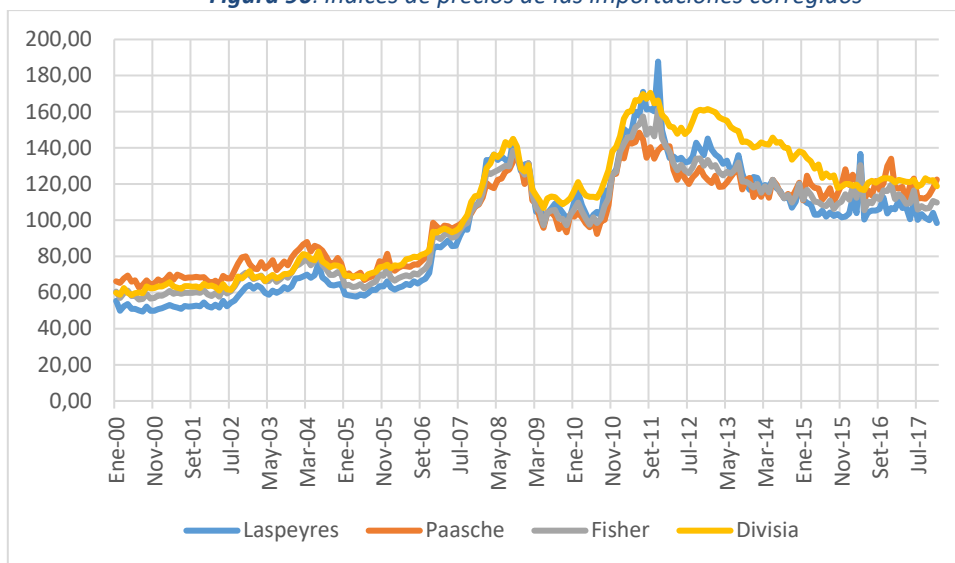
Figura 89: Índices de precios de las importaciones corregidos



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

En la Figura 90 se observa que los precios de las importaciones de productos agrícolas han tenido una tendencia creciente hasta el 2011 y después han empezado a descender fuertemente.

Figura 90: Índices de precios de las importaciones corregidos

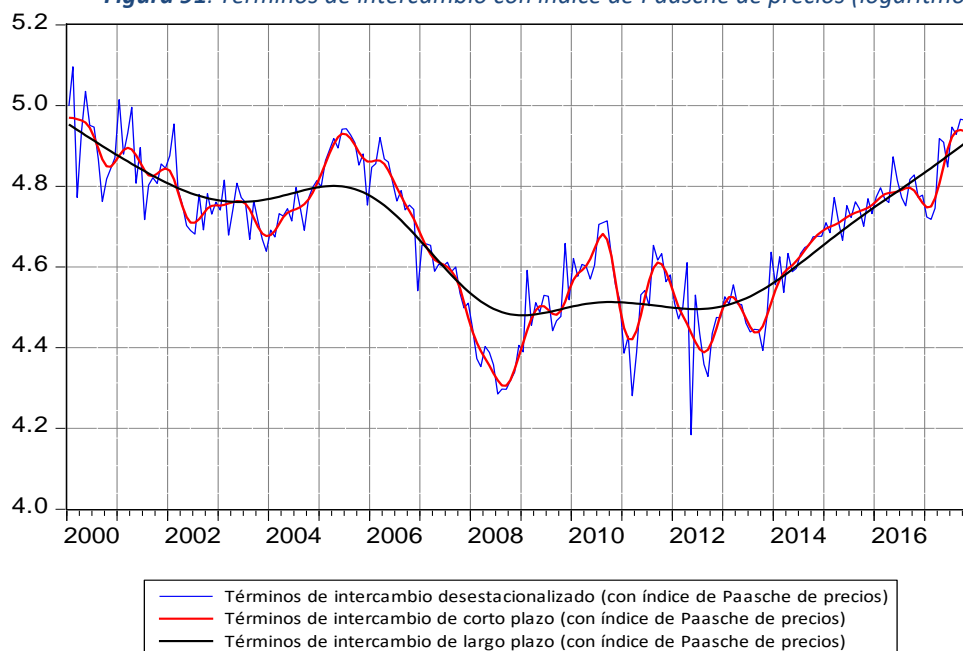


Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.2.3.3 Términos de intercambio

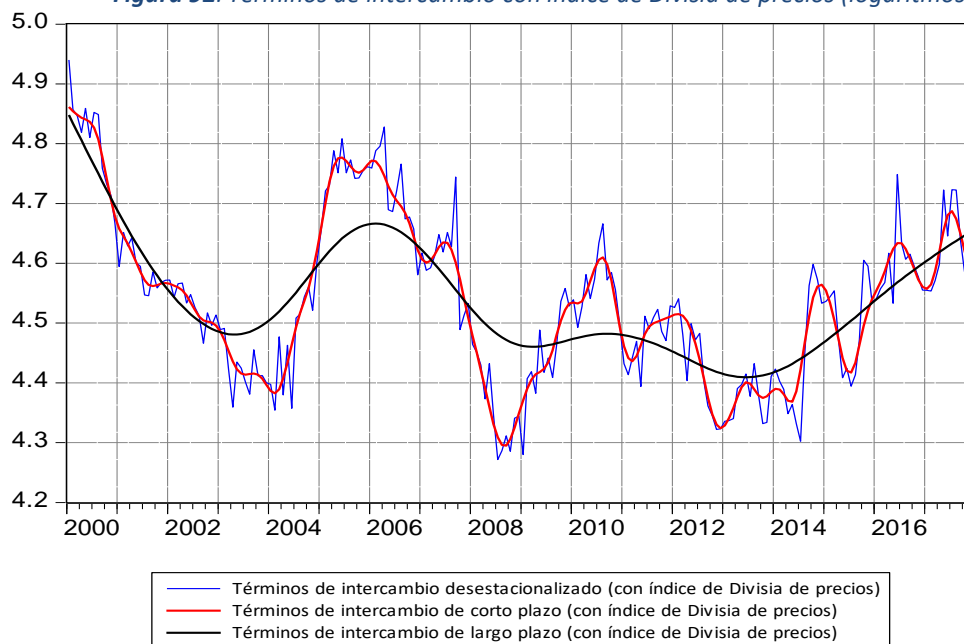
En las Figuras 91 y 92 se muestran los términos de intercambio (precios de exportaciones / precios de importaciones) calculados con los índices de precios de Paasche y Divisia respectivamente. Por un lado, se usó el índice de Paasche porque es el que usa el Banco Central de Reserva del Perú para computar los términos de intercambio. Por otro lado, se usó el índice de Divisia porque es el que mejor responde a la existencia de missing values debido a los cambios en las partidas arancelarias.

Figura 91: Términos de intercambio con índice de Paasche de precios (logaritmos)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 92: Términos de intercambio con índice de Divisia de precios (logaritmos)



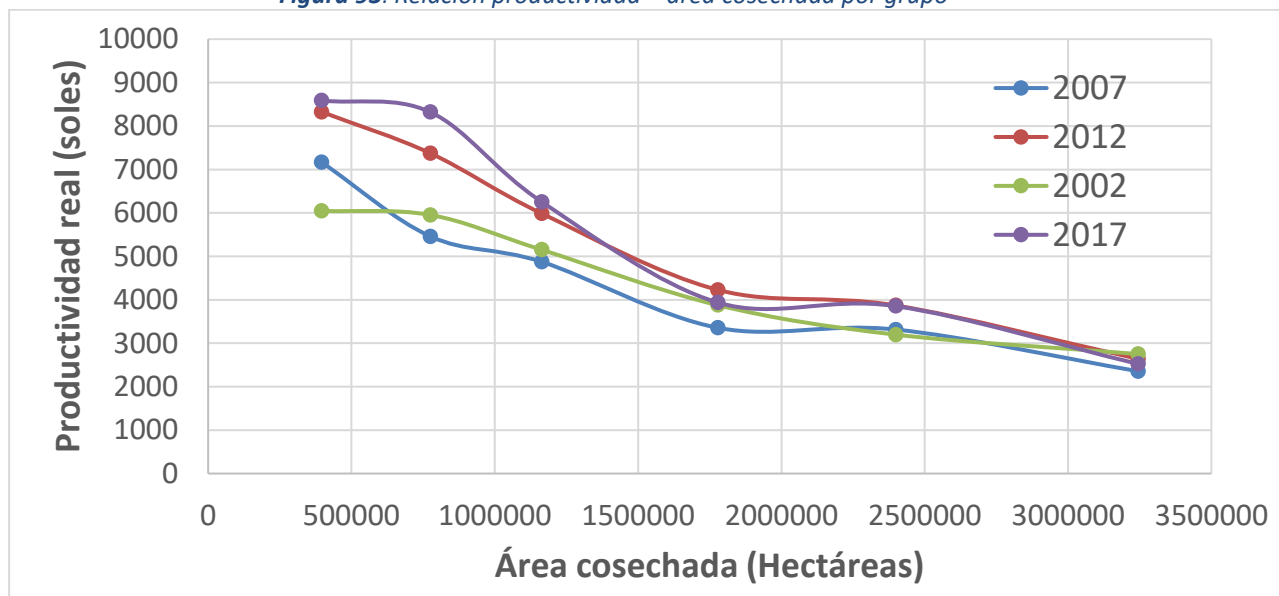
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

En las Figura 91 y 92 se muestran una tendencia negativa en los términos de intercambio desde el 2000 hasta el 2013 y después han empezado a recuperarse.

4.2.4 Relación productividad – área cosechada

Los términos de intercambio nos indican que el bienestar del sector agrícola está empezando a recuperarse a partir del 2014. No obstante, es necesario saber si la productividad del sector también se ha incrementado respecto a periodos anteriores.

Figura 93: Relación productividad – área cosechada por grupo

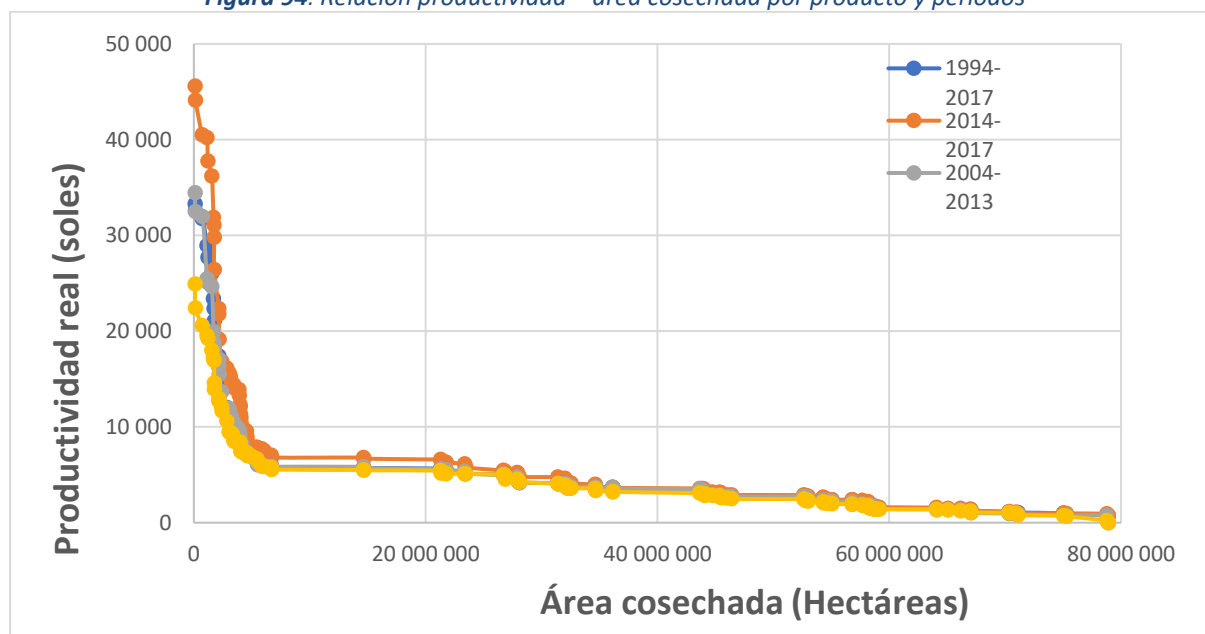


Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

En la Figura 93 se presenta la relación entre la productividad y área cosechada. Este gráfico nos indica que la productividad ha ido aumentando cuando analizamos los sub sectores agrícolas. El sub sector de Verduras y Hortalizas es el que tiene la mayor productividad y aumentó de 6,048 soles en el 2007 a 8,587 soles en el 2017. Mientras que el sub sector de alimentos para animales es el de menor productividad y aumentó de 2,751 soles en el 2002 a 5,523 soles en el 2017. Asimismo, la productividad del sub sector de Frutas está por debajo del de Verduras y Hortalizas, pero se ha incrementado de 5,953 soles en el 2002 a 8,319 soles en el 2017.

Asimismo, en la Figura 94 se puede observar que la productividad a nivel de productos ha aumentado cuando analizamos por periodos. Sin embargo, es importante analizar la distribución de la productividad a nivel de productos para conocer el nivel de concentración.

Figura 94: Relación productividad – área cosechada por producto y periodos

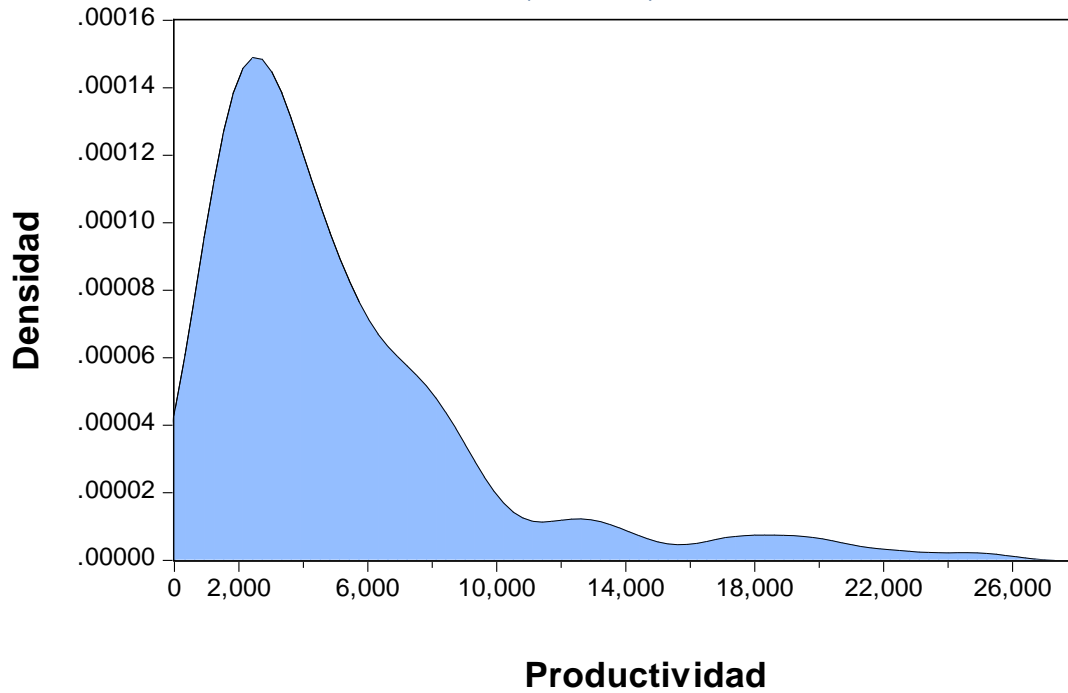


Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Las Figuras 95, 96 y 97 presentan las distribuciones de densidad de Kernel para los periodos de análisis. Estos gráficos confirman que la productividad de los productos ha aumentado. Sin embargo, todos los gráficos muestran que gran parte de los productos poseen baja productividad. Por un lado, entre 1994 y 2003 la productividad máxima es de 24,983 soles, alcanzada por el espárrago, pero la productividad de la mayoría de los productos está entre 0 y 10,000 soles. Por otro lado, entre 2004 y 2013, la máxima productividad se incrementó a 34,456 y también es alcanzada por el espárrago. La productividad del resto de productos también aumentó, pero sigue siendo baja ubicándose entre 0 y 12,000 soles. Finalmente, entre 2014 y 2017, la productividad máxima fue 45,605 soles y ahora fue alcanzado por la uva, en este periodo el espárrago pasó a ocupar el puesto 7 en productividad con 36,189 soles. La productividad del resto de productos también aumentó y ahora se ubicó entre 0 y 20,000 soles, sin embargo, gran parte de los productos todavía sigue ubicándose alrededor de los 4,000 soles de productividad.

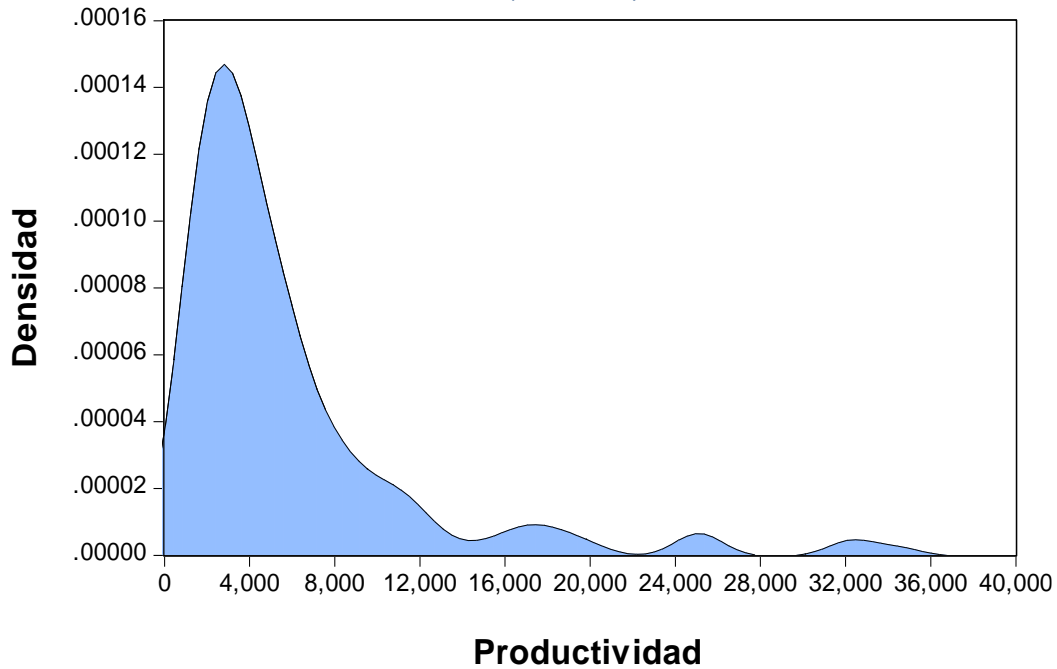
En la Figura 98 se presenta la productividad para todo el periodo de análisis, es decir 1994-2017. Considerando todo el periodo, la productividad máxima es de 33,301 soles y es alcanzado por la paprika mientras que el esparrago ocupa el tercer lugar con 31,759 soles. Asimismo, gran parte de los productos tienen una productividad aproximada de 4,000 soles.

Figura 95: Distribución de densidad de Kernel de la productividad (1994-2003)



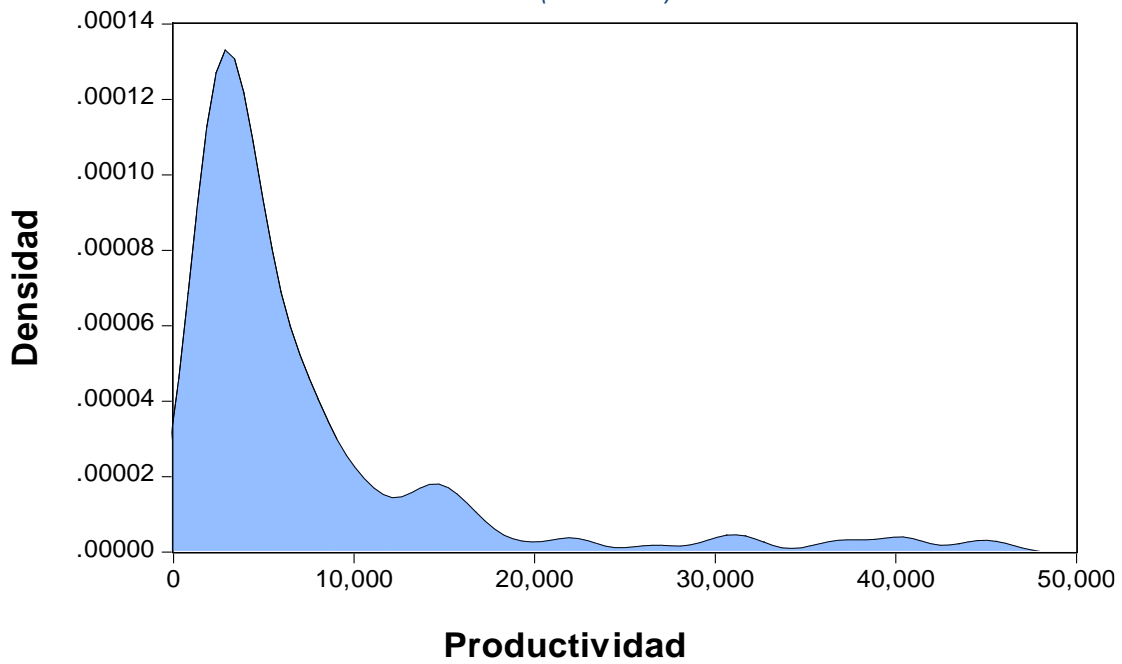
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 96: Distribución de densidad de Kernel de la productividad (2004-2013)



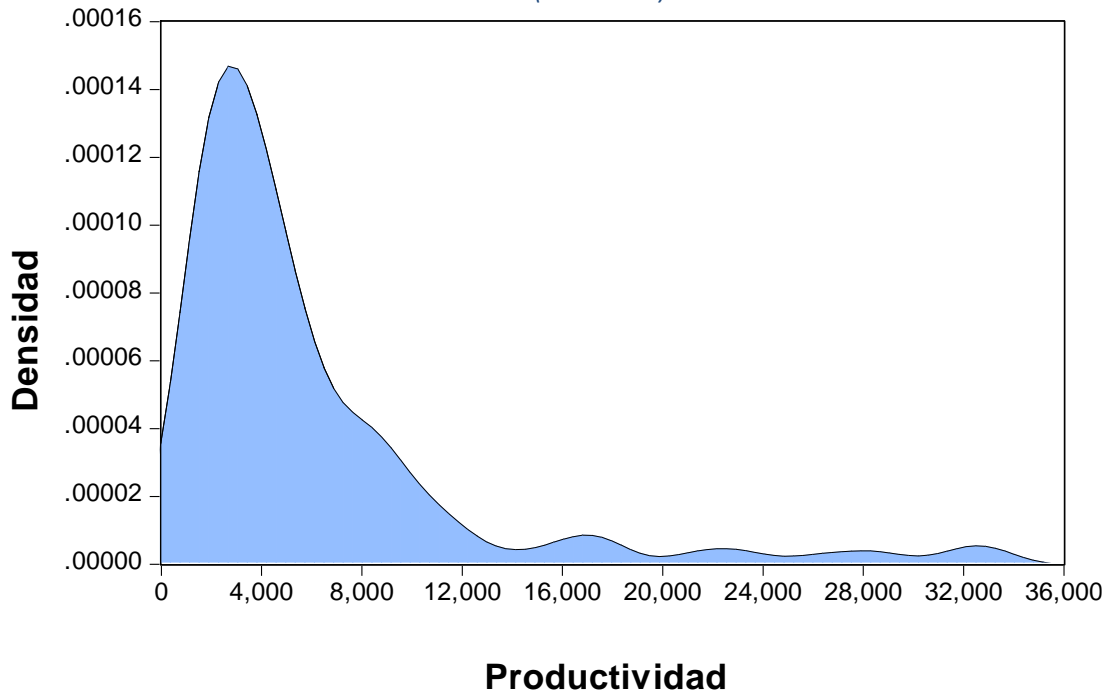
Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 97: Distribución de densidad de Kernel de la productividad (2014-2017)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

Figura 98: Distribución de densidad de Kernel de la productividad (1994-2017)



Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

4.2.5 Demanda de productos agrícolas

El interés de esta parte de la investigación es obtener las elasticidades de ingreso y precios de la demanda interna de productos agrícolas. En este documento usamos el ingreso laboral de Lima metropolitana para capturar el efecto ingreso. Asimismo, utilizamos IPC del sector agrícola, el IPC de toda la economía y el IPC de las importaciones para capturar el efecto sustitución.

Considerando las variables mencionadas, la ecuación para capturar el efecto ingreso y efecto sustitución de la demanda interna de productos agrícolas domésticos es la siguiente:

$$Y_{d,t} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{1,t} + \alpha_2 X_{2,t} + \alpha_3 X_{3,t} + \mu_t$$

Donde:

- $Y_{d,t}$: Es la demanda interna de productos agrícolas tratada en la sección de resultados agregados (nominal/real).
- $X_{1,t}$: Es el ingreso laboral total de Lima metropolitana (nominal / real).
- $X_{2,t}$: Es el ratio de IPC del sector agrícola entre el IPC de toda la economía.
- $X_{3,t}$: Es el IPC de importaciones de productos agrícolas.
- α_i : Son los parámetros a estimar.
- μ_t : Es una variable aleatoria que captura al resto de los factores que afectan la demanda interna de productos agrícolas domésticos.

Después de desestacionalizar y sacar logaritmos a las series se procedió a estimar la ecuación de demanda interna de productos agrícolas. En la estimación se usó datos mensuales y comprende el periodo 2001-2017. Los parámetros estimados representan a las elasticidades y tienen los signos esperados, es decir, positivo para el efecto ingreso y negativo para el efecto precios medidos con los salarios y los precios, respectivamente.

La regresión de la demanda nominal de productos agrícolas contra el ingreso laboral nominal arroja una elasticidad de 0.8903 mientras que la regresión de la demanda interna de productos agrícolas domésticos arroja una elasticidad ingreso de 0.8957. Estos resultados indican que un cambio en el ingreso laboral aumenta la demanda de productos agrícolas.

Asimismo, usando la demanda interna real de productos agrícolas (demanda interna nominal de productos agrícolas / IPC del sector agrícola) y el salario real (salario nominal / IPC de la economía) la regresión arroja una elasticidad ingresos de 0.3932%. Por tanto, ante un aumento en el ingreso real, la demanda real de productos agrícolas también aumenta.

Considerando la demanda interna real de productos agrícolas, el ratio de precios (IPC sector agrícola / IPC de la economía) y los precios de importación obtenemos las elasticidad de ingresos y precios. Estos resultados nos indican que la elasticidad del ingreso es de 0.4156 y la elasticidad de precios -0.4567 (ver Tabla 17). Estos resultados nos indican que se incrementa la demanda real de productos agrícolas cuando aumentan los ingresos salariales y disminuye la relación de precios del sector agrícolas / precios de toda la economía.

Tabla 17: Estimación de las elasticidades de la demanda de productos agrícolas**Variable dependiente:** Logaritmo de la demanda interna real de productos agrícolas**Método de estimación:** Mínimos Cuadrados Ordinarios**Muestra:** 2001M09 2017M12**Observaciones:** 196

Variable	Coefficiente	Des. Est.	Estadístico t	Probabilidad
Constante	15.8479	0.4048	39.1526	0.0000
Log (Ingreso salarial real)	0.4156	0.0454	9.1520	0.0000
Log (IPC sector agrícola /IPC economía)	-0.4567	0.1197	-3.8158	0.0002
Log (IPC importaciones)	0.1664	0.0284	5.8545	0.0000
R-squared	0.6786	Mean dependent var		20.8396
Adjusted R-squared	0.6736	S.D. dependent var		0.1196
S.E. of regression	0.0683	Akaike info criterion		-2.5086
Sum squared resid	0.8966	Schwarz criterion		-2.4417
Log likelihood	249.8416	Hannan-Quinn criter.		-2.4815
F-statistic	135.1126	Durbin-Watson stat		1.6815
Prob(F-statistic)	0.0000			

Elaboración: Propia - Fuente: MINAGRI

5. MODELO DE PROYECCIÓN

Esta sección describe el modelo de proyección del sector agropecuario (MPSAP). La estructura básica del MPSAP es una aproximación a la representación lineal de un modelo de equilibrio general dinámico para una economía pequeña y abierta adaptado para el análisis del sector agropecuario. Sin embargo, por la limitación de información del sector pecuario, el modelo está esbozado principalmente para el sector agrícola. En ese sentido, se recomienda construir una base de datos del sector pecuario similar a la del sector agrícola y con ello aumentar la cantidad de variables sector pecuario en el modelo.

El modelo cuenta con 4 ecuaciones de comportamiento básicas del sector: (1) demanda agregada, (2) oferta agregada, (3) precios, (4) tipo de cambio. Estas relaciones capturan la dinámica de corto plazo que existe entre las principales variables del sector agropecuario. Este modelo permite hacer proyecciones de los posibles eventos favorables o desfavorables en el sector agropecuario. Cada ejercicio de proyección requiere realizar varios pasos: obtener las series, desestacionalizar las series y realizar ejercicios de proyección. Para todos estos pasos, es necesario que el MINAGRI mantenga una actualización constante de las series de la base de datos usadas en esta investigación. El proceso antes descrito, se recomienda repetirlo cada mes y las proyecciones resultantes discutir las en las reuniones formales entre los tomadores de decisiones y el personal involucrado en el proceso de proyección.

5.1 Estructura del modelo

El MPSAP es un modelo semi-estructural diseñado para representar el comportamiento de corto plazo del sector agropecuario. A continuación, se detalla la nomenclatura general del MPSAP².

5.1.1 Demanda del sector agropecuario

La demanda del sector está compuesta por las siguientes ecuaciones:

$$y_t^{da} = \alpha_{ca}c_t^a + \alpha_{xa}x_t^a - \alpha_{ma}m_t^a + \mu_t^{yda} \quad (1)$$

$$c_t^a = c_0c_{t-1}^a + c_{is}I_t^s + \mu_t^{ca} \quad (2)$$

$$I_t^s = a_{is}I_{t-1}^s + \mu_t^{is} \quad (3)$$

$$x_t^a = a_{xa}x_{t-1}^a + a_{tcrxa}tcr_{t-1}^{xa} + \mu_t^{xa} \quad (4)$$

$$m_t^a = a_{ma}m_{t-1}^a + a_{tcrma}tcr_{t-1}^{ma} + \mu_t^{ma} \quad (5)$$

Donde:

y_t^{da}	: Demanda real de productos agrícolas
c_t^a	: Consumo real de productos agrícolas
x_t^a	: Exportaciones reales de productos agrícolas

² Es importante precisar que todas las variables del modelo están expresadas en periodicidad mensual. Asimismo, las variables están expresadas en términos logarítmicos.

m_t^a	: Importaciones reales de productos agrícolas
I_t^s	: Ingreso salarial de Lima Metropolitana
$\alpha_{ca}, \alpha_{xa}, \alpha_{ma}, c_0, c_{is}, a_{is}, a_{xa}, a_{tcra}, a_m, a_{tcrma}$: Parámetros de la demanda
$\mu_t^{yda}, \mu_t^{ca}, \mu_t^{is}, \mu_t^{xa}, \mu_t^{ma}$: Choques por el lado de la demanda

5.1.2 Oferta del sector agropecuario

La oferta del sector está compuesta por las siguientes ecuaciones:

$$y_t^{sa} = a_t^a + \beta p_t^{xa} - \beta p_t^{sa} + \mu_t^{ysa} \quad (6)$$

$$a_t^a = b_a a_{t-1}^a + \mu_t^{aa} \quad (7)$$

$$y_t^{sp} = \delta_1 y_t^{sp} + \delta_2 c_t^a + \mu_t^{yssp} \quad (8)$$

$$y_t^{sap} = \eta_1 y_t^{sa} + \eta_2 y_t^{sp} + \mu_t^{ysap} \quad (9)$$

Donde:

y_t^{sa}	: Oferta real de productos agrícolas
a_t^a	: Productividad real del sector agrícola
p_t^{xa}	: Precios reales de exportación de productos agrícolas
p_t^{sa}	: Precios reales del sector agrícola
y_t^{sp}	: Oferta real de productos pecuarios
y_t^{sap}	: Oferta real de productos agropecuarios
$\beta, b_a, \delta_1, \delta_2, \eta_1, \eta_2$: Parámetros de la oferta
$\mu_t^{ysa}, \mu_t^{aa}, \mu_t^{yssp}, \mu_t^{ysap}$: Choques por el lado de la oferta

5.1.3 Precios del sector agropecuario

Los precios del sector están compuestos por las siguientes ecuaciones:

$$p_t^{sa} - p_t^{te} = \theta_1 (y_t^{da} - y_t^{sa}) + \mu_t^{psa} \quad (10)$$

$$p_t^{xa} = a_{pxa} p_{t-1}^{xa} + \mu_t^{pxa} \quad (11)$$

$$p_t^{ma} = a_{pma} p_{t-1}^{ma} + \mu_t^{pma} \quad (12)$$

$$p_t^{te} = a_{pte} p_{t-1}^{te} + \mu_t^{pte} \quad (13)$$

Donde:

p_t^{te}	: Precios reales de toda la economía
p_t^{ma}	: Precios reales de importación de productos agrícolas
$\theta_1, a_{pxa}, a_{pma}, a_{pte}$: Parámetros de precios
$\mu_t^{psa}, \mu_t^{pxa}, \mu_t^{pma}, \mu_t^{pte}$: Choques por el lado de precios

5.1.4 Tipo de cambio del sector agropecuario

El tipo de cambio del sector está compuesto por las siguientes ecuaciones:

$$tcr_t^{xa} = tcn_t + p_{t-1}^{xa} - p_{t-1}^{te} + \mu_t^{tcrxa} \quad (14)$$

$$tcr_t^{ma} = tcn_t + p_{t-1}^{ma} - p_{t-1}^{sa} + \mu_t^{tcrma} \quad (15)$$

$$tcn_t = a_{tcn} tcn_{t-1} + \mu_t^{tcn} \quad (16)$$

Donde:

tcr_t^{xa}	: Tipo de cambio real de las exportaciones de productos agrícolas
tcr_t^{ma}	: Tipo de cambio real de las importaciones de productos agrícolas
tcn_t	: Tipo de cambio nominal de la economía
$\theta_1, a_{px}, a_{pm}, a_{pte}$: Parámetros de precios
$\mu_t^{psa}, \mu_t^{pxa}, \mu_t^{pma}, \mu_t^{pte}$: Choques por el lado de precios

5.2 Estimación y simulación

La realización de las simulaciones a partir del modelo requiere primero tener conocimiento de los coeficientes de todas las ecuaciones. Para tener conocimiento de dichos coeficientes se utilizaron dos técnicas: (1) estimaciones uni-ecuacionales utilizando técnicas de econometría clásica y (2) el enfoque bayesiano para estimar los parámetros del modelo, los resultados de esta estimación se muestran en la Tabla 18.

Winkelried (2013)³ indica que la perspectiva bayesiana provee un marco formal para la inferencia sobre los parámetros del modelo, que son tratados como variables aleatorias, al combinar información proveniente de dos fuentes. Primero, los datos en la muestra de estimación, cuya información se resume en la función de verosimilitud. Segundo, creencias, opiniones y, en general, cualquier información fuera de la registrada en la muestra (por ejemplo, estudios previos, casos similares para otros países, entre otros). Esta información debe ser adecuadamente expresada en la forma de funciones de probabilidad, la distribución a priori. Al combinar ambas fuentes, se obtiene el resultado del ejercicio de estimación: la distribución a posteriori de los parámetros, que constituye el objeto estadístico – dada la información muestral y creencias – sobre el que se desarrolla el proceso de inferencia (ver An y Schorfheide, 2007⁴, para mayores detalles).

Tabla 18: Estimación de parámetros del modelo

Parámetro	Prior	Posterior	Parámetro	Prior	Posterior
α_{ca}	1.0000	1.0004	a_{te}	0.8000	0.7997
α_{xa}	1.0000	0.9999	a_{pma}	0.8000	0.8002
α_{ma}	1.0000	1.0001	a_{psa}	0.8000	0.8000
c_0	0.8000	0.8001	ρ_{yda}	0.9000	0.9002
c_{is}	0.7000	0.6999	ρ_{is}	0.9000	0.9000
a_{is}	0.8000	0.7999	ρ_{tcn}	0.9000	0.8999
a_{xa}	0.8000	0.8000	ρ_{ca}	0.9000	0.9001
a_{tcrxa}	0.8000	0.8000	ρ_{xa}	0.9000	0.9000
a_{tcn}	0.8000	0.8001	ρ_{tcrxa}	0.9000	0.9002
a_{ma}	0.8000	0.7999	ρ_{ma}	0.9000	0.9004
a_{tcrma}	0.8000	0.8001	ρ_{tcrma}	0.9000	0.9001
β	0.6000	0.6001	ρ_{ysa}	0.9000	0.9009
b_{aa}	0.8000	0.8001	ρ_{aa}	0.9000	0.8999
δ_1	0.8000	0.7999	ρ_{ysp}	0.8000	0.8000
δ_2	0.2000	0.2001	ρ_{ysap}	0.8000	0.8062
η_1	1.0000	0.9968	ρ_{psa}	0.9000	0.8999
η_2	1.0000	0.9971	ρ_{pxa}	0.9000	0.9000
θ_1	0.2000	0.2002	ρ_{pma}	0.9000	0.8999
a_{pxa}	0.8000	0.8001	ρ_{pte}	0.9000	0.9001

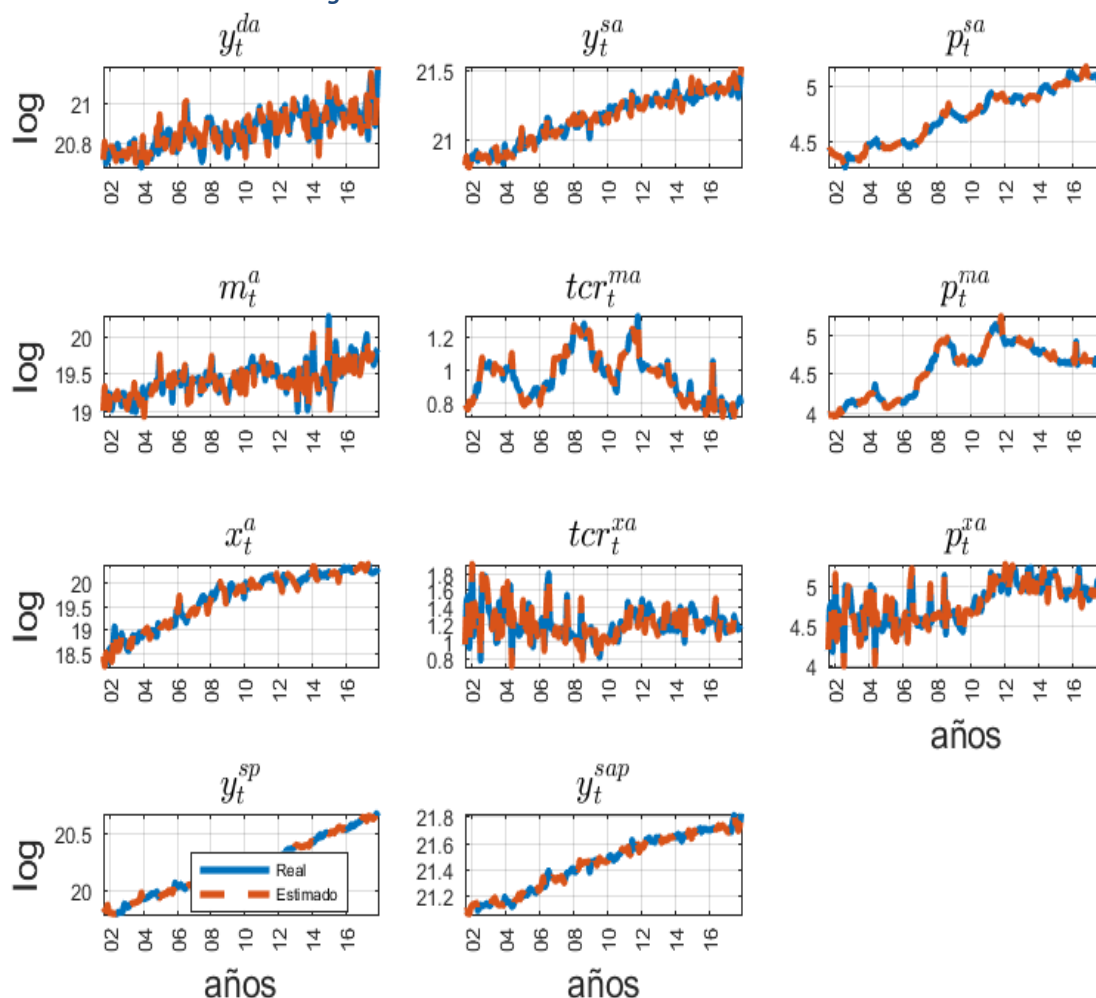
Elaboración: Propia

³ Winkelried, D. (2013). "Modelo de Proyección Trimestral del BCRP: Actualización y novedades". Revista Estudios Económicos, 26, 9-60.

⁴ An, S. y F. Schorfheide (2007). "Bayesian analysis of DSGE Models", Econometric Reviews, 26(2-4), 113-172.

Usando los parámetros se procede a comparar las series reales y estimadas del modelo. La línea negra punteada representa los datos realmente observados, mientras que la línea roja representa la estimación de la variable suavizada ("mejor estimación de la variable observada para todas las observaciones"), derivada del suavizador de Kalman en el modo posterior (Estimación Bayesiana). En el Figura 99 se observa que ambas series son idénticas, es decir, no exista error de medición y por tanto se puede proceder a simular funciones impulso-respuesta con el modelo.

Figura 99: Series reales vs series estimadas



Elaboración: Propia

El análisis de funciones impulso-respuesta supone que la economía que representa el MPSAP se encuentra inicialmente en su estado estacionario⁵. Este tipo de simulaciones permite obtener las funciones impulso-respuesta del modelo, las cuales representan la dinámica generada en las variables conforme el choque se propaga. Los ejercicios consisten en: choque positivo de demanda de productos agrícolas (Figura 100), choque negativo de ingreso salarial (Figura 101), choque de negativo de productividad del sector agrícola (fenómeno del niño) (Figura 102), choque positivo de las exportaciones de productos agrícolas (Figura 103), choque positivo del precio de exportación de productos agrícolas (Figura 104), choque positivo del precio de importación de productos agrícolas

⁵ Departamento de Modelos Macroeconómicos (2009). "Modelo de Proyección Trimestral del BCRP", Banco Central de Reserva del Perú, Documento de Trabajo 2009-006.

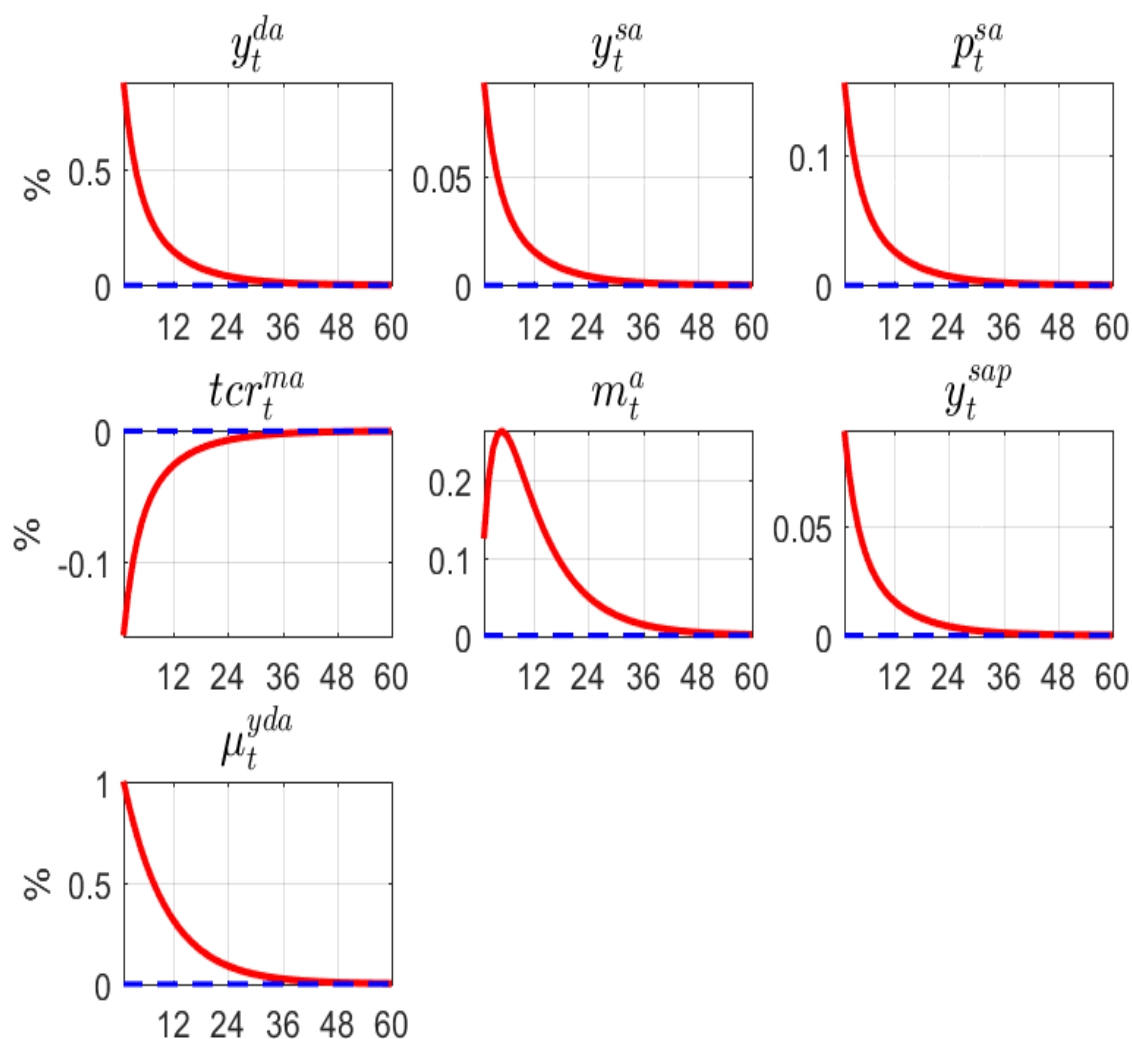
(Arancel a la importación de productos agrícolas) (Figura 105), choque positivo al precio de los productos agrícolas (IGV a los productos agrícolas) (Figura 106).

En la Figura 100 se muestra la simulación de un choque positivo de demanda de productos agrícolas. Esta simulación consiste en una desviación de 1 por ciento en la demanda agregada de productos agrícolas respecto a su estado estacionario. En este gráfico se muestra la dinámica de las principales variables del modelo: demanda agregada real de productos agrícolas (y_t^{da}), oferta agregada real de productos agrícolas (y_t^{sa}), precios del sector agrícola en base 2007 (p_t^{sa}), tipo de cambio real de las importaciones de productos agrícolas (tcr_t^{ma}), importaciones de productos agrícolas (m_t^a) y la producción real total del sector agropecuario (y_t^{sap}).

El incremento de la demanda agregada real de productos agrícolas durante un mes incrementa el precio del sector agrícola. Este incremento en los precios del sector agrícola, disminuye el tipo de cambio real de las importaciones e incrementa la oferta de productos agrícolas. El incremento en la oferta de productos agrícolas incrementa la oferta del sector agropecuario.

Esta situación es, por ejemplo, cuando el gobierno empezó a comprar papa a los agricultores. Esta compra de papas por parte del gobierno fue un choque positivo a la demanda de productos agrícolas.

Figura 100: Choque positivo de demanda de productos agrícolas

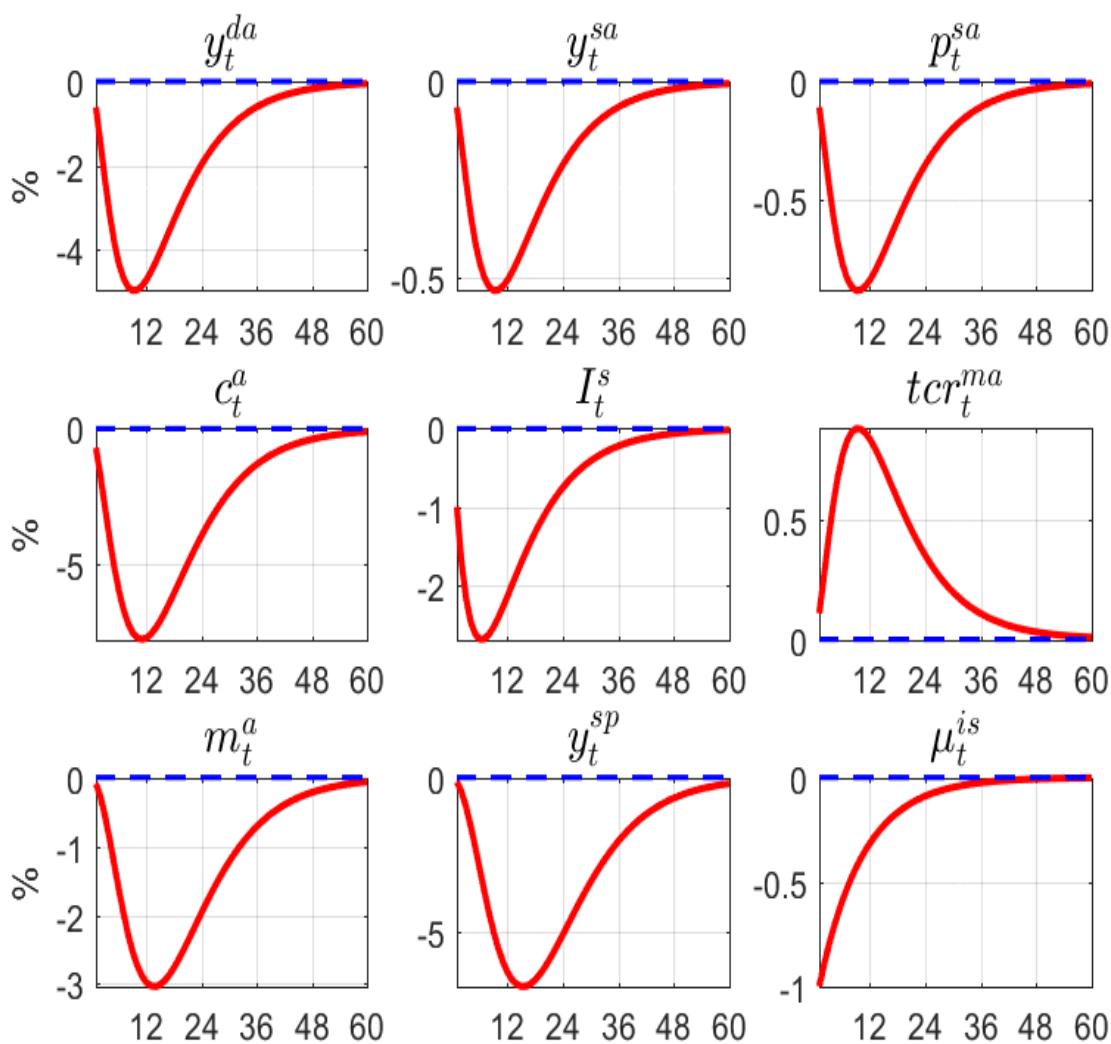


Elaboración: Propia

En la Figura 101 se presentan las respuestas del modelo cuando se produce un choque negativo en el ingreso salarial. El menor ingreso salarial impacta negativamente sobre el consumo. Este menor consumo reduce la demanda. Al reducirse la demanda los precios del sector agrícola disminuyen. Esta disminución en los precios impacta negativamente sobre la oferta de productos agrícolas. La menor oferta de productos agrícolas reduce la oferta del sector agropecuario.

Esta situación se está dando en la actualidad como consecuencia de la disminución del empleo. La caída en el empleo se puede interpretar como un choque negativo en el ingreso salarial.

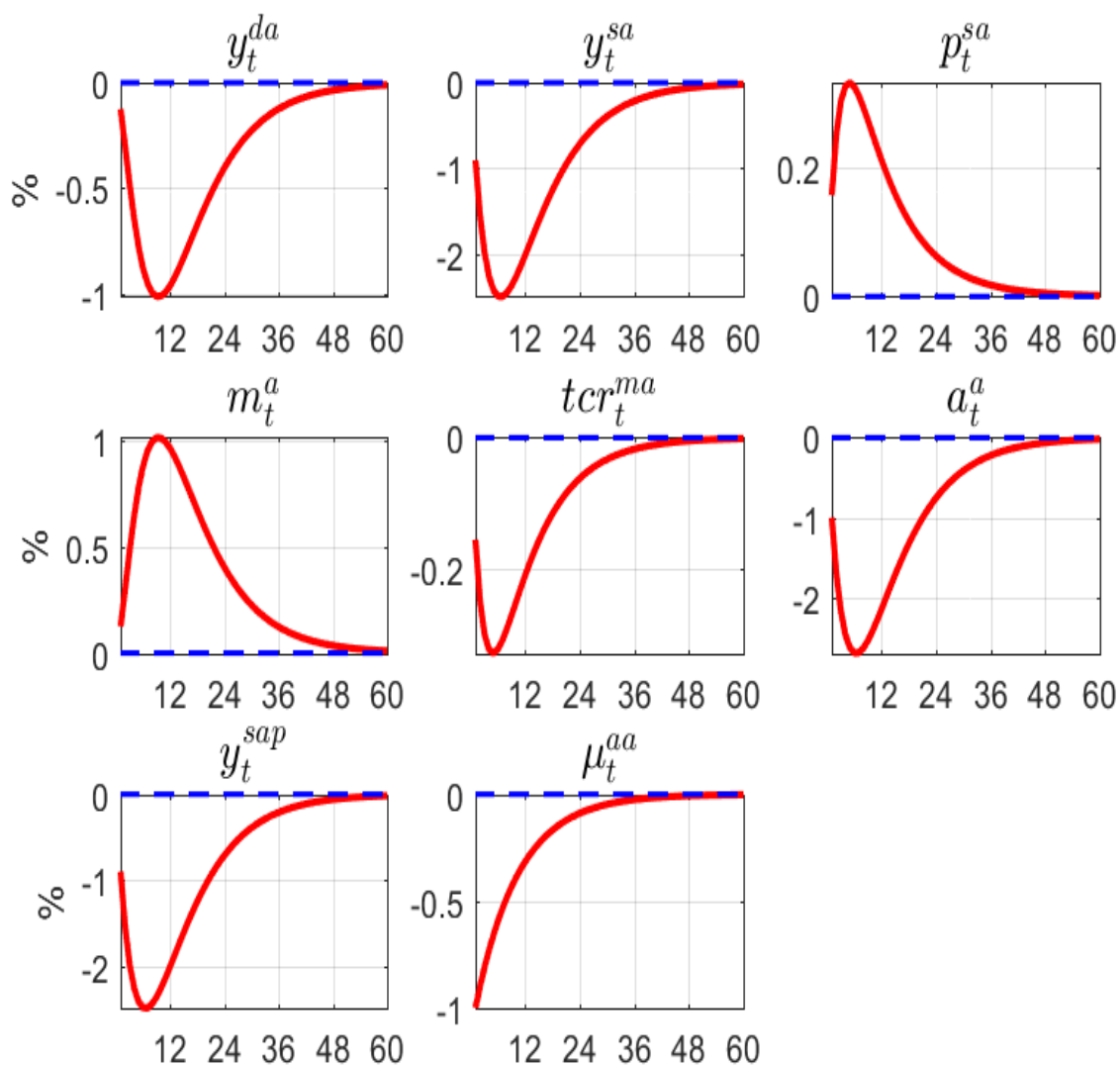
Figura 101: Choque negativo de ingreso salarial



Elaboración: Propia

En la Figura 102, se presenta una simulación en la que el modelo recibe un choque negativo de productividad. Por ejemplo, la ocurrencia de un fenómeno del niño. El choque negativo de la productividad afecta negativamente la oferta de productos agrícolas. Esta menor oferta causa una escasez de productos agrícolas, está mayor escasez incrementa el precio y ese incremento del precio reduce la demanda de productos agrícolas. El incremento del precio del sector agrícola impacta negativamente sobre el tipo de cambio de las importaciones que finalmente aumenta las importaciones. Asimismo, la reducción de la oferta de productos agrícolas reduce la oferta del sector agropecuario.

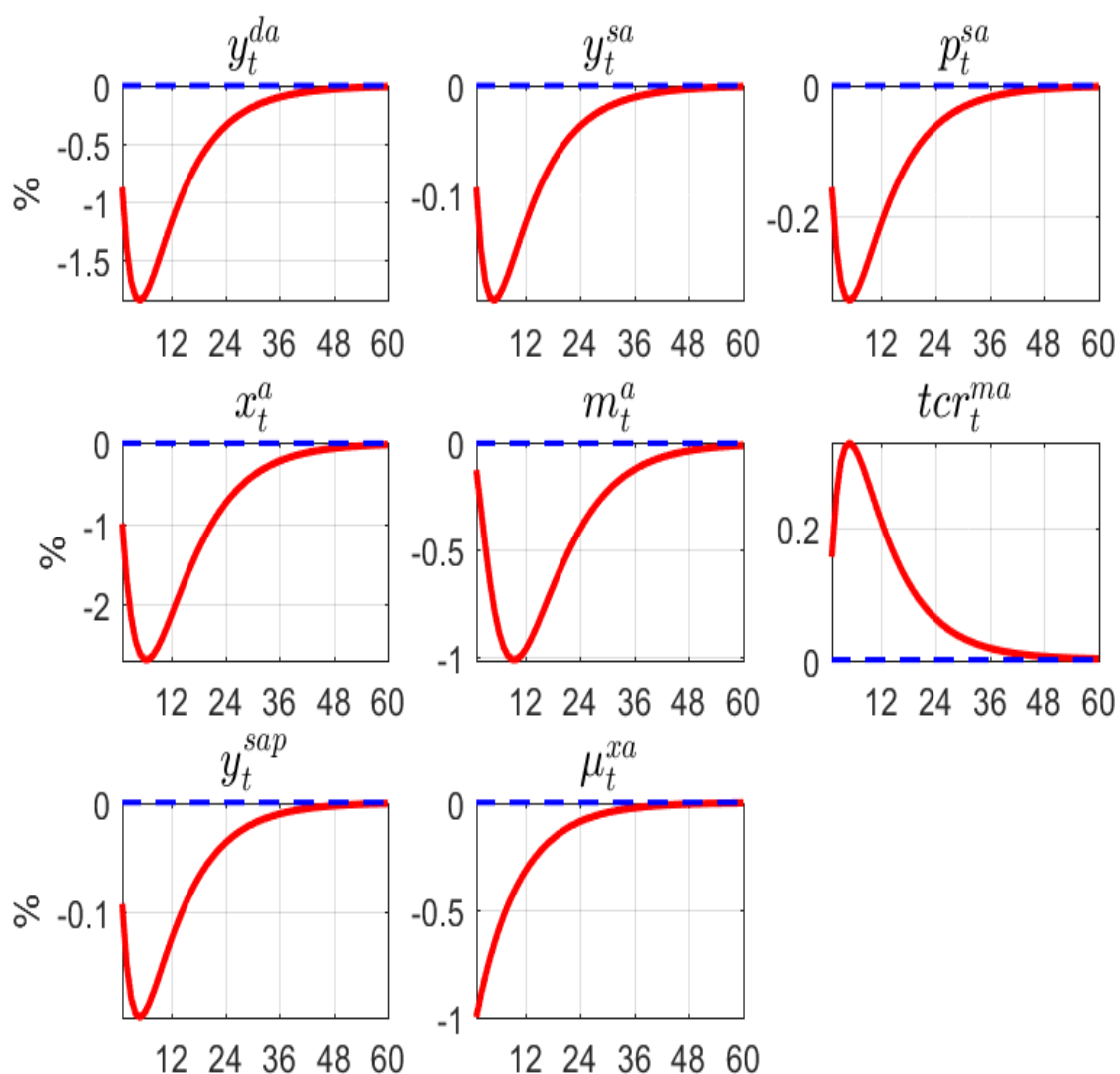
Figura 102: Choque de negativo de productividad del sector agrícola (Fenómeno del Niño)



Elaboración: Propia

En la Figura 103 se muestra la respuesta del modelo ante un shock negativo de las exportaciones. Este puede ser, por ejemplo, la culminación de un TLC o la reducción del poder adquisitivo de las personas del resto del mundo como consecuencia de una crisis financiera. El shock negativo de exportaciones, es decir, la menor demanda externa de productos agrícolas reduce la demanda de productos agrícolas. Esta menor demanda genera un aumento de inventarios de los productos agrícolas y por ende los productores se verán en la necesidad de disminuir el precio de sus productos con el objetivo de deshacerse de su producción y con ello evitar que se malogre. El menor precio del sector agrícola incrementa el tipo de cambio de las importaciones y con ello disminuye las importaciones.

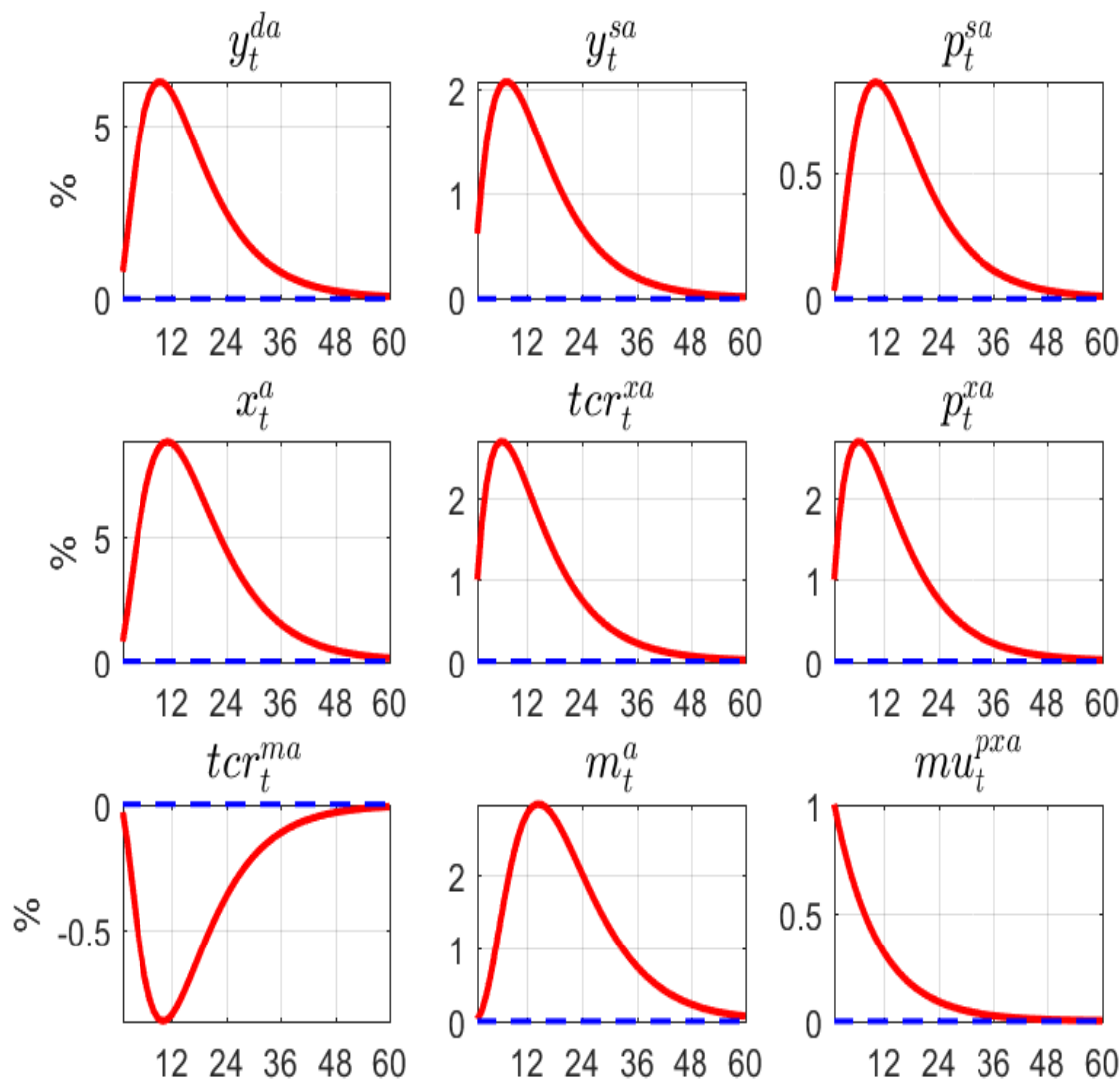
Figura 103: Choque negativo de las exportaciones de productos agrícolas



Elaboración: Propia

En la Figura 104, el modelo responde a un choque positivo de precios de exportación de productos agrícolas. Este incremento en el precio de exportación incrementa el tipo de cambio y con ello las exportaciones de productos agrícolas. La mayor exportación de productos agrícolas incrementa la demanda y esta mayor demanda aumenta los precios del sector agrícola. El aumento de precios de exportación motiva a los productores agrícolas a invertir y producir productos de agroexportación. Sin embargo, el incremento de precios del sector agrícola reduce el tipo de cambio de importaciones y con ello incrementa las importaciones que puede perjudicar a los productores si no se impone una restricción a la importación de productos agrícolas determinados.

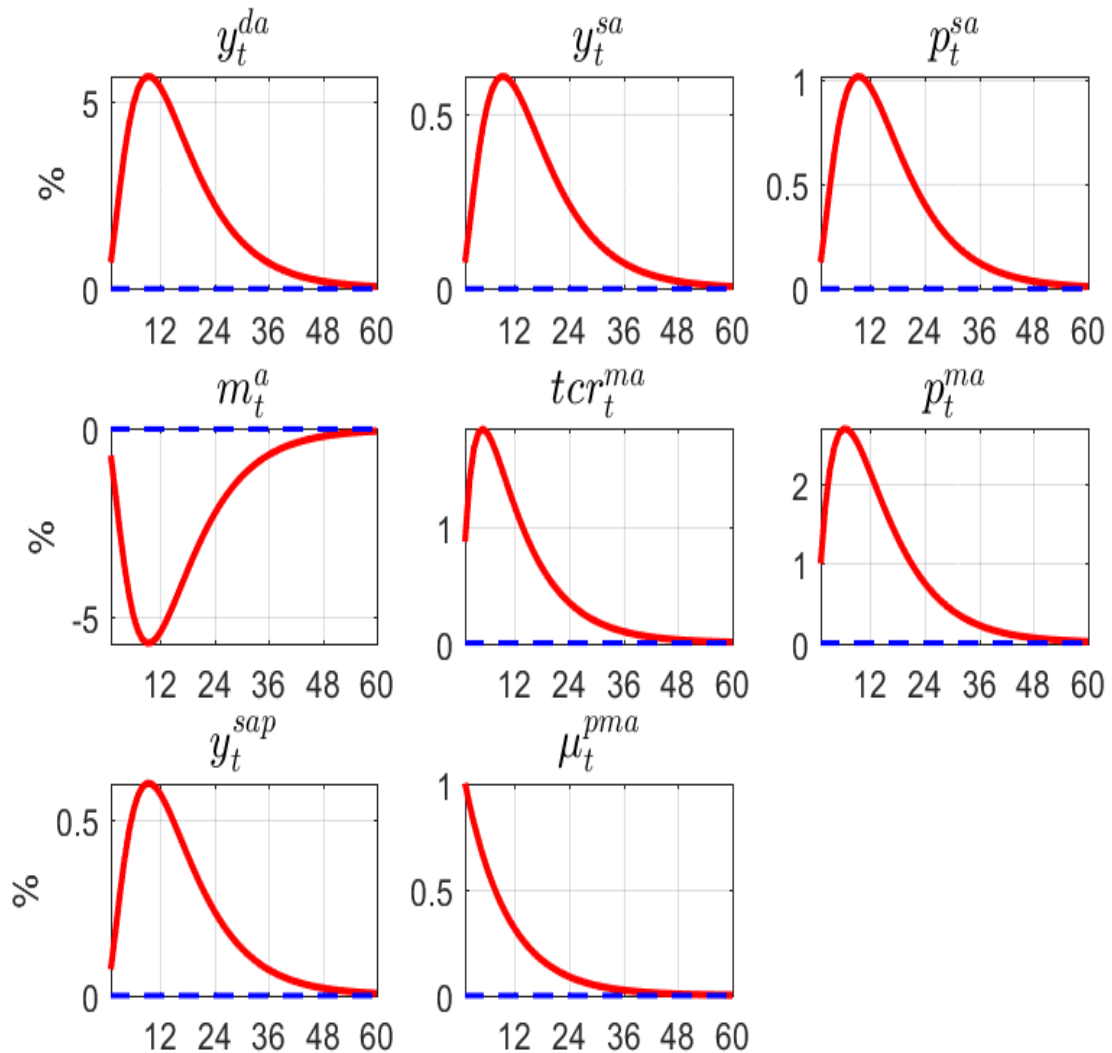
Figura 104: Choque positivo del precio de exportación de productos agrícolas



Elaboración: Propia

En la Figura 105 se simula un choque positivo del precio de las importaciones de productos agrícolas. Este choque se logra con la imposición de un arancel a la importación de productos agrícolas. Con la imposición de un arancel, se incrementará el precio de las importaciones logrando que la demanda de productos importados se reduzca y permitiendo que productos agrícolas locales sean demandados. Esta mayor demanda de productos agrícolas incrementará el precio y por ende los productores tendrán incentivos a producir más. El incremento en la producción del sector agrícola incrementará la producción del sector agropecuario.

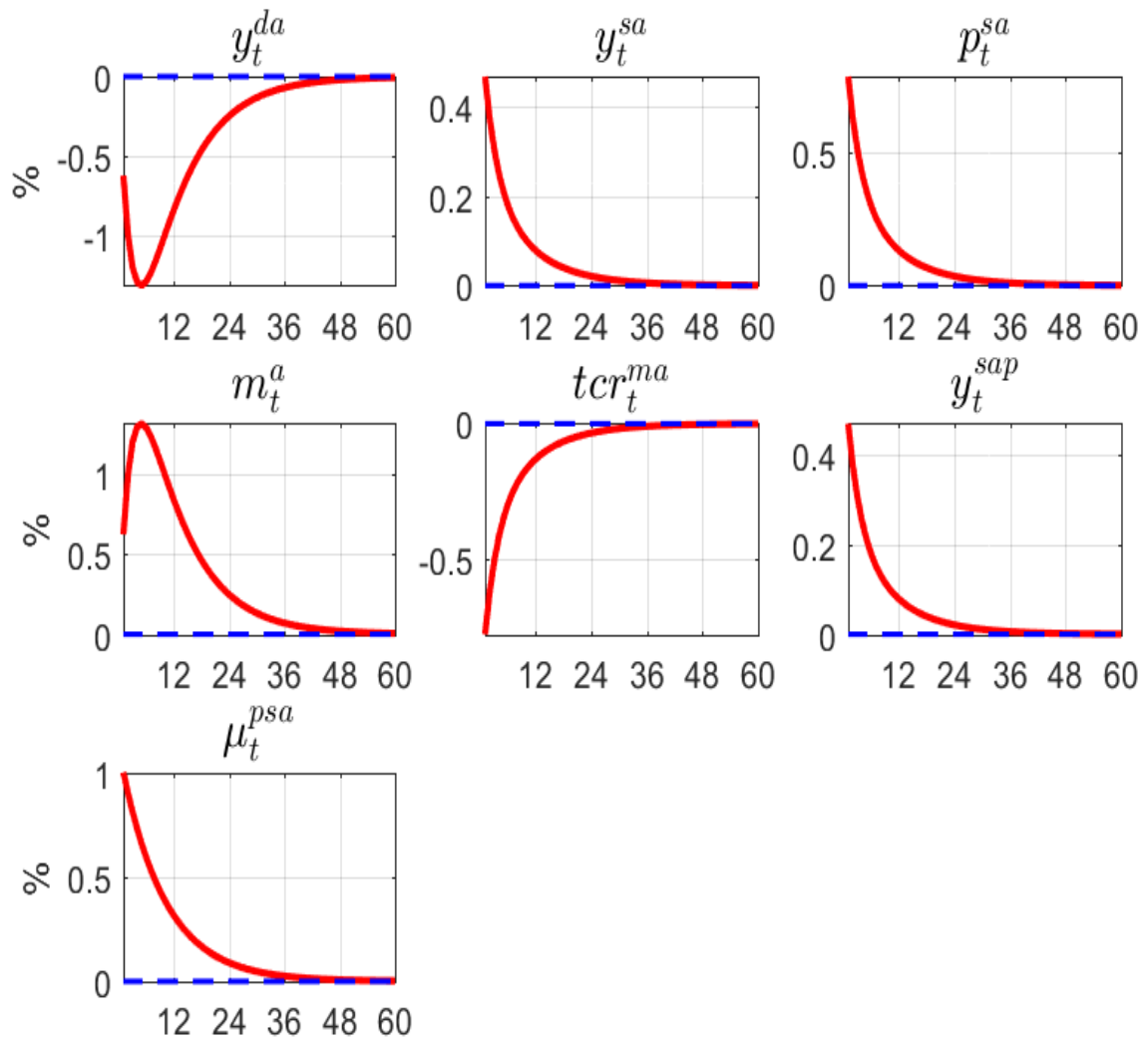
Figura 105: Choque positivo del precio de importación de productos agrícolas (Arancel a la importación de productos agrícolas)



Elaboración: Propia

La Figura 106 recoge los resultados de la simulación de un incremento de los precios agrícolas, por ejemplo, la aplicación de un impuesto tales como el IGV a productos agrícolas. Este incremento en los precios del sector agrícola reducirá la demanda del sector agrícola. Asimismo, el incremento en los precios reducirá el tipo de cambio real de las importaciones agrícolas y con ello aumentará las importaciones. Además, el aumento en precio del sector agrícola incrementará la oferta de productos agrícolas.

Figura 106: Choque positivo al precio de los productos agrícolas (IGV a los productos agrícolas)



Elaboración: Propia

6. CONCLUSIONES

El objetivo de la presente investigación fue la elaboración de un modelo de PBI para el sector agropecuario. Sin embargo, la falta de base de datos y la presencia de discontinuidades en series agrícolas por ausencia de datos fue una restricción importante para lograr dicho objetivo. Es por ello que el principal aporte de este documento se centra en el ordenamiento y sistematización de datos para el periodo 1994-2017. Esta sistematización incluyó el ordenamiento, procesamiento y reclasificación de datos mensuales para el periodo 1994-2017. La reclasificación de productos generó nueve (09) subsectores, seis (06) subsectores agrícolas y tres (03) pecuarios. Por un lado, el sector agrícola se dividió en (1) Tubérculos y Raíces, (2) Frutas, (3) Verduras y Hortalizas, (4) Productos industrias, (5) Alimento para animales y (6) Granos y Cereales. Por otro lado, sector pecuario se dividió en (1) Animales que comen pasto, (2) Animales que no comen pasto, (3) Productos derivados de animales.

Con la información ordenada y sistematizada se procedió a construir índices de precios de Paasche, Laspeyres y Divisia. Sin embargo, por la existencia de missing values, se procedió a reconstruir las series a nivel de sub sector. Para poder reconstruir las series se optó por trabajar con cinco períodos: (1) enero 2001 - diciembre 2016, (2) enero 1997 - diciembre 2000, (3) enero 1995 - diciembre 1996, (4) enero 1994 - diciembre 1995 y (5) enero 2017 - diciembre 2017. No obstante, el índice de Divisia fue robusto a la existencia de missing values en el sector agrícola doméstico y en las exportaciones e importaciones de productos agrícolas. Por ello, la primera recomendación de esta investigación es usar el índice de Divisia para tratar series con missing values.

Después de tratar las series y construir los índices de precios y cantidades para cada sub sector y con el objetivo de analizar el comportamiento del sector agropecuario, se procedió a usar el ARIMA-X12 con el software Eviews 9 para obtener las series desestacionalizadas y la tendencia de corto plazo obtenida con el filtro de Henderson dentro del ARIMA-X12. Asimismo, se usó el filtro Hodrick Prescott para obtener la tendencia de largo plazo. De este análisis se concluye que el sector agropecuario presenta mucha volatilidad y por ello recomienda usar la tendencia de corto plazo en vez de las series desestacionalizadas para realizar proyecciones del sector. Los resultados encontrados son que entre 1994 y 2017 el sector agropecuario ha crecido 4.81% de los cuales los sub sectores agrícola y pecuario ha aportado con el 2.81% (58.40%) y 2% (41.60%) respectivamente. Sin embargo, el aporte del sector agrícola ha disminuido mientras que el del sector pecuario ha aumentado. El aporte del sector agrícola ha pasado de 67.38% en el primer periodo (1994-2003) a 33.61% en el tercer periodo (2014-2017).

En el sector agrícola, el sub sector de Frutas ha contribuido al crecimiento del sector agrícola en 20.40% y es el sector que más ha contribuido. Sin embargo, al desagregar en sub periodos, la contribución de los sub sectores ha cambiado a lo largo del tiempo. Entre 1994 y 2003, el sub sector que más contribuía al crecimiento del sector agrícola era el de Granos y Cereales con 18.31%, mientras que el de productos industriales era el que menos contribuía con apenas el 13.63%. Entre 2014 y 2017 la composición de los sectores cambió respecto al primer periodo, puesto que en dicho periodo los sectores que más han contribuido son las Frutas y los Productos Industriales con 49.06% y 34.40%, respectivamente.

En el sector pecuario, a partir del 2004 se produce un cambio de tendencia en el grupo de los animales que no comen pasto y a partir del 2014 la tendencia de los animales que comen pasto empieza a descender. Asimismo, sub sector de animales que no comen pasto aporta el 64.67% al crecimiento del sector pecuario durante el periodo de 1994 a 2017.

El sector externo está determinado por las importaciones y exportaciones de productos agrícolas. Por un lado, entre 2000 y 2017, las exportaciones representaron el 98.63% del crecimiento del sector agrícola. Por otro lado, en dicho periodo, las importaciones de productos agrícolas disminuyeron el

crecimiento del sector agrícola en 28.53%. Este resultado ha permitido que la demanda interna contribuya con el 29.90% al crecimiento del sector agrícola entre 2000 y 2017.

En base a precios de importación y exportación de productos agrícolas se construyeron los términos de intercambio calculados con los índices de precios de Paasche y Divisia respectivamente. Por un lado, se usó el índice de Paasche porque es el que usa el BCRP para computar los términos de intercambio. Por otro lado, se usó el índice de Divisia porque es el que mejor responde a la existencia de missing values debido a los cambios en las partidas arancelarias. Los resultados nos muestran que los términos de intercambio están empezando a recuperarse a partir del 2014 y por tanto el bienestar del sector agrícola está recuperándose.

Asimismo, computando las funciones de distribución de densidad de Kernel para la productividad, se concluye que la productividad de los productos ha aumentado cuando analizamos los sub sectores agrícolas. El sub sector de Verduras y Hortalizas es el que tiene la mayor productividad y aumentó de 6,048 soles en el 2007 a 8,587 soles en el 2017. Mientras que el sub sector de alimentos para animales es el de menor productividad y ha aumentado de 2,751 soles en el 2002 a 5,523 soles en el 2017. Asimismo, la productividad del sub sector de Frutas está por debajo del de Verduras y Hortalizas, pero se ha incrementado de 5,953 soles en el 2002 a 8,319 soles en el 2017.

De otro lado, el análisis previo también indica que la productividad de los productos ha aumentado. Sin embargo, los resultados también indican que gran parte de los productos poseen baja productividad. Por un lado, entre 1994 y 2003 la productividad máxima es de 24,983 soles alcanzada por el espárrago, pero la productividad de la mayoría de los productos está entre 0 y 10,000 soles. Por otro lado, entre 2004 y 2013, la máxima productividad se incrementó a 34,456 soles y también es alcanzada por el espárrago. La productividad del resto de productos también aumentó, pero sigue siendo baja ubicándose entre 0 y 12,000 soles. Finalmente, entre 2014 y 2017, la productividad máxima fue 45,605 soles y ahora fue alcanzado por la uva. En este periodo el espárrago pasó a ocupar el puesto 7 en productividad con 36,189 soles. La productividad del resto de productos también aumentó y ahora se ubicó entre 0 y 20,000 soles, sin embargo, gran parte de los productos todavía sigue ubicándose alrededor de los 4,000 soles de productividad.

Adicionalmente, usando datos de ingreso laboral para Lima metropolitana, precios de importaciones y precios de la economía peruana junto con la demanda interna de productos agrícolas, se obtienen las elasticidades de ingresos y precios. Por un lado, la regresión de la demanda nominal de productos agrícolas contra el ingreso laboral nominal arroja una elasticidad de 0.8903 mientras que la regresión de la demanda interna de productos agrícolas domésticos arroja una elasticidad ingreso de 0.8957. Estos resultados indican que un incremento en el ingreso laboral aumenta la demanda de productos agrícolas. Por otro lado, considerando la demanda interna real de productos agrícolas, el ratio de precios (IPC sector agrícola / IPC de la economía) y los precios de importación, se obtienen las elasticidades de ingresos y precios. La elasticidad del ingreso es de 0.4156 y la elasticidad de precios - 0.4567. Estos resultados nos indican que se incrementa la demanda real de productos agrícolas cuando aumentan los ingresos salariales y disminuye la relación de precios del sector agrícolas / precios de toda la economía.

Finalmente, se plantea un Modelo de Proyección del Sector Agropecuario (MPSAP). La estructura básica del MPSAP es una aproximación a la representación lineal de un modelo de equilibrio general dinámico para una economía pequeña y abierta adaptado para el análisis del sector agropecuario. Sin embargo, por la limitación de información del sector pecuario, el modelo está esbozado principalmente para el sector agrícola. El MPSAP cuenta con 4 ecuaciones de comportamiento básicas del sector: (1) demanda agregada, (2) oferta agregada, (3) precios, (4) tipo de cambio. Estas relaciones capturan la dinámica de corto plazo que existe entre las principales variables del sector agropecuario.

Los parámetros del modelo han sido calibrados y estimados usando se utilizaron dos técnicas: (1) estimaciones uni-ecuacionales utilizando técnicas de econometría clásica y (2) el enfoque bayesiano. Usando el MPSAP, se simulan las funciones impulso-respuesta ante siete choques: (1) choque positivo de demanda de productos agrícolas, (2) choque negativo de ingreso salarial, (3) choque de negativo de productividad del sector agrícola (fenómeno del niño), (4) choque positivo de las exportaciones de productos agrícolas, (5) choque positivo del precio de exportación de productos agrícolas, (6) choque positivo del precio de importación de productos agrícolas (Arancel a la importación de productos agrícolas), (7) choque positivo al precio de los productos agrícolas (IGV a los productos agrícolas).

En base a la información estadística sistematizada se recomienda al MINAGRI brindar reportes estadísticos trimestrales/semestrales de información agrícola. Asimismo, se recomienda ampliar la sistematización de información agropecuaria a nivel regional. Una vez sistematizada la información del sector pecuario similar al sector agrícola, se recomienda incorporar más variables del sector pecuario en el MPSAP. Asimismo, una vez lograda la sistematización de información de exportaciones e importaciones de productos agropecuarios de acuerdo a los sub sectores generados en el sector agrícola se recomienda ampliar el MPSAP para el análisis sub sectorial.

7. BIBLIOGRAFÍA

- An, S. y F. Schorfheide (2007). "Bayesian analysis of DSGE Models", *Econometric Reviews*, 26(2-4), 113-172.
- Anghelache, C., Marinescu, R. T., Gheorghe, M., Bichir, V., y Nan, S. (2012). "The Laspeyres and Paasche Indices Used in Economic and Financial Analysis". *Romanian Statistical Review Supplement*, 60(1), 78-83.
- Dagum, E. (1980). "The X-11-ARIMA Seasonal Adjustment Method". Canada: Statistics Canada.
- Dagum, E. (1988). "The X-11-ARIMA/88 Seasonal Adjustment Method". Canada: Statistics Canada.
- Departamento de Modelos Macroeconómicos (2009). "Modelo de Proyección Trimestral del BCRP", Banco Central de Reserva del Perú, Documento de Trabajo 2009-006.
- Diewert, W. E. (1976). "Exact and superlative index numbers". *Journal of econometrics*, 4(2), 115-145.
- Diewert, W. E. (1978). "Superlative index numbers and consistency in aggregation". *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 883-900.
- Diewert, W. E. (1987). "The effects of an innovation: a trade theory approach". *Canadian Journal of Economics*, 694-714.
- Espasa, A. (1993). "El Problema de la desestacionalización de las series económicas". En J. R. Cancelo, & A. Espasa, *Métodos cuantitativos para el análisis de la coyuntura económica* (págs. 461-478). Madrid: Alianza.
- Findley, D., Monsell, B., Bell, W. y Otto, M. (1998). "New Capabilities and Methods of the X-12-ARIMA Seasonal Adjustment Program". *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol 16.
- Hamilton, J. D. (2017). "Why you should never use the Hodrick-Prescott filter". *Review of Economics and Statistics*, 1-45.
- Hernández Calderón, José M. (2007). "Perú. Nota de análisis sectorial Agricultura y Desarrollo rural". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) - Corporación Andina de Fomento (CAF).
- Hodrick, R. y Prescott, E. (1980). "Postwar US Business Cycles: An Empirical Investigation". *Carnegie Mellon University discussion paper No. 451*.
- Kydland, F. E. y Prescott, E. C. (1990). "Business cycles: Real facts and a monetary myth". En J. H. Hartley, K. D. Hoover, & K. D. Salyer, *Real business cycles: a reader* (págs. 57-82). Londres y Nueva York: Routledge.
- MINAGRI. (2016). "Clasificación Nacional de productos agrarios 2016". Lima: Tarea Asociación Gráfica Educativa I.
- Nerlove, M. (1964). "Spectral Analysis of seasonal Adjustment Procedures". *Econométrica*, V. 32, 241-285.
- Río, A. d. (1999). "Agregación Temporal y filtro Hodrick Prescott". *Tesina CEMFI Nro. 9910*.

- Seminario, Bruno (2016). "El desarrollo de la economía peruana en la era moderna: precios, población, demanda y producción desde 1700". Universidad del Pacífico.
- Shiskin, J., Young, A. y Musgrave, J. (1967). "The X-II variant of the Census Method-II Seasonal Adjustment Program". Technical Paper 15, U.S. Bureau of the Censu.
- Thomas, J. y Wallis, K. (1971). "Seasonal Variation in Regression Analysis". Journal of the Royal Statistical Societ, 57-72.
- Tovar Rodríguez, P., y Chuy Kon, A. (2000). "Términos de intercambio y ciclos económicos: 1950-1998". Revista Estudios Económicos, (6).
- Villarreal, F. G. (2005). "Elementos teóricos del ajuste estacional de series económicas utilizando X-12-ARIMA y TRAMO-SEATS". Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Winkelried, D. (2013). "Modelo de Proyección Trimestral del BCRP: Actualización y novedades". Revista Estudios Económicos, 26, 9-60.



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO

Dirección General de Políticas Agrarias
Dirección de Estudios Económicos
Jr. Cahuide N. 805, Jesús María, Lima 1

Para mayor información:
estudios-dee@midagri.gob.pe
www.gob.pe/midagri