

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**



**"PRODUCTIVIDAD E INNOVACIÓN EN EL CRECIMIENTO
DEL SECTOR AGROPECUARIO PERUANO: 2008-2016"**

Presentada por:

CLAUDIO STEFANO SABINO CASTAGNINO PASTOR

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO
MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**

Lima – Perú

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**

**“PRODUCTIVIDAD E INNOVACIÓN EN EL
CRECIMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO
PERUANO: 2008-2016”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por:

CLAUDIO STEFANO SABINO CASTAGNINO PASTOR

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg.Sc. María de Lourdes Tapia y Figueroa
PRESIDENTE

Mg.Sc. Agapito Linares Salas
ASESOR

Mg.Sc. Ramón Diez Matallana
MIEMBRO

Mg.Sc. Luis Alberto Guillen Vidal
MIEMBRO

DEDICATORIA

A mí Madre, a mis tías: Alicia (Q.E.P.D), Ines y Martha (Q.E.P.D), asimismo a mis tías abuelas: María Luisa (Q.E.P.D) y Rosa (Q.E.P.D), y abuelo Luis (Q.E.P.D), por quererme y apoyarme siempre.

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso creador de todo lo cuando hay en el cielo y la tierra. Por iluminarme en mi vida ante los problemas sin rendirme.

Al Mg.Sc. Agapito Linares, por su excelencia, paciencia y visión para que esta investigación científica sea posible.

A la Escuela de Pos Grado de la Universidad Nacional Agraria La Molina por su excelencia en la formación académica y a los profesores que lo hacen posible.

A Northern Virginia Community College por la apreciada y solida formación en tecnologías de Informatica.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1. Objetivo Principal	3
1.1.2. Objetivos Específicos	3
1.2 JUSTIFICACIÓN	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 ANTECEDENTES	4
2.2 MARCO TEÓRICO.	8
2.2.1. Modelo de Solow y Modelo Cobb-Douglas	8
2.2.2. Heterocedasticidad	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 METODOLOGÍA	13
3.1.1. Tipo y diseño de estudio	13
3.1.2. Universo y muestra, ámbito, espacio temporal	13
3.2. MODELOS EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN	13
3.2.1. Modelo de Solow	13
3.2.2. Modelo Alternativo de Cobb-Douglas	14
3.2.3. Método de Errores estándar robusto	15
3.3. VARIABLES	16
3.3.1. Variable Endógena	16
3.3.2. Variables Exógenas	16
3.4. HIPÓTESIS	18
3.4.1. Hipótesis Principal	18
3.4.2. Hipótesis Específicas	18

3.5. FUENTES DE INFORMACIÓN	18
3.6. METODOLOGÍA PARA LA PRUEBA DE LAS HIPÓTESIS	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1 RESULTADOS	21
4.1.0. Resultados de los Modelos	21
a. Modelo de Solow	21
b. Modelo de Cobb-Douglas	27
4.1.1 Crecimiento poblacional y producción agropecuaria per cápita del Perú.	28
4.1.2 Relación directa y significativa entre la poca inversión en capital físico con la producción agropecuaria per cápita en Perú.	28
4.1.3 Impacto de la escasa productividad, escasa innovación tecnológica, el bajo crecimiento poblacional y la escasa asignación de capital físico sobre el crecimiento de la producción agropecuaria per cápita en Perú.	29
4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	29
V. CONCLUSIONES	32
VI. RECOMENDACIONES	33
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
VIII. ANEXOS	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Valor Agregado, Valor de la Producción (Millones de soles, base 2007) e Índice de precios del sector agropecuario de Perú.....	4
Figura 2: Superficie Sembrada, Superficie Cosechada (hectáreas) e Inversión Extranjera (millones de dólares americanos) en el sector agropecuario de Perú.....	5
Figura 3: PBI agropecuario sobre el PBI del Perú (porcentaje).....	6
Figura 4: PEA calificada agropecuaria (porcentaje).....	7
Figura 5: Modelo de Solow.....	8
Figura 6: Productividad e Innovación Tecnológica, Tasa de Crecimiento Poblacional y Gasto Publico Agropecuario (Modelo de Solow).....	26
Figura 7: Productividad e Elasticidad de Gasto Publico Agropecuario PEA agropecuaria per cápita (Modelo de Cobb-Douglas).....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Definición de Variables de los Modelos.....	17
Tabla 2: Metodología para las Hipótesis base Teórica.....	19

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Base de datos del Modelo de Solow.....	39
ANEXO 2: Base de datos del modelo de Cobb-Douglas - Gasto Publico Agropecuario de la PEA agropecuaria per cápita.....	40
ANEXO 3: Base de datos del modelo de Cobb-Douglas - Valor Bruto Agropecuario de la PEA agropecuaria per cápita.....	41
ANEXO 4: Primera Regresión.....	42
ANEXO 5: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Standar de la Regresión Primera.....	42
ANEXO 6: Segunda Regresión.....	43
ANEXO 7: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Standar de la Regresión Segunda.....	43
ANEXO 8: Tercera Regresión.....	44
ANEXO 9: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Standar de la Regresión Tercera.....	44
ANEXO 10: Cuarta Regresión.....	45
ANEXO 11: Regresión de la Heteroscedasticidad-Robust Error Standar de la Regresión Cuarta.....	45
ANEXO 12: Quinta Regresión.....	45
ANEXO 13: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Standard de la Regresión Quinta.....	46
ANEXO 14: Sexta Regresión.....	46
ANEXO 15: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Standar de la Regresión Sexta.....	47
ANEXO 16: Regresión 2008.....	47
ANEXO 17: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2008).....	47
ANEXO 18: Regresión 2009.....	48
ANEXO 19: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2009).....	48

ANEXO 20: Regresión 2010.....	48
ANEXO 21: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2010).....	49
ANEXO 22: Regresión 2011.....	49
ANEXO 23: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2011).....	49
ANEXO 24: Regresión 2012.....	50
ANEXO 25: Regresión 2012.....	50
ANEXO 26: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2012).....	50
ANEXO 27: Regresión 2013.....	51
ANEXO 28: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2013).....	51
ANEXO 29: Regresión 2014.....	51
ANEXO 30: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2014).....	52
ANEXO 31: Regresión 2015.....	52
ANEXO 32: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2015).....	52
ANEXO 33: Regresión 2016.....	53
ANEXO 34: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2016).....	53
ANEXO 35: Correlación de Variables.....	53
ANEXO 36: Pruebas de Heterocedasticidad.....	54
ANEXO 37: Prueba Gráfica de Heterocedasticidad (Modelo de Solow).....	55
ANEXO 38: Prueba Gráfica de Heterocedasticidad (Modelo de Cobb-Douglas).....	56
ANEXO 39: Resumen del Modelo de Solow.....	58
ANEXO 40: Resumen del Modelo de Cobb-Douglas.....	59
ANEXO 41: Valor Agregado y Valor de la Producción del sector agropecuario de Perú Valor.....	61
ANEXO 42: Superficie Sembrada, Cosechada e Inversión Extranjero en el sector agropecuario de Perú.....	62
ANEXO 43: Inversión Pública en Proyectos de Irrigación.....	62
ANEXO 44: Tasa de crecimiento promedio anual de la población.....	63
ANEXO 45: Índice de productividad de los factores agrícolas y áreas equipada para irrigación.....	64
ANEXO 46: Población económicamente activa ocupada con principal ocupación agricultores trabajadores calificados agropecuarios.....	64
ANEXO 47: Valor Bruto de Producción Agropecuaria.....	65
ANEXO 48: Gasto del Gobierno Agropecuario por regiones.....	66
ANEXO 49: Valor agregado del sector agropecuario - base 2007.....	67

ANEXO 50: Participación del valor agregado agropecuario en el PBI total - base 2007....	67
ANEXO 51: Valor de la Producción Agrícola - base 2007.....	68
ANEXO 52: Inversión extranjera del sector agropecuario.....	69
ANEXO 53: Superficie sembrada.....	69
ANEXO 54: Superficie cosechada.....	70
ANEXO 55: Índice de precios PBI agropecuario - base 2007.....	70
ANEXO56: Agricultural total factor productivity growth indices for individual countries/territories, 1961-2016 (Data info).....	71

RESUMEN

El objetivo de la investigación es determinar la incidencia de la productividad, la innovación tecnológica, la asignación de capital físico del gobierno y la tasa crecimiento poblacional en el crecimiento de la producción agropecuaria de la población económicamente activa ocupada del sector en Perú. Se enmarca en la línea de investigación de la maestría de Economía Agrícola: Política, economía y productividad, y comprende el periodo 2008 - 2016 con información de las regiones del Perú, excepto el Callao, valorada en soles del 2007. La metodología comprende la función de producción del modelo de Solow y el modelo de Cobb-Douglas. Se encontró un decrecimiento en los interceptos de productividad e innovación tecnológica 17.17 en 2008, 15.96 en 2016 (Modelo de Solow), 7.79 en 2008 y 5.61 en 2016 (Modelo de Cobb-Douglas). El gasto público agropecuario per cápita presentó una sensibilidad creciente de 0.32 en 2008 a 0.36 en 2016 (Solow), 0.22 en 2008 a 0.33 en 2016 (Cobb-Douglas), posiblemente ante un decrecimiento de la población rural ocupada y una tendencia negativa de la tasa de crecimiento poblacional: 4.24 de 2008 a 4.12 en 2016 (Solow). En conclusión, el gasto público per cápita agropecuario incremento el crecimiento agropecuario per cápita, mientras tanto la productividad e innovación tecnológica y la tasa de crecimiento poblacional decrecieron su contribución. La evidencia empírica indico una tendencia de mayor importancia del gasto público per cápita sobre la productividad e innovación tecnológica, característico de un país no desarrollado y que no tomó el camino al desarrollo. Tal vez, la disminución de la productividad y la innovación tecnológica persistió debido a la pobre gestión en la inversión pública agropecuaria en un modelo económico del sector de escasa productividad e innovación tecnológica entre 2008 y 2016.

Palabras Clave: Productividad Agropecuaria; Solow; Cobb-Douglas; Gasto público; Crecimiento poblacional; Agropecuario Perú.

ABSTRACT

The goal of the research is to determine the impact of productivity, technological innovation, allocation of physical capital of government, and population growth rate on the growth of agricultural production of economically active population employed in Peru. It is part of the research line of the Master's degree in Agricultural Economics: Politics, Economics and Productivity, and covers the period 2008 - 2016 with information from the regions of Peru, except Callao, valued in 2007 soles of Peru. The methodology comprises the production function of the Solow model and the Cobb-Douglas model. We founded a decrease in the intercepts of productivity and technological innovation of 17.17 in 2008, 15.96 in 2016 (Model of Solow), 7.79 in 2008 and 5.61 in 2016 (Model of Cobb-Douglas). I founded a decrease in the coefficients of productivity and technological innovation of 17.17 in 2008, 15.96 in 2016 (Model of Solow), 7.79 in 2008 and 5.61 in 2016 (Model of Cobb-Douglas). Agricultural public expenditure per capita showed an increased sensitivity from 0.32 in 2008 to 0.36 in 2016 (Solow), 0.22 in 2008 to 0.33 in 2016 (Cobb-Douglas), possibly in the face of a decrease in the employed rural population, and a negative trend in the population growth rate: from 4.24 in 2008 to 4.12 in 2016 (Solow). To sum up, public agricultural spending per capita increased agricultural growth per capita, meanwhile productivity and technological innovation, and population growth rate decreased their contribution. The empirical evidence indicates a tendency of the greater importance of public expenditure over productivity and technological innovation, characteristic of an undeveloped country that did not take the path to development. Perhaps, the decline in productivity and technological innovation persisted due to poor management of public agricultural spending in a sector economic model of low productivity and technological innovation from 2008 to 2016.

Keywords: Agriculture Productivity; Solow, Cobb-Douglas, Public Expenditure; Population growth; Agriculture Peru.

I. INTRODUCCIÓN

Desde 1994 hasta 2016, la producción agropecuaria del Perú creció en promedio 3.9 por ciento anualmente, 0.7 puntos por debajo de Producto Bruto Interno (PBI) promedio en el mismo periodo, según información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI 2018), crecimiento que ha sido acompañado por las exportaciones de alimentos frescos. De acuerdo con International Trade Centre (ITC 2019) las exportaciones crecieron un 14 por ciento en 2012, 15 por ciento en 2013 y un cero por ciento en 2015, y se recuperaron, con el 6 por ciento en 2016. Las estadísticas del sector agropecuario indican una tendencia positiva en el crecimiento de la producción, y las exportaciones de alimentos frescos, beneficiando a la población peruana con mayor cantidad de divisas. A pesar de las cifras alentadoras, hay una diferencia entre las exportaciones observadas y las exportaciones potenciales (ITC 2019); por ejemplo, las exportaciones de frutas a Estados Unidos tienen una brecha de 322 millones de dólares, a China la brecha es de 281 millones de dólares. En las exportaciones de café a Estados Unidos la diferencia es de 253.4 millones de dólares, a Italia es de 105.6 millones de dólares. Este escenario podría explicarse por falta de productividad, tamaño de parcelas, carencia de economías de escala y reducida integración al sector agroexportador.

Según Morris (2018), existen dos millones de pequeñas unidades agropecuarias en Perú que trabajan menos de diez hectáreas, muchas operadas por familias orientadas a la subsistencia. El mismo autor, afirma que las pequeñas unidades agrícolas se caracterizan por su baja productividad y escasa innovación tecnológica. En cambio, las veinticinco mil unidades agropecuarias comerciales de producción a gran escala, con más de cien hectáreas cada una, usan mano de obra contratada.

En Latinoamérica, a partir de 2007, debido al menor crecimiento de la economía mexicana, en el caso del aporte del sector agropecuario al Producto Bruto Interno (PBI), ha permanecido relativamente estable, cercano al 3.5 por ciento (Gómez 2016). El aporte incompleto del sector agropecuario en México queda al descubierto al ver la diferencia

entre exportaciones potenciales¹ y observadas a Estados Unidos del café que fue de 93 millones de dólares (ITC 2019). En el caso chileno, la diferencia entre exportaciones reales y potenciales de frutas hacia China fue 807.9 millones de dólares (ITC 2019), lo que muestra que México y Chile, miembros de la Alianza del Pacífico, no aprovechan las demandas internacionales, acortando el crecimiento económico de los locales.

El empleo agropecuario es un factor importante en la productividad debido a que incide en la obtención de mayor producción. Según Kerrigan (2016), respecto del empleo, se observa dos tendencias generales para los países de América Latina y el Caribe (ALC):

- Primero, marcada reducción relativa del empleo agropecuario como proporción del empleo total. En muchos años, se registraron caídas en términos absolutos.
- Segundo, incremento de la productividad laboral media del sector agropecuario, que redujo las brechas respecto a otros sectores y al promedio de la región.

En el Perú, el INEI (2021) registró en 2016 un crecimiento poblacional hasta 31.4 millones de peruanos, la población ocupada creció a 16.197 millones de trabajadores del 2008-2016, sin embargo, la población rural ocupada decreció de 4.155 (2016) a 3.807(2008) millones de trabajadores rurales, y la tasa de población adecuadamente empleada en el área rural se incrementó en 10 por ciento del 2008 al 2016.

En este contexto y como consecuencia de lo que sucede en el sector agropecuario del Perú y de Latinoamérica, emergió la problemática de esta investigación:

- ¿La productividad agropecuaria, la poca innovación tecnológica, el crecimiento poblacional y la escasa asignación del capital físico están limitando el crecimiento agropecuario en el Perú? Es decir,
 - o ¿Afecta la menor tasa de crecimiento poblacional a la producción agropecuaria en Perú?
 - o ¿De qué manera la escasa asignación de capital físico influye en el crecimiento del sector Agropecuario en Perú?

En la revisión literaria se explica el modelo de Solow basado en la investigación empírica de Mankiw *et al.* (1992), como el Modelo de Cobb-Douglas de Briones *et al.* (2018).

Es un modelo *cross-country* (base de datos de varios países) lineal fundado en el modelo de Solow, bajo el supuesto que todos los países tienen una idéntica función de producción

¹ Identifica productos en los que el país exportador ha demostrado ser competitivo a nivel internacional y con buenas perspectivas de éxito en mercados objetivos -margen de productos intensivo- (Decreux y Spies 2016:2).

Cobb-Douglas (CD), explicando por qué algunos países se hacen ricos y otros pobres. En este trabajo se presenta la Metodología del modelo de Solow, como el Modelo alternativo de Cobb-Douglas en el contexto peruano. La base de datos para el caso peruano fue la información de las regiones del país.

1.1 OBJETIVOS

El objetivo principal y los objetivos específicos, se describen seguidamente.

1.1.1. Objetivo Principal

- Determinar la incidencia de la productividad y la innovación tecnológica, en relación a la baja tasa de crecimiento poblacional y la escasa asignación del gasto público en capital físico per cápita de la población económica activa ocupada en el agropecuaria (PEAoap) en el crecimiento de la producción agropecuaria per cápita (PEAoap) en Perú.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar si el declive de la tasa de crecimiento poblacional incide en producción agropecuaria per cápita (PEAoap) en Perú.
- Determinar la relación entre la escasa asignación de gasto público en capital físico per cápita (PEAoap) y la producción agropecuaria per cápita (PEAoap) en Perú.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Considerando que el incremento del bienestar ciudadano está relacionado con la productividad según el modelo de Solow y modelos alternativos de Cobb-Douglas.

La contribución de este trabajo radica en determinar la incidencia de la productividad agropecuaria en el bienestar de una población que constituye el 73 por ciento en promedio del PEO (Población Económicamente Ocupada) rural del Perú, el 25 por ciento promedio del PEO del Perú, 2008-2017 y el 6.13 por ciento del PBI en promedio, 1995 - 2013, INEI (2019), con el fin de incrementar el bienestar de los peruanos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

El sector agropecuario en las últimas décadas ha mostrado indicadores crecientes, así lo demuestran el valor agregado (incremento de 105 por ciento), el valor de la producción (incremento 134 por ciento) del sector (ver Figura 1).

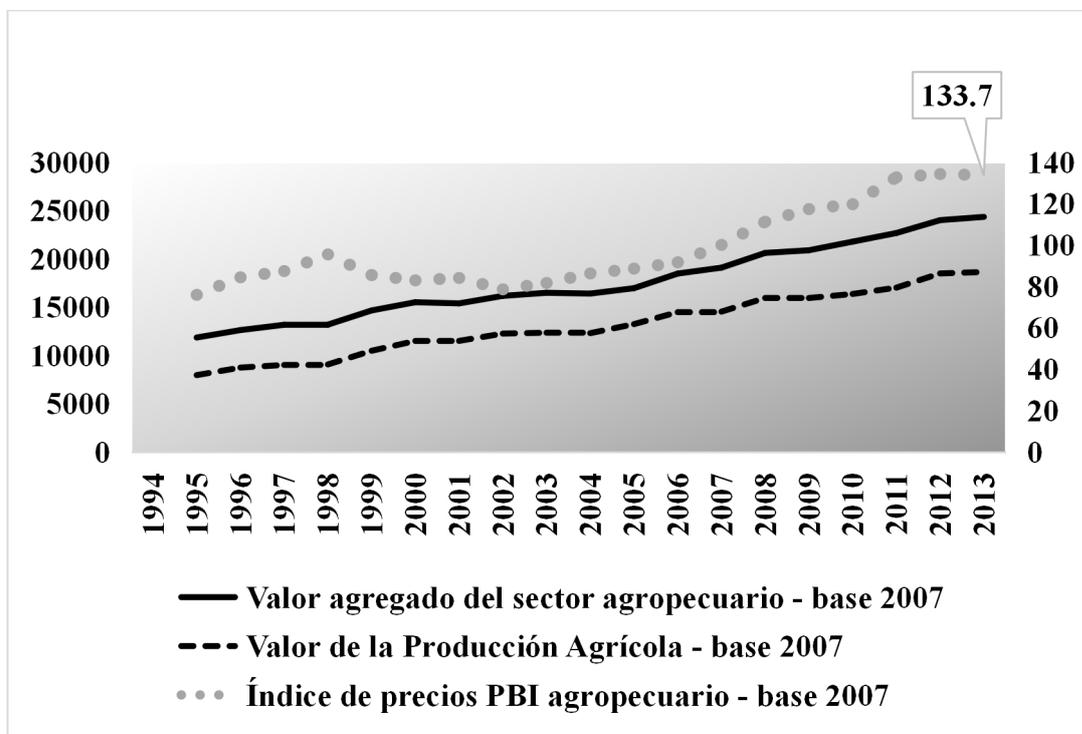


Figura 1: Valor Agregado, Valor de la Producción (Millones de soles, base 2007) e Índice de precios del sector agropecuario de Perú.

FUENTE: INEI (2019). Elaboración Propia

La superficie cosechada (incremento de 29 por ciento) y superficie sembrada (incremento de 70 por ciento) del sector (Figura 2) de acuerdo a la información histórica desde 1994 al 2013 del INEI (2019).

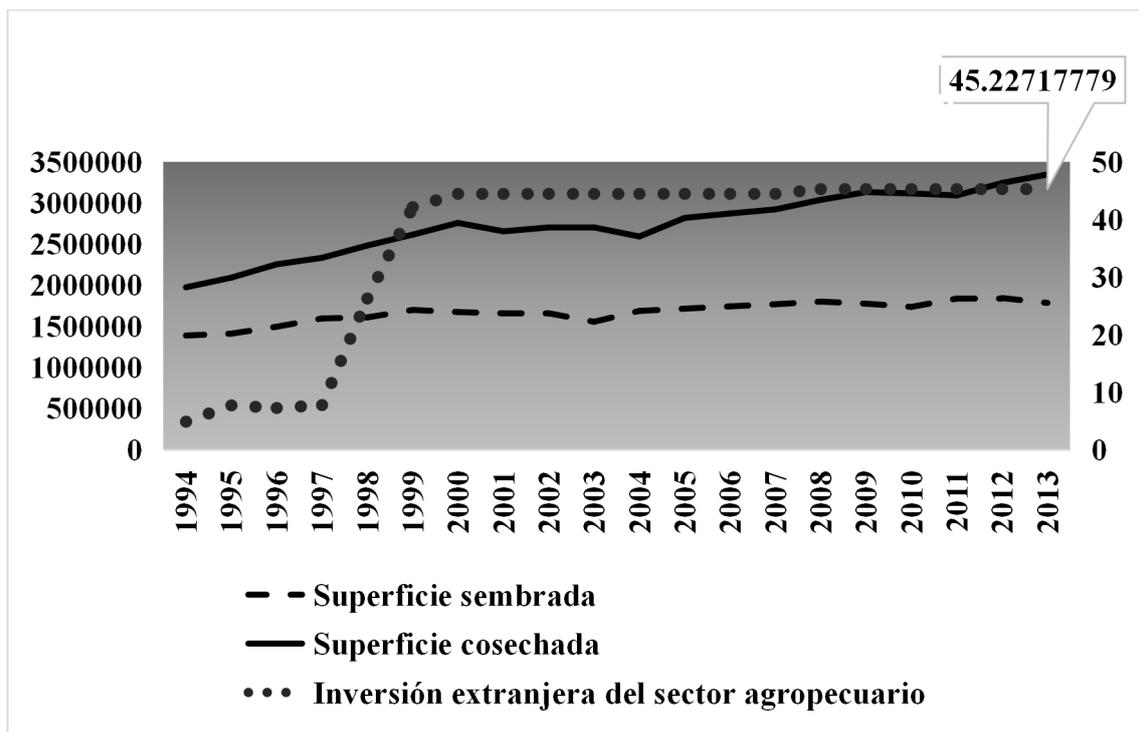


Figura 2: Superficie Sembrada, Superficie Cosechada (hectáreas) e Inversión Extranjera (millones de dólares americanos) en el sector agropecuario de Perú.

FUENTE: INEI (2019). Elaboración Propia

El sector agropecuario no sólo ha tenido indicadores crecientes sino experiencia que se podrían etiquetar de milagrosas y espectaculares: el caso de la Palta o Avocado (frescas o secas) se exportó 3488 miles de dólares americanos (K USD) en el 2001 y 722,310 K USD en el 2018; el caso de Uvas (frescas o secas) se exportó 11620 K USD en el 2001 a 763,718 K USD en el 2018 o la consolidación de las exportaciones de espárragos que desde el 2001 hasta el 2018 el Perú sigue siendo el segundo exportador mundial después de China, de acuerdo a información en miles de dólares americanos de International Trade Centre (ITC 2019).

El sol no brilla siempre y en el sector agropecuario no todo resplandece, desde inicios del milenio, el peso relativo de la producción agropecuaria en relación a la producción nacional ha decaído desde 32 por ciento en 1942, Seminario (2016), a 5.15 por ciento en 2017, INEI (2018) (Figura 3).

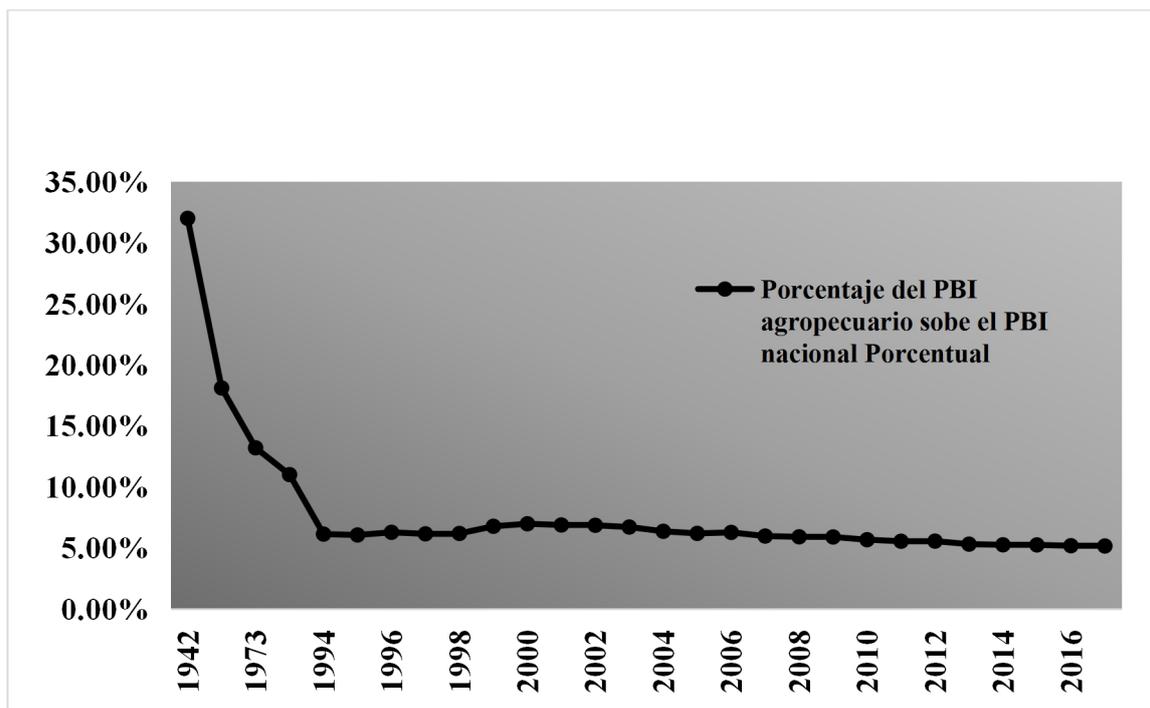


Figura 3: PBI agropecuario sobre el PBI del Perú (porcentaje).

FUENTE: INEI (2018) /Seminario (2016). Elaboración Propia

Respecto a la productividad del sector, según Morris *et al.* (2017), el sector agropecuario del Perú ha registrado un incremento relativamente sólido de la productividad; sin embargo, entre regiones hay diferencias significativas. En gran parte de la Costa, y en pocas áreas ventajosamente ubicadas y mejor dotadas de la Selva, se dan características dinámicas, muy productivas comercialmente, sistemas agrícolas exitosos bien integrados en el hogar y cadenas de valor internacionales, que brindan medios de vida aceptables para los participantes. Pero, grandes áreas de la Sierra y Selva, cuentan con sistemas agrícolas estáticos, improductivos, orientados a la subsistencia, mal integrados en el mercado y proporcionan medios de vida inaceptables.

La problemática de la productividad según Webb (2016), consiste en la incorporación de mejores prácticas tecnológicas. Las variables con mayor efecto positivo son el capital humano (años de educación, capacitación y la edad) y la distancia del predio a la capital departamental en horas de viaje. Contribuyen el título de propiedad y el acceso al crédito.

Los resultados de Tonconi (2015) muestran que la temperatura máxima y mínima promedio anual, la participación de la agricultura en el Producto Bruto Interno (PBI) regional, el precio del cultivo, tasa de analfabetismo, población económicamente activa (PEA) ocupada e índice de consumo alimenticio per cápita regional, influyen significativamente en el rendimiento de la producción agrícola alimentaria más importante,

como papa, habas, quinua, cebada, trigo, maíz y cañihua en Puno, Perú. De lo anterior, se puede decir que Webb y Tonconi coinciden en que la educación incide en la productividad de la agricultura peruana. Webb destacó la importancia de la titulación de la tierra y la disponibilidad al crédito. Tonconi, resaltó la disponibilidad de mano de obra y el precio del cultivo.

Campos y Oviedo (2015) sustentaron para el caso mexicano, que la productividad del sector agrario, específicamente en la caña de azúcar, es afectada negativamente por la alta prevalencia de pequeñas unidades de producción agrícola, o minifundios en el campo cañero, que impiden el desarrollo del sector, dado el impacto negativo de esta estructura agraria sobre la productividad de los predios cañeros. El estudio ofrece sustento empírico a la noción de que, a partir de una extensión aproximada de ocho hectáreas, los predios de mayor superficie tienden a ser más productivos.

Trindade y Fulginiti (2015) dicen que el análisis de productividad de sur américa no muestra una caída de la productividad en la región, pero, lo vemos con cautela. Durante 2000-2009 la producción agropecuaria incrementó 3.91 por ciento anualmente y la productividad creció a 2.16 por ciento durante los noventa a 2.29 por ciento en los dos mil. Este crecimiento limitado sorprende, porque la región se benefició de las innovaciones de economías avanzadas y de sus propias inversiones en investigación y desarrollo.

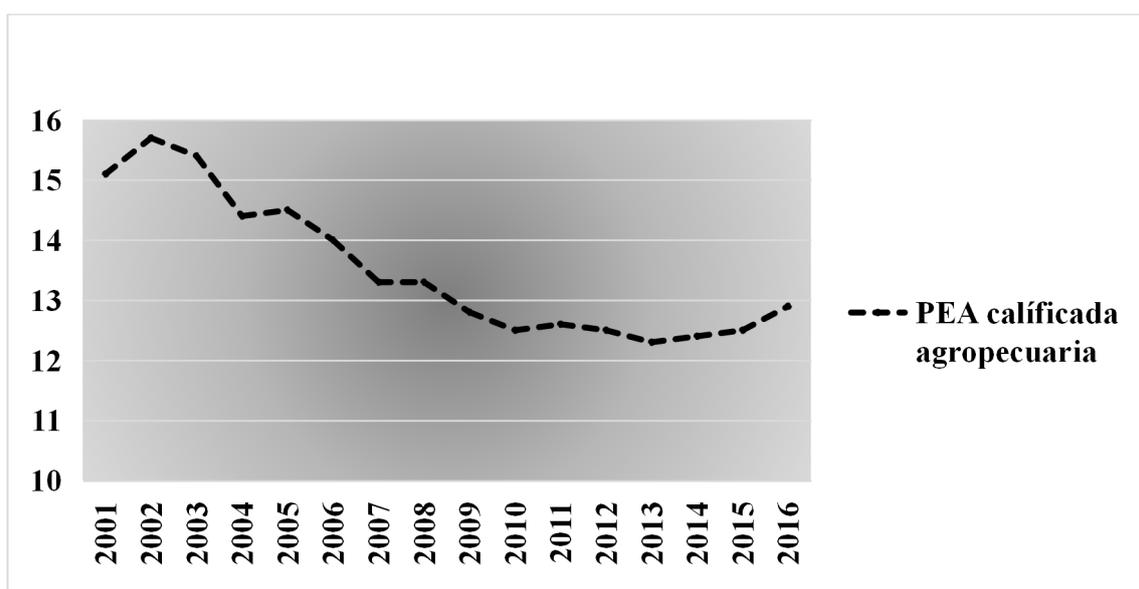


Figura 4: PEA calificada agropecuaria (porcentaje).

PEA ocupada con principal ocupación agricultores trabajadores calificados agropecuarios del Total PEA ocupada. FUENTE INEI (2018). Elaboración Propia

Respecto a la PEA ocupada calificada agropecuaria sobre el total de la PEA ocupada del Perú, tiene una tendencia negativa tal como se aprecia en la Figura 4, a pesar que registra

un alza desde el 2015, lo que se puede agregar a lo de Tonconi (2015), no sólo es importante la disponibilidad de la mano de obra sino la calidad de ésta.

2.2 MARCO TEÓRICO.

2.2.1. Modelo de Solow y Modelo Cobb-Douglas

El modelo de crecimiento de Robert Solow (1956), es conocido como el modelo exógeno de crecimiento o modelo de crecimiento neoclásico. Solow analiza la relación entre la tasa de ahorro de una economía y su nivel de ingreso a largo plazo. Es un modelo globalmente estable es decir tiende en el largo plazo hacia un estado estacionario: dado cualquier nivel inicial de capital(k) de trabajador (k_0) la trayectoria convergerá a hacia capital de equilibrio (k^*). En el estado estacionario, en esta versión del modelo no hay opción de crecimiento económico pues la producción por trabajador es constante en la situación de estado estacionario (Linares 2012), donde la inversión es igual a depreciación, el crecimiento se vuelve nulo llegado a un estado estacionario del capital e estado estacionario de la producción (Figura 5). Así mismo, es importante comprender de la experiencia de Mankiw *et al.* (1992) una característica del crecimiento económico de un país desarrollado es el alto nivel tecnológico(A) sobre el capital físico(K) lo que se denominó **Índice de Desarrollo Físico(δ)**, en otros términos, conforme un país pasa de la pobreza a riqueza la importancia del nivel tecnológico incrementara sobre el capital físico.

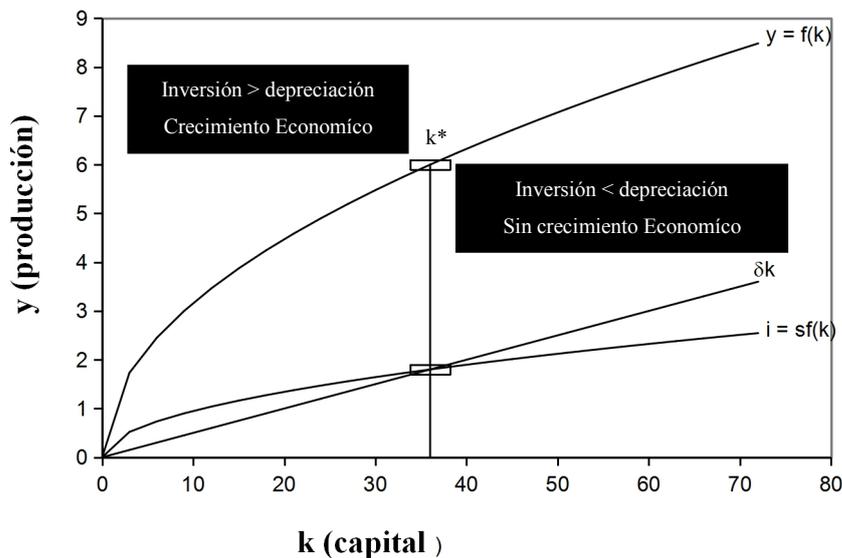


Figura 5: Modelo de Solow

Para todo i es la inversión, s es la tasa de ahorro, y es la producción, k es el capital y δk es la depreciación. Elaboración Propia.

Solow introduce dos variables al modelo Cobb - Douglas: El crecimiento de la Fuerza Laboral o trabajo total usado (L) y el crecimiento de la Tecnología Asociada al Factor Trabajo(A). La Producción (Y) es determinada por los *inputs* de capital y trabajo (ecuación 1). Se asume que A y L crecen constantemente (Zhao 2019). Fidrmuc y Tunali (2015) indica: para examinar los efectos de la ayuda estatal en el crecimiento, se estimó que un Solow estándar modelo de acumulación de capital físico y crecimiento demográfico y añadir la ayuda estatal como una variable explicativa adicional, en el periodo 1992 a 2011. La investigación de Fidrmuc y Tunali (2015), aplicando el modelo de Solow demostraron que la libertad económica y estabilidad política tienen un positivo efecto y significativo sobre la inversión, por consiguiente, en la producción. Referente a las ayudas totales del gobierno, las ayudas del gobierno a la industria y las ayudas del gobierno a los servicios, posiblemente pueden afectar positivamente a la inversión, si existe un ambiente políticamente estable en los países de la Comunidad Europea. Nakamura (2018), señala que el aumento de la renta incrementa la fertilidad, pero la fertilidad se reduce por la sustitución de los niños en el incremento de los costos de criar a un niño; el incremento de la renta es posible si la productividad y tasa de ahorro en modelo de Solow son altos.

En la obra de Mankiw *et al.* (1992) se demuestra por qué algunas economías son pobres y otras son ricas, en base al modelo de Solow y Solow extendido, teniendo como variables explicativas del bienestar de la población; el capital físico, el capital humano y el trabajo. Mankiw *et al.* (1992), concluyeron: en ausencia de externalidades, la acumulación de capital tiene un gran impacto en la renta per cápita. Una alta tasa de ahorro acompaña a una alta renta en un estado estacionario donde la renta per cápita es determinada por la tasa de ahorro y crecimiento poblacional, lo que produce una alta tasa de capital humano, como también una alta tasa de ahorro incide también en un incremento de la productividad.

Supuestos del Modelo de Cobb-Douglas, a juicio de Briones *et al.* (2018):

- Las productividades marginales de cada factor productivo. Las derivadas parciales del producto respecto a cada insumo conforman un vector de valores positivos.
- El segundo axioma muestra que las segundas derivadas de la función o derivadas parciales de segundo orden de la función son negativas, que se conoce como la hipótesis de los retornos decrecientes: la agregación adicional

de más y más de uno de los insumos, manteniendo fijos los restantes, genera disminuciones de la producción total.

Ecuación 1:

- $Y = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}$ Para todo $0 < \alpha < 1$
- $Y =$ Producción.
- $L =$ Fuerza de trabajo.
- $A =$ Nivel tecnológico.
- $K =$ Capital físico o inversión.
- $\alpha =$ Elasticidad del capital.

La ecuación anterior se divide entre L , se obtiene:

$$Y/L = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}/L$$

$$\frac{Y}{L} = K^\alpha / (L)^\alpha (A)^{1-\alpha} (L)^1 / L$$

Para todo, $y = Y/L$, $k=K/l$ donde: y es la Producción per cápita y k es el capital físico o inversión per cápita, en su forma logarítmica y econométrica.

Supuestos del modelo de Solow, en base a Mankiw *et al.* (1992):

- Economía de Mercado donde se produce un bien y sólo se consume e invierte.
- La relación de Capital/Producto es endógena y flexible.
- La fuerza de trabajo crece a una tasa constante y exógena.
- Existe un mercado de competencia perfecta.
- La tasa de ahorro, la tasa de crecimiento de la población y progreso tecnológico son exógenos.

De la ecuación 1 en logaritmos neperianos será:

$$\ln(Y) = \alpha \ln(K) + (1-\alpha) \ln(AL) + \varepsilon$$

Para todo ε es el error (Ni y Kato.2020:5), L y A crecen exógenamente a tasas de n y g , donde n es la tasa de crecimiento de la población y g es el avance del conocimiento que no es específico del país, (Mankiw *et al.* 1992).

- $L = L(0)e^{nt}$
- $A = A(0)e^{gt}$

Se asume que una fracción del Y , s es invertido, como $k = K/AL$, $y = Y/AL$, para todo k es el stock de capital por unidad de trabajo, e es el nivel de producción por unidad de trabajo,

A refleja el avance tecnológico, (0) es el tiempo inicial. En el Estado de Estacionario, resulta la siguiente ecuación.

Ecuación 2:

$$k(y) = sy(t) - (n + g + \delta)k(t)$$

$$0 = sk(y)^\alpha - (n + g + \delta)k(t)$$

Para todo, t es la unidad de tiempo.

Aquí está la tasa de ahorro(s), la fracción de la producción ahorrado para la inversión, δ es la tasa de depreciación del capital, la fracción del stock de capital $k(t)$ que se convierte en obsoleto, n y g las tasas de crecimiento del trabajo $L(t)$ y tecnología $A(t)$, respectivamente. Los cuatro parámetros s, n, g, δ y α son exógenos, estos son determinados por factores fuera del modelo de Solow (Zhao 2019).

Desarrollando el estado estacionario de Mankiw *et al* (1992:411), donde $k^* = 0$.

Ecuación 3:

$$k^* = [s/(n + g + \delta)]^{1/(1-\alpha)}$$

Se asume que g y δ (tasa de depreciación) son constante en los países. Reemplazando en la ecuación 1 en 2 obtenemos lo siguiente ecuación para una primera regresión.

Ecuación 4:

$$\ln\left(\frac{Y(t)}{L(t)}\right) = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \ln(n + g + \delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s)$$

Entonces, se asume que:

$$\ln A(0) = a + \epsilon$$

A es constante y ϵ son los impactos de cada país. Para objeto de esta tesis se asume que n y g no son afectados por ϵ , ahorro y el crecimiento poblacional son independientes los factores de cada país, siendo el tiempo cero.

La regresión de la ecuación 4 será:

$$\ln\left(\frac{Y}{L}\right) = a + \epsilon - \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \ln(n + g + \delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s)$$

Bajo los supuestos:

- Economía de Mercado, se produce sólo un bien y sólo se consume e invierte.
- La relación de Capital/Producto es endógena y flexible.

- La fuerza de trabajo crece a una tasa constante y exógena.
- Existe un mercado de competencia perfecta.

Para todo se asume que si:

- $\alpha < 1$: Implica que hay decreciente retorno de capital.
- $\alpha = 1$: Existe constantes retorno de capital.
- $\alpha > 1$: Hay crecientes retornos de capital.

El modelo de Solow trata como variables exógenas al crecimiento de la población, la ahorro(inversión) y el cambio tecnológico (Mankiw *et al.*1992).

De la experiencia empírica del modelo de Mankiw *et al* (1992) se denominó: **Índice de Desarrollo con capital Físico** a la relación entre el avance tecnológico (intercepto de la ecuación) y capital físico (coeficiente) tendrá a crecer conforme un país se desarrolla. Además, se nombró **Índice de Desarrollo con capital Humano** es la relación entre el avance tecnológico (intercepto de la ecuación) y capital Humano (coeficiente) tendrá a acercarse a 1 conforme se desarrolle el país, para esta investigación.

2.2.2. Heterocedasticidad

Ante la posible presencia de Heterocedasticidad en modelos de Solow y modelo de Cobb-Douglas se optó por el método de Errores estándar robusto. Este método de arreglo consiste del problema de Heterocedasticidad está basado en el hecho de la presencia de este fenómeno indeseable no perjudica las características de insesgamiento de los estimadores puntuales obtenidos mediante el método de Mínimos Cuadros Ordinario (Alarcón y Nolazco 2014). Considerando, las pruebas también sugieren que puede ser prudente utilizar un estimador de la matriz de covarianza consistente en heteroscedasticidad, incluso en ausencia de un estimador detecte heteroscedasticidad (MacKinnon y White 1985). Referente a los estimadores robustos de heteroscedasticidad (HR², HC1, y HC3) estudiados en MacKinnon y White (1985) son sencillas. Los otros estimadores son todos asintóticamente equivalentes a HC2 y, por lo tanto, los intervalos de confianza de las muestras grandes basados en cualquiera de los estimadores de heteroscedasticidad-robusto tienen una cobertura aproximadamente correcta o conservadora (Samii y Aronow 2012).

² HR, HC1, HC2 y HC3 considerados estimadores de White.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 METODOLOGÍA

3.1.1. Tipo y diseño de estudio

Es un estudio explicativo, no experimental, de corte longitudinal, que emplea modelos de regresión lineal.

3.1.2. Universo y muestra, ámbito, espacio temporal

Considera las regiones del Perú, excepto la provincia constitucional del Callao. El periodo de estudio comprende los años de 2008 a 2016. La información estadística a trabajar está en valores constantes, cuyo año base en soles 2007.

3.2. MODELOS EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Modelo de Solow

El modelo de Solow tiene como objetivo demostrar la razón de que por que los países se hacen rico y otros pobres tal como se menciona en la investigación empírica Mankiw *et al.* (1992), donde la constante refleja la importancia de la innovación tecnológica y productividad. La tasa de crecimiento poblacional disminuye la renta y por el contrario el ahorro incrementa la renta de los trabajadores y la productividad. El modelo de Solow se aplicó en la investigación de Mankiw *et al.* (1992).

Fidrmuc y Tunali (2015), recurren al modelo de Solow con el objetivo demostrar la relevancia de las ayudas de Gobierno en el Crecimiento Económico e Inversión, dentro de los países de la comunidad europea, durante el periodo del 1992-2011.

Nakamura (2018), analiza la interrelación entre el crecimiento poblacional y el desarrollo económico. Señala que el incremento de la renta incrementa la fertilidad por el efecto de la renta, pero se reduce por la sustitución de los niños por el incremento de los costos de criar a un niño. Aplicando el modelo de Solow.

En el caso del Perú: Productividad e Innovación en el Crecimiento del Sector Agropecuario Peruano, el modelo de Solow determino la productividad e innovación

tecnológica agropecuaria, la incidencia de la tasa de crecimiento poblacional y el gasto público (capital físico) invertido en la producción agropecuaria.

El modelo de Solow se basó en la siguiente regresión:

Ecuación 5:

$$\ln\left(\frac{Y}{L}\right) = \ln A(0) - \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \ln(n + g + \delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s) + u$$

- Y = Producción Agropecuaria.
- L = Fuerza Laboral en el sector agropecuario.
- A = Productividad e Innovación tecnológica del sector agropecuario.
- n = Tasas de crecimiento poblacional.
- α = Elasticidad del Capital.
- s = Ahorro=gasto público agropecuario en capital físico.
- n = Crecimiento de la población.
- g = Refleja primeramente el avancé del conocimiento.
- δ = Tasa de depreciación.

Para todo se asume que $(g + \delta)$ es igual a 0.05 por su poca influencia (Mankiw *et al.*1992), u es el error.

3.2.2. Modelo Alternativo de Cobb-Douglas

Ampliamente usado en el mundo, Di Ubaldo y Siedschlag (2020) mencionan: el punto de partida inicial de nuestro análisis empírico es un marco teórico basado en una función de producción de Cobb-Douglas. El uso de la función de producción tecnológica de Cobb-Douglas queda manifiesta en el trabajo de Anderson (2019) dice: Cabe señalar que el presente estudio se centra en el estudio econométrico estimación de las funciones de productividad de los conocimientos y el rendimiento financiero de Innovación y Desarrollo (I+D) agrícola. Asimismo, en la función de producción tipo Cobb-Douglas han sido una opción común para describir la producción agregada de la economía de los Estados Unidos (Knoblach, *et al.*2020).

Modelo de Cobb-Douglas se basó en el siguiente modelo:

Ecuación 6:

De la ecuación se define las siguientes variables.

$$Y = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} \quad \text{Para todo } 0 < \alpha < 1$$

- Y = Producción Agropecuaria
- K = Capital Físico del sector agropecuario
- A = Productividad e Innovación tecnológica del sector agropecuario.
- L = Fuerza laboral en el sector agropecuario.
- α = Elasticidad del Capital.

La ecuación anterior se divide entre L, se obtiene:

$$Y/L = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} / L$$

$$\frac{Y}{L} = K^\alpha / (L)^\alpha (A)^{1-\alpha} (L)^1 / L$$

Para todo, $y = Y/L$, $k=K/L$ donde: y es la Producción Agropecuaria per cápita y k es el Gasto Publico Agropecuario per cápita, en su forma logarítmica y econométrica.

Ecuación 7:

$$\ln(y) = \alpha \ln(k) + (1 - \alpha) \ln(A) + e$$

Para todo e es el error. R Studio sirvió para el proceso de la información obtenida de las fuentes estadísticas, permitió contrastar las hipótesis y validar los objetivos.

3.2.3. Método de Errores estándar robusto

Ante la posible presencia de Heterocedasticidad en el modelo de Solow y modelo de Cobb-Douglas se optó por el método de Errores estándar robusto. Este método de arreglo consiste del problema de Heterocedasticidad está basado en el hecho de la presencia de este fenómeno indeseable no perjudica las características de insesgamiento de los estimadores puntuales obtenidos mediante el método de Mínimos Cuadros Ordinario (Alarcón y Nolazco 2014). Considerando, las pruebas también sugieren que puede ser prudente utilizar un estimador de la matriz de covarianza consistente en heteroscedasticidad, incluso en ausencia de un estimador detecte heteroscedasticidad (MacKinnon y White 1985). Referente a los estimadores robustos de heteroscedasticidad (HR, HC1, y HC3) estudiados en MacKinnon y White (1985) son sencillas. Los otros estimadores son todos asintóticamente equivalentes a HC2 y, por lo tanto, los intervalos de confianza de las muestras grandes basados en cualquiera de los estimadores de heteroscedasticidad-robusto tienen una cobertura aproximadamente correcta o conservadora (Samii y Aronow 2012).

3.3. VARIABLES

La investigación requirió de las variables endógenas y variables exógenas.

3.3.1. Variable Endógena

- La Producción Agropecuaria es el Valor Bruto Agropecuario sobre la Fuerza Laboral (soles del Perú, año base 2007).

3.3.2. Variables Exógenas

- Capital Físico referido al Gasto Público agropecuario es la suma del devengado del Gasto Público del Gobierno Nacional del Perú, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales en el sector agropecuario (soles del Perú, año base 2007).
- Fuerza Laboral es la Población Económicamente Activa ocupada calificada en el sector agropecuario en el Perú (PEAoap).
- Crecimiento de Población es la Tasa de crecimiento de la población en el Perú(n).
- Ahorro(s) es el promedio del gasto publico agropecuario en Capital físico per cápita de la PEAoap (soles del Perú, año base 2007).
- El avance del conocimiento (g) y depreciación del Perú (δ) se considera 0.05 por ser variables de poca incidencia y según estimo la investigación empírica de Mankiw *et al.* (1992).

Se evaluó:

- La productividad y la poca innovación tecnológica del 2008 y 2016 del sector agropecuario.
- La disminución de la tasa de crecimiento poblacional
- La escasa asignación de capital físico del Gobierno del Perú per cápita (PEAoap) al sector agropecuario.

Considérese:

- La Producción Agropecuaria per cápita es el Valor Bruto Agropecuario entre la PEA ocupada agropecuaria.
- El Gasto Publico Agropecuario per cápita es el Gasto Publico Devengado en el sector agropecuario entre la PEA ocupada agropecuaria.

Tabla 1: Definición de Variables de los Modelos.

Variables Dependientes	
Solow Modelo	
Logaritmo Natural del Valor Bruto Agropecuario (VBP) per cápita de la PEA ocupada agropecuario en 2008(Ln ($y_{oap2008}$)).	$Ln_vbpapercapitapromedio2008(\ln (y_{oap2008}))$
Logaritmo Natural del VBP per cápita de la PEA ocupada agropecuario en 2016(Ln ($y_{oap2016}$)).	$Ln_vbpapercapitapromedio2016(\ln (y_{oap2016}))$
Cobb-Douglas Model	
Logaritmo Natural del VBP per cápita de la PEA ocupada agropecuario desde 2008 al 2016 $Ln (y_{agrop\ 2008-2016})$.	$\log(VBPA_pc\$`2009`)\dots\log(VBPA_pc\$`2016`)$
Variables Independientes	
Modelo de Solow	
Logaritmo Natural del Tasa de Crecimiento Poblacional del Perú (Ln ($n + g + \delta$)).	$Ln_tasacrecimientopoblacional (\ln(n+ g+ \delta))$
Logaritmo Natural del Gasto Publico per cápita por PEA Ocupada Agropecuaria (Ln (k)).	$Ln_gastogobagropecuariopercapita (\ln(k))$
Logaritmo Natural de la Productividad e Innovación tecnológica (A).	Intercept (A)
Modelo de Cobb-Douglas	
Logaritmo Natural del Gasto Público Agropecuario per cápita por PEA Ocupada Agropecuaria desde 2008 al 2016 $\ln (k_{gob-a\ 2008-2016})$	$\log(GPA_pc\$`2008`)\dots \log(GPA_pc\$`2016`)$
Logaritmo Natural de la Productividad e Innovación tecnológica (A).	Intercept(A)

$g+\delta = 0.05$, para objeto de esta investigación. FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019).
Elaboración propia con R Studio.

3.4. HIPÓTESIS

3.4.1. Hipótesis Principal

- La productividad y la baja innovación tecnológica, la disminución de la tasa de crecimiento poblacional y la escasa asignación del gasto fiscal en capital físico per cápita (PEAoap) limitan el crecimiento de la producción agropecuaria per cápita (PEAoap) en Perú.

3.4.2. Hipótesis Específicas

- La menor tasa de crecimiento poblacional afectará la producción agropecuaria per cápita (PEAoap) en Perú.
- Existe una relación directa y significativa entre los bajos niveles de inversión del gasto fiscal en capital físico per cápita (PEAoap) con la producción agropecuaria per cápita (PEAoap) en Perú.

3.5. FUENTES DE INFORMACIÓN

Principales fuentes de información:

- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI).

3.6. METODOLOGÍA PARA LA PRUEBA DE LAS HIPÓTESIS

En el Modelo de Solow, evaluó para cada hipótesis por todo el periodo de estudio (2008-2016) entre la regresión inicial del periodo (2008) y la regresión final del periodo (2016) para todo, las variables exógenas son el promedio de sus valores desde 2008 a 2016 y las variables endógenas represento, el valor de año inicial (2008) y el fin del periodo (2016).

- La hipótesis principal se analizó con los resultados entre la primera regresión y segunda regresión.
- La primera hipótesis específica del crecimiento poblacional fue examinada con los resultados de la tercera regresión y cuarta regresión.
- La quinta regresión y sexta regresión desarrollo la hipótesis específica de la poca inversión de capital físico en el sector agropecuario.

En el modelo de Cobb-Douglas evaluó con data transversal por años, desde el 2008 al 2016, sirvió para evaluación de la hipótesis principal y la hipótesis específica de la poca

inversión de capital físico en el sector agropecuario. No obstante, las regresiones de los dos modelos explicaron la productividad y la poca innovación tecnológica.

Tabla 2: Metodología para las Hipótesis base Teórica.

HIPOTESIS	METODOLOGÍA
Principal	<u>Modelo de Solow</u>
<ul style="list-style-type: none"> - La productividad y la baja innovación tecnológica, la disminución de la tasa de crecimiento poblacional y la escasa asignación del gasto fiscal en capital físico per cápita (PEAoap) limitan el crecimiento de la producción agropecuaria per cápita (PEAoap) en Perú. 	Regresión del modelo de Solow $\ln\left(\frac{Y}{L}\right) = \ln A(0) - \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \ln(n+g+\delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s) + u$
	Y = Producción Agropecuaria. L = Fuerza Laboral del sector agropecuario. A = Productividad e Innovación tecnológica del sector agropecuario. n = Tasas de crecimiento poblacional. α = Elasticidad del Capital. s = Ahorro=k= gasto público agropecuario/L. n = Crecimiento de la población. g = Refleja primeramente el avancé del conocimiento. δ = Tasa de depreciación. u = error
Específicas	<u>Modelo de Cobb-Douglas</u>
<ul style="list-style-type: none"> - La menor tasa de crecimiento poblacional afectara la producción agropecuaria per cápita (PEAoap) en Perú. - Existe una relación directa y significativa entre los bajos niveles de inversión del gasto fiscal en capital físico per cápita (PEAoa) con la producción agropecuaria per cápita (PEAoa) en Perú. 	Regresión del modelo de Cobb-Douglas $\ln\left(\frac{Y}{L}\right) = (1-\alpha) \ln A + \alpha \ln\left(\frac{K}{L}\right) + e$
	Para todo $0 < \alpha < 1$ Y = Producción Agropecuaria K = Capital Físico (gasto publico) del sector agropecuario. A = Productividad e Innovación tecnológica del sector agropecuario. L = Fuerza laboral en el sector agropecuario. α = Elasticidad del Capital. e = error.

FUENTE: Mankiw *et al.* (1992) y Briones *et al.* (2018). Elaboración Propia.

Se realizó mínimos cuadrados ordinarios donde se evaluó:

- La significancia de la(s) variable(s) exógena(s) e interceptó al 1 por ciento, 5 por ciento y 10 por ciento.
- La capacidad explicativa de la(s) variables(s) sobre la variable endógena.
- La efectividad de la(s) variable(s) exógenas sobre la variable endógena.
- La existencia de correlación entre las variables.
- La heterocedasticidad del modelo se detectó con inspección gráfica y prueba *White*.
- Ante la posible presencia de errores de los estimadores de las regresiones MCO se corrigió con el método de errores estándar robusto.

Se considero, de la segunda condición de Gauss-Markov, la homocedasticidad implica que la varianza de los errores es constante para cada observación en el tiempo (Alarcón y Nolazco 2014) en un modelo de regresión lineal, la homocedasticidad es una condición deseable que permitió realizar modelos más fiables.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.0. Resultados de los Modelos

a. Modelo de Solow

Modelo que evaluó todo el periodo de estudio e hipótesis en seis regresiones.

Primera Aproximación Regresión

Ecuación de la regresión 1:

$$\ln(y_{oap2008}) = 17.17 \ln A + 3.4 \ln(n + g + \delta) + 0.24 \ln(k)$$

Interpretación de los coeficientes estimados:

- Tasa Crecimiento Poblacional: A un incremento de 1 por ciento en promedio de la Tasa de Crecimiento Poblacional, la producción agropecuaria per cápita de la PEA ocupada agropecuaria se incrementa en 3.4 por ciento (probabilidad (p) = 0.082).
- Gasto del Gobierno Agropecuario per cápita PEAoap: A un incremento de 1 por ciento en promedio del gasto agropecuario per cápita PEAoap, la producción agropecuaria per cápita de la PEA ocupada agropecuaria se incrementa en 0.24 por ciento.
- Productividad e Innovación Tecnológica: Si la Tasa Crecimiento Poblacional y el gasto agropecuario per cápita fueran nulos, la productividad e innovación tecnológica sería 17.1659.

Resultados de las probabilidades (p) de niveles de significancia:

- Variables significas al 5 por ciento solo se observa el coeficiente de Productividad e Innovación tecnológica del sector agropecuario (intercepto) y al 10 por ciento la tasa de crecimiento poblacional.

- El modelo presenta una probabilidad de 0.03255 (F – estadístico), lo denota que las variables explicativas en conjunto explican el modelo con una significancia de 5 por ciento.
- Con R^2 ajustado de 0.21, las variables solo explican el 21 por ciento del logaritmo natural del PBI per cápita de la PEA ocupada agropecuario en 2008.

Ecuación de la regresión 1 Heterocedasticidad-Robust Error Standard:

$$\text{Ln}(y_{oap2008}) = 17.17 \ln A(p = 0) + 3.40 \ln(n + g + \delta)(p = 0.01) + 0.24 \ln(k)(p = 0.13)$$

Siendo p la probabilidad de significancia de la variable.

Con coeficientes similares a la primera regresión demostró lo robusto del modelo.

Segunda Aproximación Regresión

Ecuación de la regresión 2:

$$\text{Ln}(y_{oap2016}) = 15.96 \ln A + 3.11 \ln(n + g + \delta) + 0.29 \ln(k)$$

Interpretación de los coeficientes estimados:

- Tasa Crecimiento Poblacional: A un incremento de 1 por ciento en promedio, de la Tasa de Crecimiento Poblacional, la producción agropecuaria per cápita de la PEA agropecuaria se incrementa en 3.11 por ciento.
- Gasto del Gobierno Agropecuario per cápita PEAoap: A un incremento de 1 por ciento en promedio, del gasto agropecuario per cápita PEAoap, la producción agropecuaria per cápita de la PEA ocupada agropecuaria se incrementa en 0.29 por ciento.
- Productividad e Innovación Tecnológica: Si la Tasa Crecimiento Poblacional y el gasto del gobierno agropecuario per cápita fueran nulos, el coeficiente de productividad e innovación tecnológica sería de 15.9606.

Resultados de las probabilidades (p) de niveles de significancia:

- El coeficiente de productividad e innovación agropecuaria muestra una significancia al 5 por ciento.
- El modelo presenta una probabilidad de 0.088 (F – estadístico), lo denota que las variables explicativas en conjunto explican el modelo con una significancia de 10 por ciento.

- Con R^2 ajustado de 0.13, mostro que las variables solo revelan el 13 por ciento del logaritmo natural del PBI per cápita de la PEA ocupada agropecuario en 2016.

Ecuación de la regresión 2 Heterocedasticidad-Robust Error Standard:

$$\mathbf{Ln}(y_{oap2016}) = \mathbf{15.96 \ln A(p = 0.01) + 3.11 \ln(n + g + \delta)(p = 0.11) + 0.29 \ln(k)(p = 0.15)}$$

A coeficientes iguales a la segunda regresión lo que denota lo robusto del modelo.

Tercera Aproximación Regresión

Ecuación de la regresión 3:

$$\mathbf{Ln}(y_{oap2008}) = \mathbf{21.15 \ln A + 4.42 \ln(n + g + \delta)}$$

Interpretación de los coeficientes estimados:

- Tasa Crecimiento Poblacional: A un incremento de 1 por ciento en promedio, de la Tasa de Crecimiento Poblacional, la producción agropecuaria per cápita de la PEA ocupada agropecuaria se incrementa en 4.42 por ciento.
- Productividad e Innovación Tecnológica: Si la Tasa Crecimiento Poblacional es nulo, la productividad e innovación tecnológica seria 21.1507.

Resultados de las probabilidades (p) de niveles de significancia:

- Las variables son significas al 5 por ciento.
- El modelo presenta una probabilidad de 0.03 (F – estadístico), lo denota que las variables en conjunto son significativas al 5 por ciento.
- Con R^2 ajustado de 0.16, mostro que las variables solo explican el 16 por ciento del logaritmo natural del PBI per cápita de la PEA ocupada agropecuario en 2016.

Ecuación de la regresión 3 Heterocedasticidad-Robust Error Standard:

$$\mathbf{Ln}(y_{oap2008}) = \mathbf{21.15 \ln A(p = 0.0) + 4.24 \ln(n + g + \delta)(p = 0.01)}$$

A coeficientes son similares a la tercera regresión demostró lo robusto del modelo.

Cuarta Aproximación Regresión

Ecuación de la regresión 4:

$$\mathbf{Ln (y_{oap2016}) = 20.76 \ln A + 4.12 \ln (n + g + \delta)}$$

Interpretación de los coeficientes estimados:

- Tasa Crecimiento Poblacional: A un incremento de 1 por ciento en promedio, de la Tasa de Crecimiento Poblacional, la producción agropecuaria per cápita de la PEA ocupada agropecuaria se incrementa en 4.12 por ciento.
- Productividad e Innovación Tecnológica: Si la Tasa Crecimiento Poblacional es nulo, la productividad e innovación tecnológica sería 20.7616.

Resultados de las probabilidades (p) de niveles de significancia:

- Las Variables son significas al 5 por ciento y 10 por ciento respectivamente.
- El modelo presenta una probabilidad de 0.09104 (F – estadístico), lo denota que las variables en conjunto son significativas al 10 por ciento.
- Con R^2 ajustado de 0.08, mostro que las variables solo explican el 8 por ciento del logaritmo natural del PBI per cápita de la PEA ocupada agropecuario en 2016.

Ecuación de la regresión 4 Heterocedasticidad-Robust Error Standard:

$$\mathbf{Ln (y_{oap2016}) = 20.76 \ln A(p = 0.00) + 4.12 \ln (n + g + \delta)(p = 0.07)}$$

Los coeficientes iguales a la cuarta regresión, lo que denota lo robusto del modelo.

Quinta Aproximación Regresión

Ecuación de la regresión 5:

$$\mathbf{Ln (y_{oap2008}) = 7.06 \ln A + 0.32 \ln (k)}$$

Interpretación de los coeficientes estimados:

- Gasto Agropecuario per cápita PEAoap: A un incremento de 1 por ciento en promedio, del gasto agropecuario per cápita PEAoap, la producción agropecuaria per cápita de la PEA ocupada agropecuaria se incrementa en 0.32 por ciento.
- Productividad e Innovación Agropecuaria: Si la Tasa Crecimiento Poblacional es nulo, la productividad e innovación tecnológica sería 7.0618.

Resultados de las probabilidades (p) de niveles de significancia:

- Las Variables son significas al 5 por ciento.

- El modelo presenta una probabilidad de 0.05 (F – estadístico), lo denota que las variables en conjunto son significativas al 5 por ciento.
- Con R^2 ajustado de 0.13, muestra que las variables solo explican el 13 por ciento del logaritmo natural del PBI per cápita de la PEA ocupada agropecuario en 2016.

Ecuación de la regresión 5 Heterocedasticidad-Robust Error Standard:

$$\mathbf{Ln (y_{oap2008}) = 7.06 \ln A(p = 0.00) + 0.31 \ln (k)(p = 0.06)}$$

Con coeficientes idénticos a la quinta regresión, evidencia de lo robusto del modelo.

Sexta Aproximación Regresión

Ecuación de la regresión 6:

$$\mathbf{Ln (y_{oap2016}) = 6.72 \ln A + 0.36 \ln (k)}$$

Interpretación de los coeficientes estimados:

- Gasto del Gobierno Agropecuario per cápita PEAaop: A un incremento de 1 por ciento en promedio, el gasto del gobierno agropecuario per cápita PEAaop, la producción agropecuaria per cápita de la PEA ocupada agropecuaria se incrementa en 0.36 por ciento.
- Productividad e Innovación Tecnológica: Si el gasto del gobierno agropecuario per cápita es nula, la productividad e innovación tecnológica sería 6.7168.

Resultados de las probabilidades (p) de niveles de significancia:

- Las variables son significativas al 5 por ciento.
- El modelo presenta una probabilidad de 0.07 (F – estadístico), lo denota que las variables en conjunto son significativas al 10 por ciento.
- Con R^2 ajustado de 0.10, nos muestra que las variables solo explican el 10 por ciento del logaritmo natural del PBI per cápita de la PEA ocupada agropecuario en 2016.

Ecuación de la regresión 6 Heterocedasticidad-Robust Error Standard:

$$\mathbf{Ln (y_{oap2016}) = 7.06 \ln A(p = 0.00) + 0.32 \ln (k)(p = 0.05)}$$

Los coeficientes son similares a la sexta regresión demostrando lo robusto del modelo.

La inspección gráfica de la primera a sexta regresión (Anexo 37) no detectó presencia de Heteroscedasticidad, asimismo la prueba White (Anexo 36) no obtuvo alguna evidencia de Heteroscedasticidad.

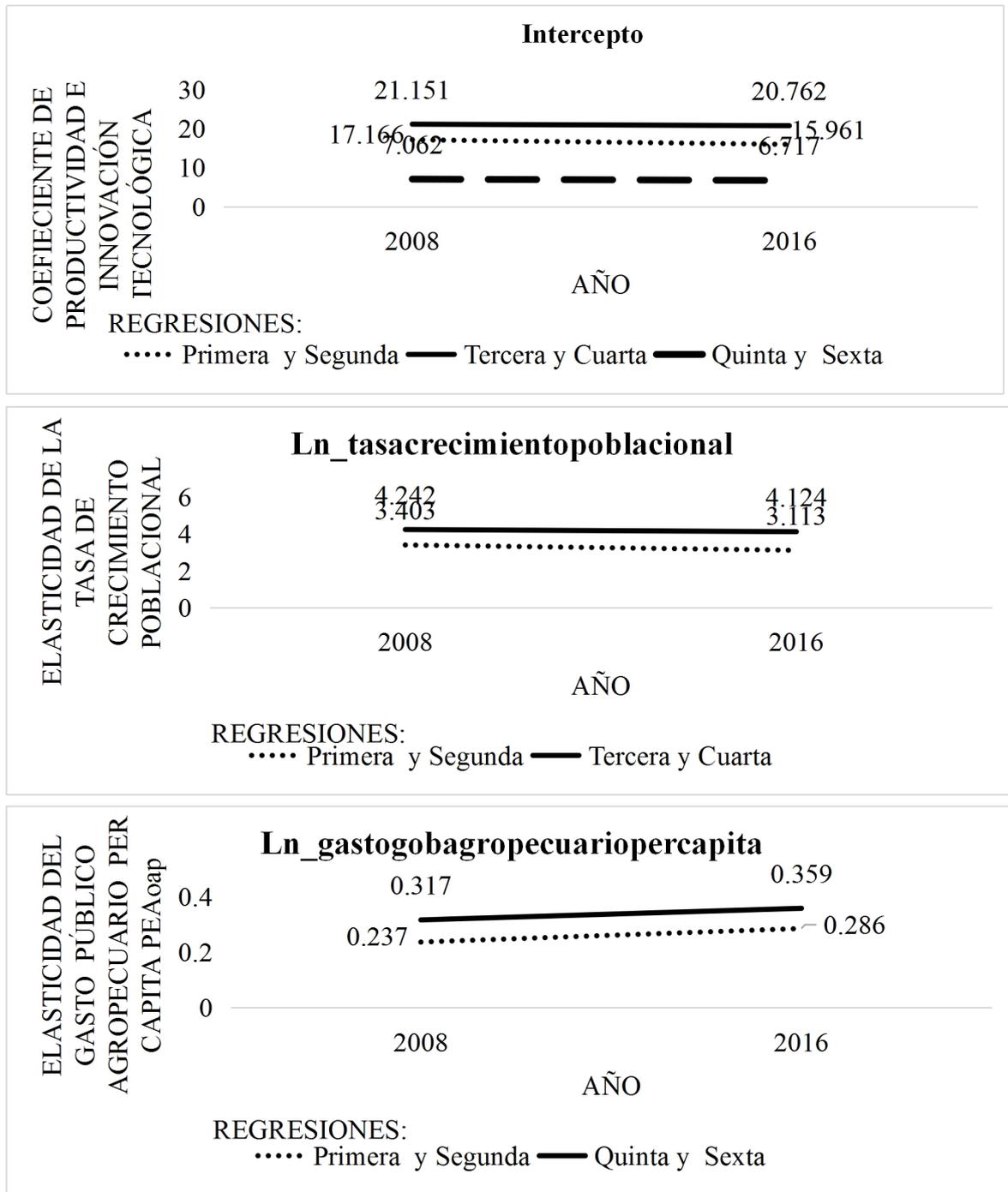


Figura 6: Productividad e Innovación Tecnológica, Tasa de Crecimiento Poblacional y Gasto Público Agropecuario (Modelo de Solow).

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración Propia.

El modelo Solow (Figura 6) reveló:

- Disminución de la productividad se manifiesto en las regresiones en general.
- Referente a la elasticidad de la tasa de crecimiento poblacional mostro una ligera baja desde el 2008 al 2016.
- La elasticidad del gasto publico agropecuario per capita presenta una pequeño aumento desde el 2008 al 2016.

b. Modelo de Cobb-Douglas

El Modelo alternativo de Cobb-Douglas calculo los estimadores anuales desde el 2008 al 2016. Las regresiones transversales del 2008 al 2016 mostraron interceptores significativos al 1 por ciento, el Gasto Publico Agropecuario per cápita significativos al 10 por ciento desde el 2011 al 2014 y 5 por ciento de significancia desde el 2015-2016.

El modelo Cobb-Douglas de las regresiones presento significancia desde el 2011-2016, como también la explico la producción agropecuaria per cápita desde un 11 por ciento en 2011 hasta un 25.1 por ciento en 2016.

El método de Errores estándar robusto, aplicado a las regresiones transversales del modelo de Cobb-Douglas corrobora los resultados de las MCO de cada regresión.

El reconocimiento visual de los gráficos (Anexo 38), como la evidencia empírica de prueba White (Anexo 36), no mostro rastros de heterocedasticidad en ninguna de las regresiones transversales desde el 2008 al 2016.

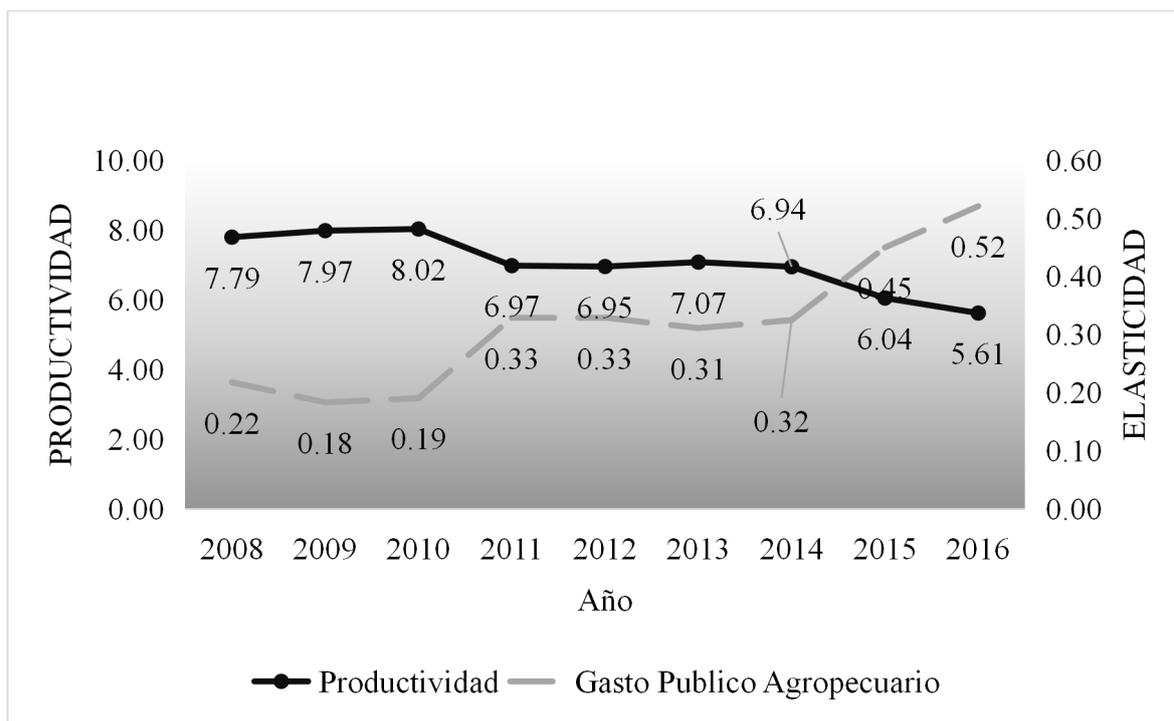


Figura 7: Productividad e Elasticidad de Gasto Público Agropecuario PEA agropecuaria per cápita (Modelo de Cobb-Douglas).
 FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración Propia.

La Figura 7, sobre el modelo de Cobb-Douglas:

- La curva de la productividad mostró una tendencia negativa con picos altos y bajos.
- La elasticidad del gasto publico agropecuario per capita reflejo una tendencia positiva.

4.1.1 Crecimiento poblacional y producción agropecuaria per cápita del Perú.

En virtud de los resultados (Tercera y Cuarta regresión del modelo de Solow), la incidencia de la tasa de crecimiento poblacional fue positiva y decreciente sobre la producción agropecuaria per cápita en el Perú, con una sensibilidad decreciente desde 4.24 en el 2008 a 4.12 en el 2016, por consiguiente, se acepta la hipótesis referente a la menor tasa de crecimiento poblacional afectará la producción agropecuaria Perú.

4.1.2 Relación directa y significativa entre la poca inversión en capital físico con la producción agropecuaria per cápita en Perú.

El modelo de Solow, mostro un creciente impacto porcentual del gasto público en capital físico per cápita PEAoap en el sector agropecuario, desde 0.32 con R^2 ajustado de 13 por ciento en el 2008 a 0.36 con R^2 ajustado al 10 por ciento en el 2016(regresión Quinta y

regresión Sexta). Al mismo tiempo, la evidencia significativa en el modelo de Cobb-Douglas también demostró una creciente sensibilidad desde 2011 (0.33) al 2016 (0.56), por consiguiente, se rechaza la hipótesis en mención.

4.1.3 Impacto de la productividad, innovación tecnológica, el bajo crecimiento poblacional y la escasa asignación de capital físico sobre el crecimiento de la producción agropecuaria per cápita en Perú.

La evidencia significativa mostro, un decrecimiento de la productividad e innovación tecnológica del sector agropecuario (Primera regresión, Segunda regresión del modelo de Solow y regresiones del 2008 al 2016 del modelo de Cobb-Douglas). El creciente capital físico (gasto público agropecuario) per cápita PEAoap y la decreciente tasa de crecimiento poblacional en el mejor año (2008) por sí solos explicaron el 21 por ciento de la producción agropecuario per cápita y 13 por ciento en el 2016. Se acepta la hipótesis excepto la escasa asignación de capital físico agropecuario del gobierno.

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Un país desarrollado se caracteriza por una creciente innovación tecnológica (A), una descendiente elasticidad de la inversión y decreciente de la participación del capital en los ingresos (α). Los resultados del modelo del Solow basado en Mankiw *et al.* (1992) demostraron en el 2008 mayor innovación tecnológica, menor elasticidad de la inversión pública agropecuario y menor α respecto al 2016. Además, el modelo de Cobb-Douglas, la innovación tecnológica y productividad entre los años 2008 y 2016 decrece de 2.18 puntos, confirmando la tendencia decreciente de la innovación tecnológica de los resultados del modelo de Solow, entonces el crecimiento económico agropecuario per cápita se benefició por la creciente sensibilidad del gasto público agropecuario, posiblemente por la reducción de la población ocupada rural. Por consiguiente, se podría pensar en una política expansiva del gasto público agropecuario, sin embargo, la decreciente innovación tecnológica y declive de la tasa crecimiento poblacional, un gasto público agropecuario sujeta a depreciación, sería difícilmente sostenible por un efecto de *crowding-out*³.

Tal como expresan Galarza y Díaz (2015): la razón de índices de productividad entre los departamentos más y menos productivos es 5.2 para el año 2012, y 6.9 para 2011. De acuerdo con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) reportó en el

³ Generalmente se refiere al efecto expansivo de la política fiscal. Si un incremento de la demanda del gobierno, financiado por impuestos o deuda al público falla en estimular el total de la actividad económica entonces el sector privado se dice que ha estado *crowded out* por acción del gobierno (Carlson y Spender.1975).

2021 el índice de productividad total de los factores agrícolas desde el 2008 al 2012 la tendencia fue positiva llegando a su máximo el 2013, posterior la tendencia fue negativa con una ligera recuperación el año 2016 (Anexo 45). Coincidentemente con Galarza y Díaz (2015), USDA (2021) y el modelo de Cobb-Douglas registro decrecimiento de la productividad agropecuaria desde el 2011 continuando con altibajos hasta el 2016 (Figura 7) como también se aprecia el decrecimiento de la productividad agropecuaria en modelo de Solow durante el periodo del 2008-2016 (Figura 6). Galarza y Díaz (2015:90), contemplaron como variables exógenas el trabajo contratado, el trabajo familiar no remunerado, materiales y tierra, donde el trabajo familiar no remunerado resultada ser un insumo no productivo; el modelo de Cobb-Douglas considero el gasto público agropecuario per cápita PEAoap y el modelo de Solow incluyo el gasto público agropecuario per cápita PEAoap y la tasa de crecimiento poblacional.

El gasto público en el sector agrícola por habitante rural del 2006-2015 fue de 548.8 en Uruguay, 208.5 en Chile, Jamaica 59.1 valuado en dólares americanos del 2005 (Penagos.2018). La evidencia empírica de esta investigación sobre el gasto público agropecuario per cápita, revelo: crecientes elasticidades en el modelo de Solow del 2008 al 2016 (Figura 6) y el modelo de Cobb-Douglas (Figura 7). En el modelo de Cobb-Douglas se observó los altibajos de la elasticidad del gasto público agropecuario per cápita durante el periodo de estudio. En el mismo tiempo, la inversión pública en proyectos de irrigación disminuyo del 2015 al 2016 (Anexo 37), coincidiendo con el informe de USDA (2021) de no incremento del área equipada para irrigación desde 2013 al 2016 (Anexo 45). Los años desde el 2013 al 2016 fueron de mayor incidencia positiva del gasto público agropecuario y menor productividad e innovación tecnológica (Figura 7). Los resultados del 2008 al 2016 sugirió, a una mayor participación del gasto público per cápita, con una tendencia negativa de la productividad e innovación tecnológica sobre la producción per cápita en el sector agropecuario. Citando a Minaya y Zegarra (2007) referente al gasto público agropecuario y productividad, postula: el Perú también ha mantenido una tendencia a asignar una mayor proporción del gasto público rural al fomento productivo rural, sobre todo en infraestructura de riego (1985-1997) ... Respecto al impacto positivo que tendría el gasto en el producto, la productividad de la tierra y los ingresos rurales... En el caso peruano, esta variable apareció con signo negativo en todas las estimaciones. En síntesis, de Minaya y Aliaga (2007) y del Modelo de Solow se postula: el gasto público en capital

físico en el sector agropecuario fue creciente versus el declive de productividad e innovación tecnológica.

V. CONCLUSIONES

Las seis regresiones realizadas bajo el modelo de Solow (Anexo 39) y nueve regresiones del modelo alternativo de Cobb-Douglas (Anexo 40) durante el periodo del 2008 al 2016 demostró:

1. El modelo de Solow, mediante los coeficientes mostró: la incidencia de la tasa de crecimiento poblacional decreció sobre la producción del sector agropecuario en 0.3 unidades del 2008 al 2016 per cápita (PEAoap).
2. Así mismo, del 2008 al 2016 según los resultados existió un incremento de la sensibilidad del gasto público agropecuario en capital físico per cápita en: 0.04 del modelo de Solow, como también, el modelo de Cobb-Douglas registro un incremento de 0.3 (Anexo 39), lo que beneficio y impulso la producción agropecuaria per cápita (PEAoap).
3. La evidencia empírica del modelo de Solow detectó decreciente productividad e innovación tecnológica agropecuaria del 2008 al 2016 en 0.39 unidades (Anexo 39). Puntualmente empezó en 2010 en base a los resultados del modelo de Cobb-Douglas (Anexo 40), desacelerando el crecimiento de la producción agropecuaria.
4. En virtud de los resultados del 2008-2016: el crecimiento de la producción agropecuaria per cápita (PEAoap), se benefició principalmente del gasto público en capital físico en el sector, por el contrario, la tasa de crecimiento poblacional e innovación tecnología y productividad disminuyeron la incidencia en el crecimiento de la producción agropecuaria per cápita (PEAoap). Se observó, el sector agropecuario tenía características contrarias a un sector en desarrollo. Se presume: por la mala gestión en la inversión pública agropecuaria y de un modelo económico en el sector de escasa productividad e innovación tecnológica durante el 2008 al 2016.

VI. RECOMENDACIONES

Basado en lo mencionado por Khan *et al.*(2019),que citaron a Kuznets(1964) y posteriormente por Ghatak y Ingersent (1984) explicaron la contribución sector agropecuario en el desarrollo económico, se divide en: la contribución del producto (crecimiento de la producción per capita), la contribución del mercado (demanda de productos agrícolas modernos), la contribución de los factores (mano de obra y capital-impuestos) y contribución en divisas (exportaciones agropecuarias). Así mismo, bajo el supuesto de libertad económica y estabilidad económica inspirado en la investigación en 27 países de la Comunidad Europea durante el periodo del 1992 al 2011 por Fidrmuc y Tunali (2015: 1159), con la finalidad de un crecimiento económico sostenible del sector agropecuario en el Perú con una innovación tecnológica y productividad crecientes y eficiente gasto público.

1. Se recomienda el incremento real de la inversión pública en infraestructura y una mejor gestión en la ejecución de los proyectos agropecuarios, acompañada con incentivos a la inversión privada en un contexto mundial pademico. Al respecto, Martin (2019:7) sostiene que el crecimiento en países en desarrollo es estimulado y se beneficia con el incremento de la inversión en infraestructura.
2. Un mayor inversión pública en Investigación y Desarrollo Agropecuario del gobierno podría beneficiar el incremento de la productividad, la producción agropecuaria y renta de los peruanos. Martin (2019) plantea: otro canal de efecto potencialmente importante entre el crecimiento de la renta en los países en desarrollo y el suministro de alimentos es la inversión de los países en desarrollo en investigación y desarrollo agrícolas (I+D) para aumentar la productividad agrícola.
3. Ampliar la frontera de acceso a internet a los hogares rurales conveniente, amplio y continuo como parte de la política de desarrollo agropecuario, con el fin de proveer información al productor agropecuario. Recomendación basada en la experiencia de Vietnam, donde el incremento de la producción agropecuaria en 6 a 7 por ciento estuvo asociado con el acceso a internet (Kaila y Tarp 2019).

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, J; Nolasco, J. 2014. Econometría con E-Views y aplicaciones en Economía Agrícola, Economía de los Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Lima: Fondo Editorial-UNALM.2014. 312p.
- Briones, X; Molero, L; Calderón, O. 2018. La Función de Producción Cobb-Douglas en el Ecuador (en línea). *Tendencias*, 19(2):45-73. Consultado el 5 de may. 2019. Disponible en <https://dx.doi.org/10.22267/rtend.181902.97>
- Campos, F; Oviedo, M. 2015. Extensión de los predios agrícolas y productividad. El caso del campo cañero en México (en línea). Ciudad de México–México. *El trimestre económico* v. 82. (325):147-181.Consultado 14 mar.2019.Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-718X201500100147&lng=es&nrm=iso.
- Carlson, Keith y Spender, Roger.1975. Crowding Out and Its Critics (en línea). Federal reserve of Bank of Saint Louis:1-17. Consultado 1 may.2021. Disponible en https://files.stlouisfed.org/files/htdocs/publications/review/75/12/Crowding_Dec1975.pdf
- Decreux, Y; Spies, J. 2016. Export Potential Assessments- A methodology to identify export opportunities for developing countries (en línea):1-31. Consultado el 6 ene. 2020. Disponible en https://umbraco.exportpotential.intracen.org/media/1089/epa-methodology_141216.pdf.
- Di Ubaldo, M; Siedschlag, I.2020. Investment in Knowledge-Based Capital and Productivity: Firm-Level Evidence from a Small Open Economy. *Review of Income and Wealth* (en línea): 1-31. Consultado el 21 de ago. 2020. Disponible en [doi:10.1111/roiw.12464](https://doi.org/10.1111/roiw.12464): 5.
- Fidrmuc, J; Tunali, ÇB, 2015. State Aid Policy in the European Union. *Journal of Common Market Studies* (en línea). Volume 53:1143-1162. Consultado en 15 may. 2019. Disponible en DOI: 10.1111/jcms.12247. (5).
- Galarza, F.; Díaz, G. 2015. Productividad total de factores en la agricultura peruana:

estimación y determinantes (en línea). *Economía* Vol. XXXVIII, N° 76, semestre julio-diciembre 2015:77-116. Consultado en 9 nov. 202. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6414172>.

Gómez, L.2016. Evolución del empleo y de la productividad en el sector agropecuario en México. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). Serie Macroeconomía del Desarrollo LC/L.4254 60. (180):1-60.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú). 2018. Población económicamente Ocupada Nacional e Agrícola, PBI nacional y Valor agregado del sector agropecuario en base 2007.Consultado 01 dic. 2018. Disponible en <http://webapp.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú). 2019. Superficie Sembrada, Superficie Cosechada, Inversión extranjero, Valor de la Producción, Índice de Precios del sector agropecuario de Perú en el sector agropecuario de Perú. Consultado 22 nov. 2019. Disponible en <http://webapp.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú). 2021. Población ocupada del Área rural, Tasa de población adecuadamente empleada del Área rural. Consultado 1 jun. 2021. Disponible en <http://webapp.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>.

ITC (International Trade Centre). 2019. Exportaciones de Alimentos Frescos/Frutas, Uvas, Esparrago, Avocado (en línea). Consultado 31 may. 2019 Disponible en <http://exportpotential.intracen.org/#!/markets/gap-chart?fromMarker=i&exporter=604&whatMarker=s&what=17&toMarker=j>.

Kaila, H; Tarp, F. 2019. Can the Internet improve agricultural production? Evidence from Viet Nam (en línea). *Agricultural Economics*. 2019; 50: 675–691. Consultado el 10 oct. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.1111/agec.12517>.

Kerrigan, G.2016. Tendencias del empleo y la productividad laboral en el sector agropecuario de Chile. CEPAL, FIDA. Santiago de Chile-Chile (en línea). Serie Macroeconomía del Desarrollo No.177. UN symbol: LC/L.4234. 10. (177):1-78. Consultado 2 ene. 2019. Disponible en <http://hdl.handle.net/11362/40664>.

Khan, W; Jamshed, M; Fatima, S. 2019.Contribution of agriculture in economic growth: A case study of West Bengal (India) (en línea). *J Public Affairs*. 2020; 20:1-10. Consultado el 10 de nov. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/pa.2031>.

- Knoblach, M; Roessler, M; Zwerschke, P. 2020. The Elasticity of Substitution Between Capital and Labour in the US Economy: A Meta-Regression Analysis. *Oxf Bull Econ Stat*, 82: 62-82. Consultado 20 ago. 2020. Disponible en doi:10.1111/obes.12312:62.
- Linares, A. 2012. *Teoría y Política Macroeconómica en una Economía Abierta*. Universidad Nacional Agraria La Molina: 373 p.
- MacKinnon, James; White Halbert. 1985. Some Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimators with Improved Finite Sample Properties (en línea). *Journal of Econometrics*, Volume 29, Issue 3,1985: 305-325. Consultado el 2 oct. 2020. Disponible en [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(85\)90158-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(85)90158-7).
- Mankiw, G; Romer, D; Weil, D. 1992. A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics* (en línea): 407-437. Consultado el 7 sep. 2018. Disponible en https://eml.berkeley.edu/~dromer/papers/MRW_QJE1992.pdf.
- Martin, W. 2019. Economic growth, convergence and agricultural economics (en línea). *Agricultural Economics*. 2019; 50: 7– 27. Consultado el 6 de ene. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.1111/agec.12528>.
- Minaya, V.; Zegarra, E. 2007. Gasto público, productividad e ingresos agrarios en el Perú: avances de investigación y resultados empíricos propios. En: *Investigación, políticas y desarrollo en el Perú*. Lima: GRADE, 2007. ISBN 978-9972-615-42-9: 27-66. Consultado el 6 ago. 2019. Disponible en <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Peru/grade/20100513015737/InvPolitDesarr-1.pdf>.
- MEF (Ministerio de Economía y Finanzas). 2019. Consulta del Gasto del sector agropecuario por regiones desde el 2008-2016 (en línea). Consultado el 22 de abr. 2019. Disponible en <http://apps5.mineco.gob.pe/transparencia/Navegador/default.aspx>.
- MEF (Ministerio de Economía y Finanzas). 2020. Consulta de seguimiento de ejecución de Proyectos de Inversión Total Gobierno: Irrigación (en línea). Consultado el 29 de sep. 2020. Disponible en <https://apps5.mineco.gob.pe/bingos/seguimientopi/Navegador/default.aspx?y=2018&ap=ActProy> .
- Morris, M; Diaz, L.; Ashwini, S.; Vega, GF; Miranda, J; Valdes, A; Frewer, F; Escudero, D. 2018. Tomando impulso en la agricultura peruana Oportunidades para aumentar

la productividad y mejorar la competitividad del sector (en línea). AGRICULTURE GP LAC GFA04. PE-Perú Agriculture Opportunities Asa -- P162084. (1):1-224. Consultado el 2 oct. 2018. Disponible en <https://documentos.bancomundial.org/es/publication/documentsreports/documentdetail/781561519138355286/gaining-momentum-in-peruvian-agriculture-opportunities-to-increase-productivity-and-enhance-competitiveness>.

Morris, M; Diaz, L; Sebastian, A; Vega, G; Miranda, J; Valdes, A; Frewer, F; Escudero, D; Msellati, L; Ahuja, P.; Rodriguez, A. 2017. Gaining momentum in Peruvian agriculture: opportunities to increase productivity and enhance competitiveness (en línea). Washington, D.C.-Estados Unidos. World Bank Group. 150 p. Consultado 2 octubre. 2018. Disponible en <http://documents.worldbank.org/curated/en/107451498513689693/Gaining-momentum-in-Peruvian-agriculture-opportunities-to-increase-productivity-and-enhance-competitiveness>.

Nakamura, T. 2018. Solow meets Stone–Geary: Technological progress and the demographic transition (en línea). *Metroeconomica* 69. (4): 768-790. Consultado 5 may. 2019. Disponible en doi:10.1111/meca.12212:768-790.

Ni, B; Kato, H. 2020. Do vertical spillovers differ by investors' productivity? Theory and evidence from Vietnam (en línea). *Rev Dev Econ.* 2020; 24: 1046–1072. Consultado el 5 may. 2021. Disponible en <https://doi.org/10.1111/rode.12671>.

Penagos, A. 2018. Desafíos del desarrollo rural y agropecuario en América Latina y el Caribe (en línea). Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. Consultado el 6 may. 2021. Disponible en <https://www.pp-al.org/en/content/download/4800/36721/version/1/file/PENAGOSDesaf%C3%ADos+del+desarrollo+rural+y+agropecuario+en+Am%C3%A9rica+Latina+y+el+Caribe.pdf>.

Samii, C; Aronow, Peter M. 2012. On equivalencies between design-based and regression-based variance estimators for randomized experiments. *Statistics & Probability Letters*, Volume 82, Issue 2:365-370. Consultado el 3 feb. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.spl.2011.10.024>.

Seminario, B .2016. El desarrollo de la economía peruana en la era moderna: precios, población, demanda y producción desde 1700. Lima–Perú. Universidad del Pacífico.1300 p.

Tonconi, J. 2015. Producción agrícola alimentaria y cambio climático: un análisis económico en el departamento de Puno, Perú (en línea). *Idesia.* 33 (2):119-136.

Consultado 1 dic. 2018. Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v33n2/art14.pdf>.

Trindade, F. J. and Fulginiti, L. E. 2015. Is there a slowdown in agricultural productivity growth in South America? *Agricultural Economics* (en línea): 69-81. Consultado el 30 nov. 2019. Disponible en doi:10.1111/agec.12199.

USDA (U.S. Department of Agriculture). 2021. *International Agricultural Productivity* (en línea). Consultado el 2 ene. 2021. Disponible en <https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/>.

Webb, R. 2016. IV Censo Nacional Agropecuario y el descubrimiento de la agricultura Avances en la investigación (en línea):1-55. Consorcio de Investigación Económica y Social, CIES. Consultado 23 nov. 2018. Disponible en http://cies.org.pe/sites/default/files/files/otrasinvestigaciones/archivos/iv_cenagro_r._webb.pdf.

Zhao, R. 2019. Technology and economic growth: From Robert Solow to Paul Romer (en línea). *Hum Behav & Emerg Tech.* 2019; 1: 62–65. Consultado 10 nov. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.1002/hbe2.116>.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: Base de datos del Modelo de Solow.

Región/Indicador	Tasa Crecimiento Poblacional promedio (porcentual)	Gasto Gobierno Agropecuario per cápita promedio	VBPA per cápita 2008	VBPA per cápita 2016
Amazonas	0.48888889	347.096315	10358.5623	11256.2787
Ancash	0.57777778	1378.17774	5837.61565	5028.14476
Apurímac	0.54444444	747.561677	4963.07685	5621.19574
Arequipa	1.07777778	1863.85413	27274.3694	39979.2692
Ayacucho	1.16666667	1121.0972	7981.81658	4406.22168
Cajamarca	0.43333333	350.323998	6650.95958	4760.92545
Cusco	0.66666667	1526.1474	6508.84946	4523.3436
Huancavelica	0.81111111	840.485045	3596.48525	3731.91419
Huánuco	0.83333333	258.61416	6234.91557	5477.54901
Ica	1.06666667	1431.88777	62442.7128	91100.1426
Junín	0.73333333	537.453157	8550.19097	8109.52519
La Libertad	1.27777778	1172.95465	20535.871	22462.8046
Lambayeque	0.87777778	1244.80826	9036.76422	10673.3509
Lima	1.5	4236.00249	43772.2647	68992.8236
Loreto	1.18888889	252.807823	5491.26812	4435.99789
Madre de Dios	2.6	984.96132	16325.1099	10322.0619
Moquegua	1.06666667	5427.91655	6333.67235	5377.76057
Pasco	0.78888889	630.979465	9359.20731	6889.07594
Piura	0.82222222	824.608651	9271.10657	8637.86307
Puno	0.91111111	547.304261	6986.14911	6306.65252
San Martín	1.46666667	299.840456	9879.2765	12810.656
Tacna	1.36666667	5004.38336	24493.7294	15352.1289
Tumbes	1.47777778	3036.50928	7021.60057	8970.63591
Ucayali	1.35555556	488.51814	11958.3789	9671.27314

Valor Bruto de Producción Agropecuaria (VBPA). En soles del Perú en base año 2007.

FUENTE: INEI (2019), MINAGRI (2019) y Ministerio de Economía y Finanzas (2019).
Elaboración Propia.

ANEXO 2: Base de datos del modelo de Cobb-Douglas - Gasto Público Agropecuario de la PEA agropecuaria per cápita.

AÑO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Amazonas	263.845 767	292.558 827	288.488 185	202.599 42	257.505 516	461.804 161	381.962 414	673.751 177	301.351 366
Áncash	1360.99 616	2244.70 655	1585.49 191	1113.32 368	1486.23 239	1269.72 938	1261.05 457	1214.31 772	867.747 323
Apurímac	569.123 78	661.453 359	677.715 951	491.612 856	552.453 682	657.872 084	1034.13 783	1025.14 116	1058.54 44
Arequipa	1502.49 348	1631.15 696	1326.43 992	1377.65 873	2010.95 653	1097.52 666	2099.34 042	1724.59 586	4004.51 861
Ayacucho	740.142 24	922.703 512	968.426 094	874.894 595	1071.49 975	1289.75 12	1277.46 716	1668.85 353	1276.13 672
Cajamarca	485.816 038	446.703 103	250.421 436	232.815 009	281.278 347	353.181 534	435.251 932	354.630 201	312.818 385
Cusco	935.159 192	1294.46 357	1230.51 117	1070.65 304	1815.17 679	2015.55 34	1860.61 235	1856.45 653	1656.74 052
Huancavelica	893.899 719	1058.80 475	796.516 487	624.946 802	834.942 011	728.871 402	1039.51 301	941.287 381	645.583 84
Huánuco	114.935 676	163.234 896	182.173 333	257.281 133	294.406 626	250.576 163	444.590 097	351.121 055	269.208 46
Ica	674.311 463	1377.17 675	654.984 067	923.761 887	1090.17 257	1485.83 1	2285.10 313	2878.67 987	1516.96 918
Junín	713.293 217	474.572 414	398.394 787	368.600 165	352.241 292	414.319 37	672.131 659	500.471 715	943.053 794
La Libertad	499.666 384	773.887 321	835.461 868	806.404 994	857.356 605	1102.68 101	773.246 204	2651.86 642	2256.02 104
Lambayeque	349.418 235	544.718 151	474.687 144	434.523 621	1804.75 638	1830.93 417	1643.61 269	2477.02 479	1643.59 919
Lima	2582.69 537	3736.53 98	3904.44 803	2896.35 622	4559.80 663	4591.01 739	5037.20 342	5531.99 543	5283.96 008
Loreto	515.271 429	289.147 448	149.775 581	154.630 838	186.807 39	218.246 32	252.551 563	247.955 978	260.883 862
Madre de Dios	1859.66 147	1661.07 392	455.006 693	604.779 607	795.813 102	617.462 777	873.238 289	1139.34 509	858.270 927
Moquegua	5340.50 399	6022.82 142	6307.13 234	2939.30 413	5638.37 888	6482.62 169	9086.87 878	3587.50 833	3446.09 938
Pasco	1162.05 387	1067.27 151	715.091 92	317.258 979	568.849 513	486.256 148	455.654 568	413.633 621	492.745 05
Piura	387.080 772	800.114 846	1075.60 13	648.474 052	977.545 793	817.886 51	725.822 868	1423.72 902	565.222 703
Puno	551.349 772	608.153 74	759.562 064	374.143 546	502.639 116	579.012 031	458.015 485	530.274 208	562.588 389
San Martín	280.294 218	209.438 824	218.748 824	194.767 282	232.066 113	320.664 166	282.733 904	607.269 86	352.580 911
Tacna	5319.65 082	4695.96 017	7720.48 027	5698.85 888	3828.88 644	6102.37 783	5579.45 949	3466.57 466	2627.20 164
Tumbes	1250.71 832	3541.64 124	3357.91 991	1779.75 675	3260.33 694	2739.70 068	2959.25 488	7220.83 528	1218.41 955
Ucayali	445.632 971	472.001 923	397.282 388	642.862 266	527.579 946	458.977 462	406.650 139	503.564 464	542.111 7

En base a soles del 2007. FUENTE: INEI (2019). Elaboración Propia.

ANEXO 3: Base de datos del modelo de Cobb-Douglas - Valor Bruto Agropecuario de la PEA agropecuaria per cápita.

AÑO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Amazonas	10358.5 623	11101.5 686	11232.5 913	10588.6 831	10822.3 495	12084.7 714	12198.9 301	10877.9 548	11256.2 787
Áncash	5837.61 564	6891.37 131	6942.25 342	5411.81 392	5196.13 064	5106.39 374	5030.92 758	5769.15 371	5028.14 475
Apurímac	4963.07 685	4374.80 489	4389.75 465	3878.57 943	4344.96 645	4884.13 357	5118.24 657	5594.74 965	5621.19 574
Arequipa	27274.3 694	27347.7 927	28766.1 401	33363.0 047	39888.9 435	37085.0 647	40142.5 574	37474.4 739	39979.2 692
Ayacucho	7981.81 658	7691.28 548	7679.39 179	3846.49 361	4641.78 885	4585.52 868	4571.18 714	4694.03 586	4406.22 168
Cajamarca	6650.95 958	7294.20 075	7933.54 202	6449.07 545	5617.72 84	5591.84 816	5302.36 393	5129.31 296	4760.92 545
Cusco	6508.84 946	6907.98 572	6955.73 653	5540.16 936	6315.72 238	5637.16 603	4951.80 225	4633.23 717	4523.34 36
Huancavelica	3596.48 525	3907.09 204	3741.37 976	3625.33 599	4011.62 547	4090.18 249	3553.73 841	3805.02 351	3731.91 419
Huánuco	6234.91 557	6059.44 157	5538.19 881	5041.59 816	5596.95 7	6328.42 255	6500.41 358	6377.90 242	5477.54 901
Ica	62442.7 128	72634.5 446	66969.8 358	61815.2 546	67094.2 192	67830.3 353	78961.6 934	103440. 677	91100.1 426
Junín	8550.19 097	8672.64 072	10337.8 672	9780.23 578	9143.17 258	9324.25 3	8157.13 801	8273.38 428	8109.52 519
La Libertad	20535.8 71	23129.5 293	22901.7 395	23902.5 277	25745.0 469	29306.1 742	25857.6 656	24090.0 284	22462.8 046
Lambayeque	9036.76 422	9948.70 1	11032.0 845	10397.2 578	12511.8 083	12222.7 954	12486.6 763	12932.0 759	10673.3 509
Lima	43772.2 647	45922.2 689	53224.4 04	47390.8 764	55240.0 02	47644.3 812	52041.7 674	56670.5 818	68992.8 236
Loreto	5491.26 812	5452.03 068	5674.94 98	4055.90 153	4241.18 643	4716.19 865	4955.15 334	4909.78 607	4435.99 789
Madre de Dios	16325.1 099	13245.2 897	15675.4 163	7247.20 309	7192.35 046	7832.24 296	7237.10 741	9816.12 097	10322.0 619
Moquegua	6333.67 235	5260.53 599	6035.31 239	5653.89 454	6333.48 947	6872.20 591	5632.49 064	5975.37 948	5377.76 056
Pasco	9359.20 731	8987.84 804	8453.18 573	6903.85 462	6957.62 118	7375.11 095	6770.13 883	6856.56 309	6889.07 594
Piura	9271.10 657	10581.7 938	10693.1 255	6433.21 522	8192.81 457	8849.72 916	7774.74 186	8355.40 101	8637.86 307
Puno	6986.14 911	6995.84 148	7395.96 055	5592.35 414	5416.85 59	6197.72 093	6625.91 709	6216.73 96	6306.65 252
San Martín	9879.27 65	9837.10 981	10835.1 165	12564.5 373	11833.8 563	11644.7 667	11976.4 66	13986.0 759	12810.6 56
Tacna	24493.7 294	11429.3 8	19535.8 998	18492.2 571	18444.7 391	19706.1 193	25330.3 19	17841.8 682	15352.1 289
Tumbes	7021.60 056	8788.28 566	12124.8 992	8796.51 728	11003.6 361	8680.80 044	9587.49 506	10206.4 82	8970.63 591
Ucayali	11958.3 789	10224.8 199	9837.05 134	7195.36 433	8298.71 436	8352.76 105	9273.21 757	10625.7 01	9671.27 314

En base a soles del 2007. FUENTE: INEI (2019). Elaboración Propia.

ANEXO 4: Primera Regresión.

Formula = Ln_vbpapercapitapromedio2008 ~ Ln_gastogobagropecuariopercapita + Ln_tasacrecimientopoblacional

Residuals	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.91607	-0.37066	-0.03924	0.19126	1.68831

Coeficientes	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	17.1659	5.6223	3.05	0.006
Ln_gastogobagropecuariopercapita	0.2371	0.1517	1.564	0.13288
Ln_tasacrecimientopoblacional	3.4027	1.8629	1.829	0.08202

Residual standard error: 0.6269 on 21 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.2783, Adjusted R-squared: 0.2096

F-statistic: 4.05 on 2 and 21 DF, p-value: 0.03255

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 5: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Standar de la Regresión Primera.

lm_robust(formula = Ln_vbpapercapitapromedio2008 ~ Ln_gastogobagropecuariopercapita + Ln_tasacrecimientopoblacional)

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	17.1659	4.0579	4.23	3.75E-04	8.72704	25.6048	21
Ln_gastogob Agropecuario Percápita	0.2371	0.1547	1.532	1.40E-01	-0.08466	0.5589	21
Ln_tasa crecimiento poblacional	3.4027	1.3616	2.499	0.0208263	0.57096	6.2343	21

Multiple R-squared: 0.2783, Adjusted R-squared: 0.2096

F-statistic: 4.751 on 2 and 21 DF, p-value: 0.01986

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 6: Segunda Regresión.

Formula = Ln_vbpapercapitapromedio2016 ~ Ln_gastogobagropecuariopercapita + Ln_tasacrecimientopoblacional

Residuals	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-1.10394	-0.54607	-0.0975	0.20578	2.10648

Ln_vbpapercapitapromedio2016	Coef.	Std. Err.	t	P>t
(Intercept)	15.9606	7.1641	2.228	0.037
Ln_tasacrecimientopoblacional	3.1129	2.3737	1.311	0.204
Ln_gastogobagropecuariopercapita	0.2857	0.1933	1.4780	0.154

Residual standard error: 0.7988 on 21 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.2069, Adjusted R-squared: 0.1313

F-statistic: 2.739 on 2 and 21 DF, p-value: 0.08772

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 7: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Standar de la Regresión Segunda.

lm_robust(formula = Ln_vbpapercapitapromedio2016 ~ Ln_gastogobagropecuariopercapita + Ln_tasacrecimientopoblacional, data = Data)

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	15.9606	6.917	2.307	3.13E-02	1.5758	30.3454	21
Ln_gastogob Agropecuario Percápita	0.2857	0.1995	1.432	1.67E-01	-0.1292	0.7006	21
Ln_tasa Crecimiento poblacional	3.1129	2.2978	1.355	0.18989	-1.6656	7.8915	21

Multiple R-squared: 0.2069, Adjusted R-squared: 0.1313

F-statistic: 2.55 on 2 and 21 DF, p-value: 0.102

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 8: Tercera Regresión.

Formula = Ln_vbpapercapitapromedio2008 ~ Ln_tasacrecimientopoblacional

Residuals	Min	1Q	Media	3Q	Max
	-0.8931	-0.3623	-0.1324	0.1613	1.7786

Ln_vbpapercapitapromedio2008	Coef.	Std. Err.	t	P>t
(Intercept)	21.151	5.173	4.088	0
Ln_tasacrecimientopoblacional	4.242	1.841	2.303	0.031

Residual standard error: 0.6471 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.1943, Adjusted R-squared: 0.1577

F-statistic: 5.306 on 1 and 22 DF, p-value: 0.03108

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 9: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Standar de la Regresión Tercera.

lm_robust(formula = Ln_vbpapercapitapromedio2008 ~ Ln_tasacrecimientopoblacional, data = Data)

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	21.151	4.913	4.305	2.86E-04	10.963	31.339	22
Ln_tasa crecimiento poblacional	4.242	1.73	2.453	0.0225802	0.655	7.829	22

Multiple R-squared: 0.1943, Adjusted R-squared: 0.1577

F-statistic: 6.015 on 1 and 22 DF, p-value: 0.02258

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 10: Cuarta Regresión.

Formula = Ln_vbpapercapitapromedio2016 ~ Ln_tasacrecimientopoblacional

Residuals	Min	1Q	Media	3Q	Max
	-0.8917	-0.452	-0.209	0.210	2.2153

Ln_vbpapercapitapromedio2016	Coef.	Std. Err.	t	P>t
(Intercept)	20.762	6.556	3.167	0.004
Ln_tasacrecimientopoblacional	4.124	2.333	1.767	0.091

Residual standard error: 0.82 on 22 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.1243, Adjusted R-squared: 0.08452
F-statistic: 3.124 on 1 and 22 DF, p-value: 0.09104

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 11: Regresión de la Heteroscedasticidad-Robust Error Standar de la Regresión Cuarta.

lm_robust(formula = Ln_vbpapercapitapromedio2016 ~ Ln_tasacrecimientopoblacional, data = Data)

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	20.762	7.568	2.744	1.19E-02	5.067	36.456	22
Ln_tasa Crecimiento poblacional	4.124	2.667	1.546	0.13633	-1.408	9.656	22

Multiple R-squared: 0.1243, Adjusted R-squared: 0.08452
F-statistic: 2.391 on 1 and 22 DF, p-value: 0.1363

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 12: Quinta Regresión.

Formula = Ln_vbpapercapitapromedio2008 ~ Ln_gastogobagropecuarioper capita.

Residuals	Min	1Q	Media	3Q	Max
	-1.03384	-0.3781	-0.07012	0.34957	0.3496

Ln_vbpapercapitapromedio2008	Coef.	Std. Err.	t	P>t
(Intercept)	7.0618	1.0572	6.6800	0.0000
Ln_gastogobagropecuarioper capita	0.3170	0.1528	2.0700	0.0500

Residual standard error: 0.6593 on 22 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.1637, Adjusted R-squared: 0.1257
F-statistic: 4.305 on 1 and 22 DF, p-value: 0.04989

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 13: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Standard de la Regresión Quinta.

lm_robust(formula = Ln_vbpapercapitapromedio2008 ~ Ln_gastogobagropecuariopercapita, data = Data)

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	7.062	1.0388	6.798	7.87E-07	4.90748	9.2161	22
Ln_gastogob Agropecuario Percápita	0.317	0.1632	1.942	0.06509	-0.02158	0.6555	22

Multiple R-squared: 0.1637, Adjusted R-squared: 0.1257
 F-statistic: 3.77 on 1 and 22 DF, p-value: 0.06509

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 14: Sexta Regresión.

Formula = Ln_vbpapercapitapromedio2016 ~ Ln_gastogobagropecuariopercapita.

Residuals	Min	1Q	Media	3Q	Max
	-1.2117	-0.465	-0.117	0.3076	2.0960

Ln_vbpapercapitapromedio2016	Coef.	Std. Err.	t	P>t
(Intercept)	6.7168	1.3016	5.1600	0.0000
Ln_gastogobagropecuariopercapita	0.3587	0.1881	1.9070	0.0690

Residual standard error: 0.8117 on 22 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.1419, Adjusted R-squared: 0.1029
 F-statistic: 3.638 on 1 and 22 DF, p-value: 0.0696

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 15: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Standar de la Regresión Sexta.

lm_robust(formula = Ln_vbpapercapitapromedio2016 ~ Ln_gastogobagropecuariopercapita, data = Data)

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	6.7168	1.3087	5.132	3.83E-05	4.00261	9.4309	22
Ln_gastogob Agropecuario Percápita	0.3587	0.2047	1.752	0.09364	-0.06583	0.7833	22

Multiple R-squared: 0.1419, Adjusted R-squared: 0.1029
 F-statistic: 3.071 on 1 and 22 DF, p-value: 0.09364

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 16: Regresión 2008.

lm(formula = log(VBPA_pc\$`2008`) ~ log(GPA_pc\$`2008`))

Residuals	Min	1Q	Media	3Q	Max
	-1.0801	-0.4873	-0.1241	0.273	1.8356

	Coef.	Std. Err.	t	P>t
(Intercept)	7.7881	1.0682	7.291	2.66E-07
log(GPA_pc\$`2008`)	0.2177	0.1591	1.369	0.185

Residual standard error: 0.6921 on 22 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.0785, Adjusted R-squared: 0.03662
 F-statistic: 1.874 on 1 and 22 DF, p-value: 0.1848

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 17: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2008).

lm_robust(formula = log(VBPA_pc\$`2008`) ~ log(GPA_pc\$`2008`))

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	7.7881	0.9649	8.072	5.089E-08	5.78707	9.7891	22
log(GPA_pc\$`2008`)	0.2177	0.1531	1.422	0.1689	-0.09971	0.5352	22

Multiple R-squared: 0.0785, Adjusted R-squared: 0.03662
 F-statistic: 2.023 on 1 and 22 DF, p-value: 0.1689

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 18: Regresión 2009.

lm(formula = log(VBPA_pc\$`2009`) ~ log(GPA_pc\$`2009`))

Residuals	Min	1Q	Media	3Q	Max
	-0.9997	-0.3939	-0.1627	0.18	1.8957

	Coef.	Std. Err.	t	P>t
(Intercept)	7.974	1.0288	7.751	9.95E-08
log(GPA_pc\$`2009`)	0.1831	0.1491	1.228	0.232

Residual standard error: 0.6932 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.06413, Adjusted R-squared: 0.02159

F-statistic: 1.508 on 1 and 22 DF, p-value: 0.2325

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 19: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2009).

lm_robust(formula = log(VBPA_pc\$`2009`) ~ log(GPA_pc\$`2009`))

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	7.974	0.9354	8.525	2.024E-08	6.0341	9.9138	22
log(GPA_pc\$`2009`)	0.1831	0.1486	1.232	0.2308	-0.1251	0.4913	22

Multiple R-squared: 0.06413, Adjusted R-squared: 0.02159

F-statistic: 1.519 on 1 and 22 DF, p-value: 0.2308

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 20: Regresión 2010.

lm(formula = log(VBPA_pc\$`2010`) ~ log(GPA_pc\$`2010`))

Residuals	Min	1Q	Media	3Q	Max
	-1.06628	-0.3866	-0.08384	0.23056	1.85575

	Coef.	Std. Err.	t	P>t
(Intercept)	8.0219	0.9387	8.546	1.94E-08
log(GPA_pc\$`2010`)	0.1903	0.1389	1.37	0.184

Residual standard error: 0.7045 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.07865, Adjusted R-squared: 0.03677

F-statistic: 1.878 on 1 and 22 DF, p-value: 0.1844

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 21: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2010).

lm_robust(formula = log(VBPA_pc\$`2010`) ~ log(GPA_pc\$`2010`))

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	8.0219	0.8473	9.467	3.238E-09	6.26464	9.7792	22
log(GPA_pc\$`2010`)	0.1903	0.1343	1.418	0.1703	-0.08814	0.4688	22

Multiple R-squared: 0.07865, Adjusted R-squared: 0.03677

F-statistic: 2.009 on 1 and 22 DF, p-value: 0.1703

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 22: Regresión 2011.

lm(formula = log(VBPA_pc\$`2011`) ~ log(GPA_pc\$`2011`))

Residuals	Min	1Q	Media	3Q	Max
	-0.9552	-0.4222	-0.201	0.3494	1.817

	Coef.	Std. Err.	t	P>t
(Intercept)	6.9714	1.1007	6.333	2.25E-06
log(GPA_pc\$`2011`)	0.3286	0.1678	1.957	0.0631

Residual standard error: 0.7462 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.1483, Adjusted R-squared: 0.1096

F-statistic: 3.832 on 1 and 22 DF, p-value: 0.0631

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 23: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2011).

lm_robust(formula = log(VBPA_pc\$`2011`) ~ log(GPA_pc\$`2011`))

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	6.9714	0.9395	7.421	2.009E-07	5.023106	8.9198	22
log(GPA_pc\$`2011`)	0.3286	0.1544	2.128	0.04479	0.008347	0.6488	22

Multiple R-squared: 0.1483, Adjusted R-squared: 0.1096

F-statistic: 4.528 on 1 and 22 DF, p-value: 0.04479

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 24: Regresión 2012.

lm(formula = log(VBPA_pc\$`2012`) ~ log(GPA_pc\$`2012`))

Residuals	Min	1Q	Media	3Q	Max
	-1.0334	-0.4577	-0.1857	0.3135	1.8672

	Coef.	Std. Err.	t	P>t
(Intercept)	6.9469	1.0967	6.334	2.25E-06
log(GPA_pc\$`2012`)	0.3288	0.16	2.055	0.0519

Residual standard error: 0.753 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.1611, Adjusted R-squared: 0.1229

F-statistic: 4.224 on 1 and 22 DF, p-value: 0.05191

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 25: Regresión 2012.

lm_robust(formula = log(VBPA_pc\$`2012`) ~ log(GPA_pc\$`2012`))

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	6.9469	1.0324	6.729	9.195E-07	4.805774	9.088	22
log(GPA_pc\$`2012`)	0.3288	0.1619	2.031	0.05449	-0.006909	0.6646	22

Multiple R-squared: 0.1611, Adjusted R-squared: 0.1229

F-statistic: 4.126 on 1 and 22 DF, p-value: 0.05449

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 26: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2012).

lm_robust(formula = log(VBPA_pc\$`2012`) ~ log(GPA_pc\$`2012`))

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	6.9469	1.0324	6.729	9.195E-07	4.805774	9.088	22
log(GPA_pc\$`2012`)	0.3288	0.1619	2.031	0.05449	-0.006909	0.6646	22

Multiple R-squared: 0.1611, Adjusted R-squared: 0.1229

F-statistic: 4.126 on 1 and 22 DF, p-value: 0.05449

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 27: Regresión 2013.

lm(formula = log(VBPA_pc\$`2013`) ~ log(GPA_pc\$`2013`))

Residuals	Min	1Q	Media	3Q	Max
	-0.96621	-0.49771	-0.07999	0.25038	1.78132
	Coef.	Std. Err.	t	P>t	
(Intercept)	7.0727	1.1054	6.398	1.94E-06	
log(GPA_pc\$`2013`)	0.3109	0.1601	1.942	0.065	

Residual standard error: 0.7355 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.1463, Adjusted R-squared: 0.1075

F-statistic: 3.772 on 1 and 22 DF, p-value: 0.06504

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 28: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2013).

lm_robust(formula = log(VBPA_pc\$`2013`) ~ log(GPA_pc\$`2013`))

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	7.0727	0.9706	7.287	2.681E-07	5.059866	9.0855	22
log(GPA_pc\$`2013`)	0.3109	0.1534	2.027	0.05499	-0.007248	0.6291	22

Multiple R-squared: 0.1463, Adjusted R-squared: 0.1075

F-statistic: 4.107 on 1 and 22 DF, p-value: 0.05499

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 29: Regresión 2014.

lm(formula = log(VBPA_pc\$`2014`) ~ log(GPA_pc\$`2014`))

Residuals	Min	1Q	Media	3Q	Max
	-1.2628	-0.4381	-0.125	0.4341	1.8259
	Coef.	Std. Err.	t	P>t	
(Intercept)	6.9395	1.1826	5.868	6.63E-06	
log(GPA_pc\$`2014`)	0.3247	0.1686	1.926	0.0671	

Residual standard error: 0.7852 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.1443, Adjusted R-squared: 0.1054

F-statistic: 3.711 on 1 and 22 DF, p-value: 0.06707

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 30: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2014).

lm_robust(formula = log(VBPA_pc\$`2014`) ~ log(GPA_pc\$`2014`))

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	6.9395	1.3156	5.275	2.717E-05	4.21101	9.668	22
log(GPA_pc\$`2014`)	0.3247	0.2028	1.601	0.1236	-0.09591	0.7453	22

Multiple R-squared: 0.1443, Adjusted R-squared: 0.1054

F-statistic: 2.563 on 1 and 22 DF, p-value: 0.1236

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 31: Regresión 2015.

lm(formula = log(VBPA_pc\$`2015`) ~ log(GPA_pc\$`2015`))

Residuals	Min	1Q	Media	3Q	Max
	-1.02731	-0.54135	-0.01889	0.35047	1.92301

	Coef.	Std. Err.	t	P>t
(Intercept)	6.0429	1.1842	5.103	0.0000411
log(GPA_pc\$`2015`)	0.4496	0.1658	2.711	0.0128

Residual standard error: 0.7406 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.2504, Adjusted R-squared: 0.2163

F-statistic: 7.35 on 1 and 22 DF, p-value: 0.01276

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 32: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2015).

lm_robust(formula = log(VBPA_pc\$`2015`) ~ log(GPA_pc\$`2015`))

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	6.0429	1.0925	5.532	0.0000147	3.77732	8.3085	22
log(GPA_pc\$`2015`)	0.4496	0.1691	2.658	0.0143542	0.09885	0.8003	22

Multiple R-squared: 0.2504, Adjusted R-squared: 0.2163

F-statistic: 7.067 on 1 and 22 DF, p-value: 0.01435

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 33: Regresión 2016.

lm(formula = log(VBPA_pc\$`2016`) ~ log(GPA_pc\$`2016`))

Residuals	Min	1Q	Media	3Q	Max
	-1.26227	-0.30791	-0.09165	0.31253	1.99456

	Coef.	Std. Err.	t	P>t
(Intercept)	5.6123	1.2172	4.611	0.000136
log(GPA_pc\$`2016`)	0.5206	0.1763	2.953	0.007345

Residual standard error: 0.7415 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.2839, Adjusted R-squared: 0.2514

F-statistic: 8.723 on 1 and 22 DF, p-value: 0.007345

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 34: Regresión de la Heterocedasticidad-Robust Error Estándar (2016).

lm_robust(formula = log(VBPA_pc\$`2016`) ~ log(GPA_pc\$`2016`))

Standard error type: HC2

	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	CI Lower	CI Upper	DF
(Intercept)	5.6123	1.244	4.512	0.0001728	3.0326	8.192	22
log(GPA_pc\$`2016`)	0.5206	0.193	2.697	0.0131663	0.1203	0.9209	22

Multiple R-squared: 0.2839, Adjusted R-squared: 0.2514

F-statistic: 7.274 on 1 and 22 DF, p-value: 0.01317

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 35: Correlación de Variables.

Correlación de Variables	Ln_tasa crecimiento poblacional	Ln_gastogob agropecuario percapita	VIF	1/VIF
Ln_tasacrecimi entopoblaciona l	1		1.09	0.916978
Ln_gastogobag ropecuarioperc apita.	0.2881	1	1.09	0.916978
Promedio VIF			1.09	

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

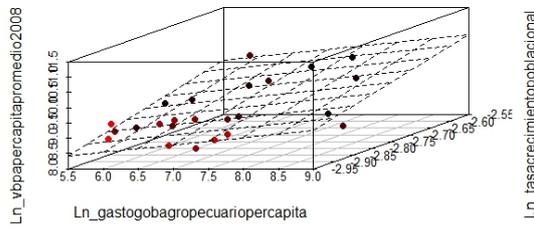
ANEXO 36: Pruebas de Heterocedasticidad.

Prueba	Prueba de White	
	Test Statistic:	p-value
Regresión/Modelo	Modelo de Solow	
Primera	44.527	0.156
Segunda	38.343	0.364
Tercera	10.298	0.590
Cuarta	10.539	0.569
Quinta	7.532	0.821
Sexta	7.408	0.830
Regresión/Modelo	Modelo de Cobb-Douglas	
2008	12.580	0.400
2009	12.346	0.418
2010	9.663	0.646
2011	8.087	0.778
2012	6.773	0.872
2013	6.704	0.877
2014	6.643	0.880
2015	7.498	0.823
2016	6.735	0.875

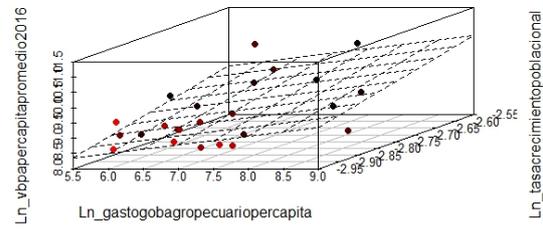
FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 37: Prueba Gráfica de Heterocedasticidad (Modelo de Solow).

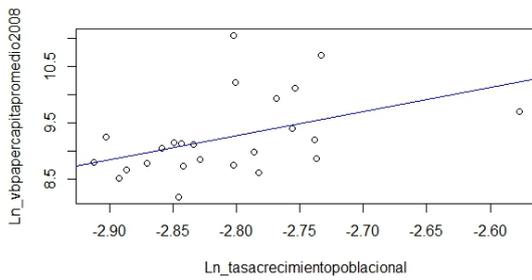
Primera Regresión



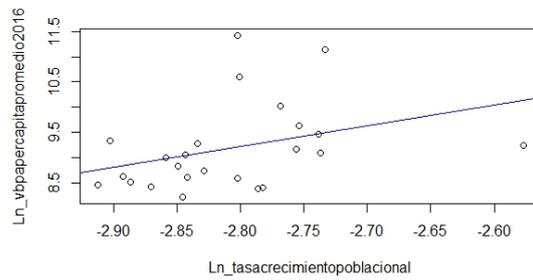
Segunda Regresión



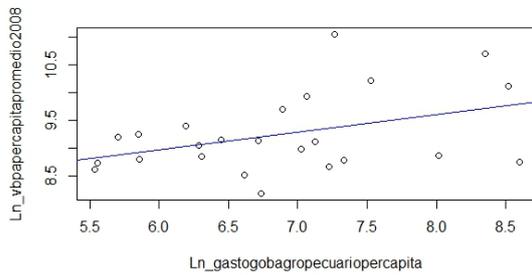
Tercera Regresión



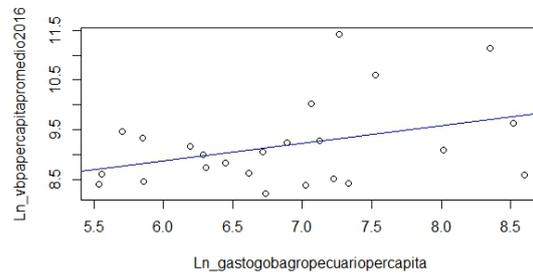
Cuarta Regresión



Quinta Regresión



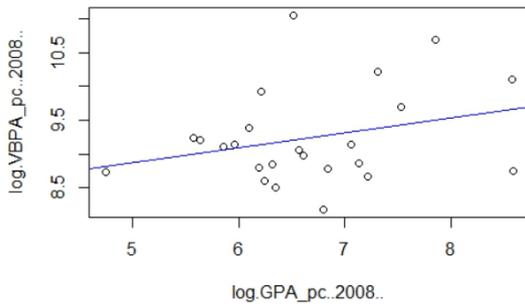
Sexta Regresión



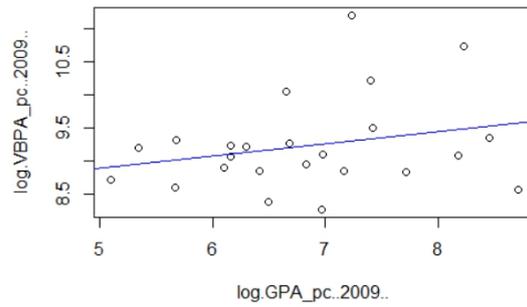
FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 38: Prueba Gráfica de Heterocedasticidad (Modelo de Cobb-Douglas).

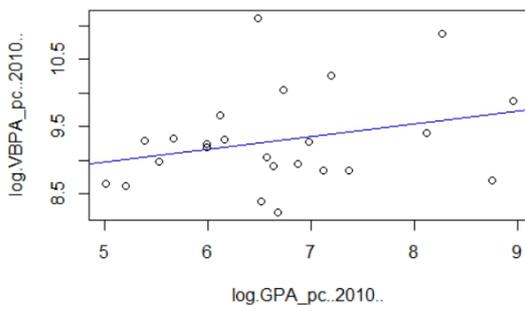
Regresión Transversal del 2008



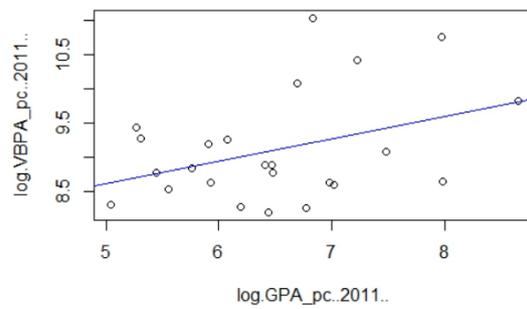
Regresión Transversal del 2009



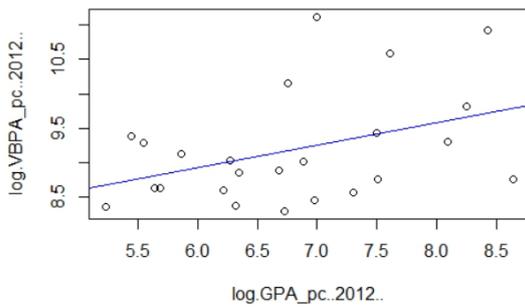
Regresión Transversal del 2010



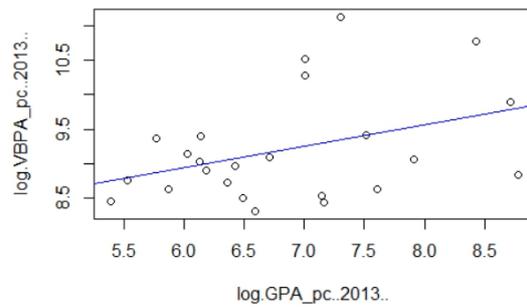
Regresión Transversal del 2011



Regresión Transversal del 2012

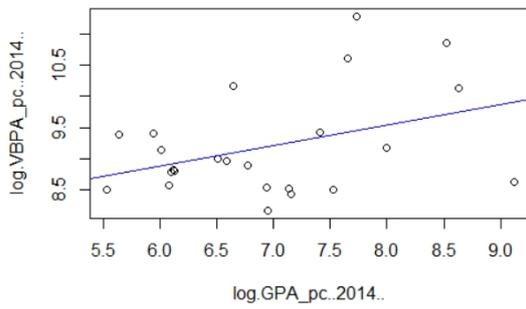


Regresión Transversal del 2013

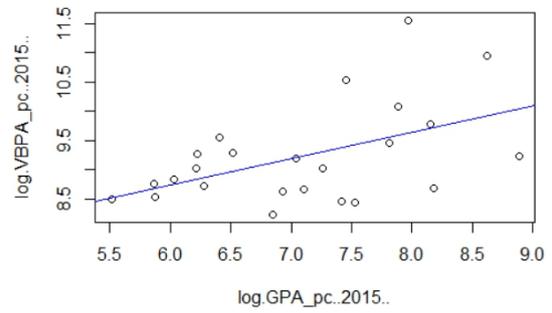


Continúa

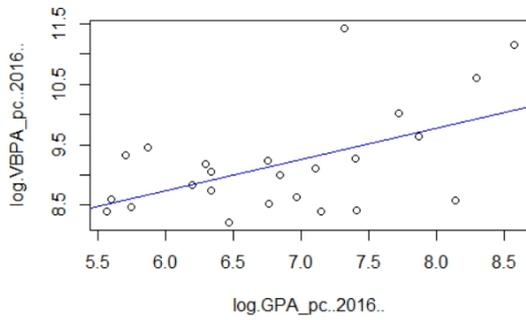
Regresión Transversal del 2014



Regresión Transversal del 2015



Regresión Transversal del 2016



FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 39: Resumen del Modelo de Solow.

	Primera Regresión			Segunda Regresión		
	2008			2016		
F p value	MCO		Robusto	MCO		Robusto
R2 ajustado	0.03		0.02	0.09		0.10
Endógena	20.96%		20.96%	13.13%		13.13%
Exógenas	Ln_vbpapercapita promedio 2008			Ln_vbpapercapita promedio 2016		
(Intercept)	Coefficiente	P> t	P> t Robusto	Coefficiente	P> t	P> t Robusto
Ln_gastogob agropecuario percapita(g)	17.17	0.01	0.00	15.96	0.04	0.03
Ln_tasa crecimiento poblacional(tn)	0.24	0.13	0.14	0.29	0.15	0.17
Regresión Restricta	3.40	0.08	0.02	3.11	0.20	0.19
R2 ajustado	16.35%			10.28%		
(Intercept)	7.0654	1e-06		6.7208	3.5e-05	
g-tn	0.3165	0.05		0.3582	0.0697	
α	0.2404			0.2637		
δ	71.5			55		
	Tercera Regresión			Cuarta Regresión		
	2008			2016		
F p value	MCO		Robusto	MCO		Robusto
R2 ajustado	0.03		0.02	0.09		0.14
Endógena	15.77%		19.43%	8.45%		8.45%
Exógenas	Ln_vbpapercapita promedio 2008			Ln_vbpapercapita promedio 2016		
(Intercept)	Coefficiente	P>t	P> t Robusto	Coefficiente	P>t	P> t Robusto
Ln_tasa crecimiento poblacional	21.15	0.00	0.00	20.76	0.00	0.01
Quinta Regresión	4.24	0.03	0.02	4.12	0.09	0.14
F p value	MCO		Robusto	MCO		Robusto
R2 ajustado	0.05		0.07	0.07		0.09
Endógena	12.57%		12.57%	10.29%		10.29%
Exógenas	Ln_vbpapercapita promedio 2008			Ln_vbpapercapita promedio 2016		
(Intercept)	Coefficiente	P>t	P> t Robusto	Coefficiente	P>t	P> t Robusto
Ln_gasto gob agropecuario percápita	7.062	0	7.9E-07	6.717	0	3.8E-05
Sexta Regresión	0.32	0.05	0.07	0.36	0.07	0.09

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 40: Resumen del Modelo de Cobb-Douglas.

	MCO			Robusto		
Modelo	log(VBPA_pc\$`2008`)			log(VBPA_pc\$`2008`)		
Predictors	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	7.79	5.57 – 10.00	<0.00 1	7.79	5.79 – 9.79	<0.001
GPA_pc\$2008 [log]	0.22	-0.11 – 0.55	0.185	0.22	-0.10 – 0.54	0.169
Observations	24			24		
R2 / R2 adjusted	0.079 / 0.037			NA		
F p-value	0.185			0.169		
Modelo	log(VBPA_pc\$`2009`)			log(VBPA_pc\$`2009`)		
Predictors	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	7.97	5.84 – 10.11	<0.00 1	7.97	6.03 – 9.91	<0.001
GPA_pc\$2009 [log]	0.18	-0.13 – 0.49	0.232	0.18	-0.13 – 0.49	0.231
Observations	24	24				
R2 / R2 adjusted	0.064 / 0.022			NA		
F p-value	0.232			0.231		
Modelo	log(VBPA_pc\$`2010`)			log(VBPA_pc\$`2010`)		
Predictors	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	8.02	6.08 – 9.97	<0.00 1	8.02	6.26 – 9.78	<0.001
GPA_pc\$2010 [log]	0.19	-0.10 – 0.48	0.184	0.19	-0.09 – 0.47	0.17
Observations	24			24		
R2 / R2 adjusted	0.079 / 0.037					
F p-value	0.184			0.17		
Modelo	log(VBPA_pc\$`2011`)			log(VBPA_pc\$`2011`)		
Predictors	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	6.97	4.69 – 9.25	<0.00 1	6.97	5.02 – 8.92	<0.001
GPA_pc\$2011 [log]	0.33	-0.02 – 0.68	0.063	0.33	0.01 – 0.65	0.045
Observations	24			24		
R2 / R2 adjusted	0.148 / 0.110					
F p-value	0.063			0.045		

Modelo	log(VBPA_pc\$`2012`)			log(VBPA_pc\$`2012`)		
Predictors	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	6.95	4.67 – 9.22	<0.00 1	6.95	4.81 – 9.09	<0.001
GPA_pc\$2012 [log]	0.33	-0.00 – 0.66	0.052	0.33	-0.01 – 0.66	0.054
Observations	24			24		
R2 / R2 adjusted	0.161 / 0.123					
Continua						

F p-value	0.052			0.054		
Modelo	log(VBPA_pc\$`2013`)			log(VBPA_pc\$`2013`)		
Predictors	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	7.07	5.17 – 8.97	<0.001	7.07	5.41 – 8.74	<0.001
GPA_pc\$2013 [log]	0.31	0.04 – 0.59	0.065	0.31	0.05 – 0.57	0.055
Observations	24			24		
R2 / R2 adjusted	0.146 / 0.108					
F p-value	0.065			0.055		
Modelo	log(VBPA_pc\$`2014`)			log(VBPA_pc\$`2014`)		
Predictors	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	6.94	4.49 – 9.39	<0.001	6.94	4.21 – 9.67	<0.001
GPA_pc\$2014 [log]	0.32	-0.02 – 0.67	0.067	0.32	-0.10 – 0.75	0.124
Observations	24			24		
R2 / R2 adjusted	0.144 / 0.105					
F p-value	0.067			0.124		
Modelo	log(VBPA_pc\$`2015`)			log(VBPA_pc\$`2015`)		
Predictors	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	6.04	3.59 – 8.50	<0.001	6.04	3.78 – 8.31	<0.001
GPA_pc\$2015 [log]	0.45	0.11 – 0.79	0.013	0.45	0.10 – 0.80	0.014
Observations	24			24		
R2 / R2 adjusted	0.250 / 0.216					
F p-value	0.013			0.014		
Modelo	log(VBPA_pc\$`2016`)			log(VBPA_pc\$`2016`)		
Predictors	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	5.61	3.09 – 8.14	<0.001	5.61	3.03 – 8.19	<0.001
GPA_pc\$2016 [log]	0.52	0.16 – 0.89	0.007	0.52	0.12 – 0.92	0.013
Observations	24			24		
R2 / R2 adjusted	0.284 / 0.251					
F p-value	0.007			0.013		

FUENTE: INEI (2019) y MEF (2019). Elaboración propia con R Studio.

ANEXO 41: Valor Agregado y Valor de la Producción del sector agropecuario de Perú Valor.

Año/Indicador	Valor agregado del sector agropecuario	Valor de la Producción Agrícola	Índice de precios PBI agropecuario
1995	11842	7950.7097	75.865563
1996	12611	8730.0315	84.339069
1997	13160	9004.0651	87.332827
1998	13177	9056.0755	95.416256
1999	14646	10472.575	85.422641
2000	15496	11488.241	82.872999
2001	15374	11494.022	84.011968
2002	16152	12249.733	78.528975
2003	16472	12340.772	81.605148
2004	16391	12292.336	86.205845
2005	16948	13228.824	88.52962
2006	18462	14467.84	91.588127
2007	19074	14521.889	100
2008	20600	15935.042	111.18447
2009	20873	15931.298	117.29507
2010	21766	16352.56	119.63154
2011	22658	17003.639	132.63748
2012	23991	18475.181	134.20449
2013	24329	18625.325	133.7

Millones de Soles base 2007. FUENTE: INEI (2019). Elaboración Propia.

ANEXO 42: Superficie Sembrada, Cosechada e Inversión Extranjera en el sector agropecuario de Perú.

Año/Indicador	Superficie sembrada	Superficie cosechada	Inversión extranjera
1994	1385686.00	1972004.00	4.82
1995	1408429.00	2089580.00	7.66
1996	1492788.89	2251929.00	7.20
1997	1592914.43	2330620.00	7.70
1998	1605672.21	2480437.00	26.22
1999	1696618.01	2612304.00	42.09
2000	1670904.92	2755261.00	44.40
2001	1655109.45	2652558.48	44.40
2002	1655986.64	2699874.50	44.40
2003	1552680.37	2700584.69	44.40
2004	1684587.00	2590194.53	44.40
2005	1712226.89	2815704.46	44.40
2006	1740101.85	2869498.72	44.40
2007	1765702.24	2919240.46	44.40
2008	1798009.08	3035605.26	45.23
2009	1772700.46	3129204.79	45.23
2010	1733743.76	3113965.26	45.23
2011	1834679.35	3089042.33	45.23
2012	1841286.05	3240581.89	45.23
2013	1782037.76	3344093.81	45.23

Hectáreas. Millones de dólares de Estados Unidos. FUENTE: INEI (2019). Elaboración Propia.

ANEXO 43: Inversión Pública en Proyectos de Irrigación.

Proyectos/Años	2015	2016	2017	2018
Proyectos de Irrigación Terminados (Avance al 100 por ciento)				
Ejecución Total	139,794,713	154,706,524	68,943,445	22,964,545
Proyectos Terminados	21	24	13	12
Inversión Pública en Irrigación (Devengado) Anual				
Total Proyectos	173	163	140	114
Proyectos con Avance	117	124	95	92
Proyectos Sin Avance	56	39	45	22
Total Devengado por año	124,293,571	101,470,143	106,785,685	130,696,898

En soles corrientes. FUENTE: MEF 2020.

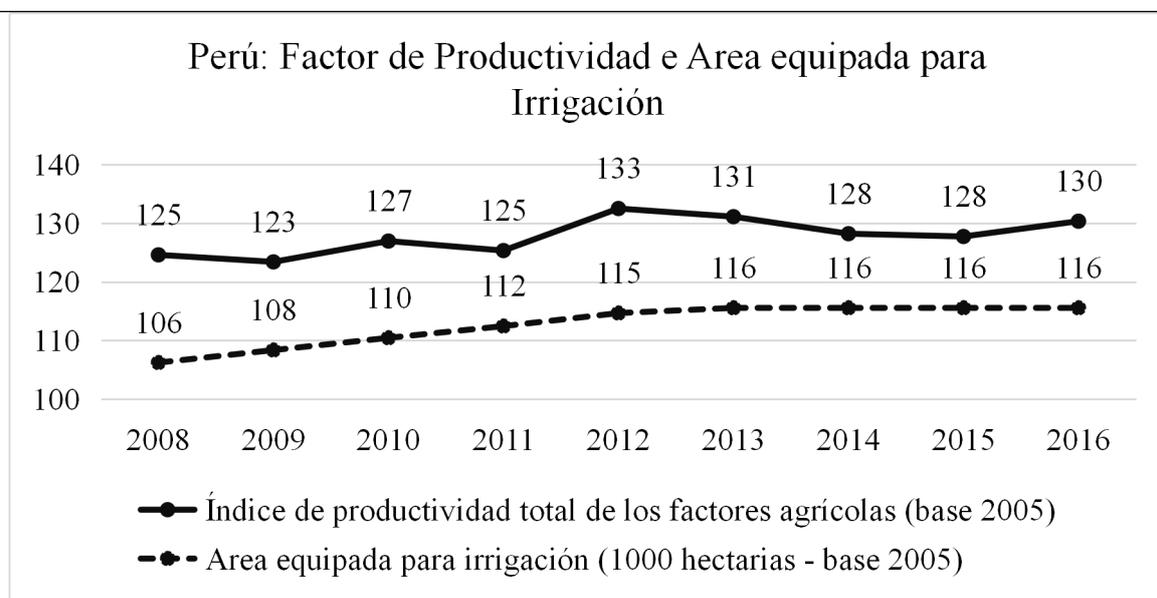
Elaboración Propia.

ANEXO 44: Tasa de crecimiento promedio anual de la población.

Ámbito	Departamento
Definición	Cuantifica la intensidad del cambio demográfico de una localidad o un país en un periodo determinado, generalmente un año.
Estado	Activo
Formula	$r = [(Pt / Po)^{1/t}] - 1$. Dónde: r = tasa de crecimiento, Pt = Población final, Po = Población inicial, t = Tiempo en años o fracción de años.
Fuente	Instituto Nacional de Estadística e Informática - Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población.
Indicador	Tasa de crecimiento promedio anual de la población
Nota	
Observación	La tasa de crecimiento anual de la población se basa generalmente o en una tasa de crecimiento poblacional inter censal, calculada a partir de dos censos ajustados por omisión censal, o en los componentes del crecimiento poblacional, esto es, nacimientos, defunciones, inmigraciones y emigraciones, ajustados por sub registro en caso necesario, durante un periodo específico. Los datos de población representan valores estimados a mitad de año, obtenidos por interpolación lineal de las correspondientes proyecciones quinquenales de población de Naciones Unidas que usan la variante media de fecundidad.
Periodicidad	Anual
Propósito o Uso	La tasa de crecimiento de población determina la velocidad de cambio demográfico de un país, región o localidad. Permite analizar la evolución demográfica y efectuar comparaciones entre regiones.
Tema	DEMOGRÁFICO
Unidad de Medida	Porcentaje

FUENTE: INEI (2019).

ANEXO 45: Índice de productividad de los factores agrícolas y áreas equipada para irrigación.



Data de FAO e ILO. Base en el año 2005. FUENTE: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (2021). Elaboración Propia.

ANEXO 46: Población económicamente activa ocupada con principal ocupación agricultores trabajadores calificados agropecuarios.

Tema	SOCIAL
Definición	Proporción de personas económicamente activa ocupadas por grupo ocupacional respecto del total de personas económicamente activa ocupadas
Unidad de Medida	Porcentaje
Periodicidad	Anual
Ámbito	Nacional, departamental
Propósito o Uso	Permite conocer y analizar el número total de personas que actualmente labora como agricultores o trabajadores agropecuarios a nivel nacional.
Formula	$(\text{PEA ocupada con principal ocupación agricultores trabajadores calificados agropecuarios} / \text{Total PEA ocupada}) * 100$
Estado	Activo
Observación	Última actualización con información disponible al 07 de diciembre de 2017.
Nota	A partir del año 2007, la ENAHO hace posible calcular indicadores para la Provincia Constitucional del Callao.

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Encuesta Nacional de Hogares (2019).

ANEXO 47: Valor Bruto de Producción Agropecuaria.

Tema	ECONÓMICO
Definición	Valor Bruto de la Producción Agropecuaria es la suma total de los valores de los bienes y servicios producidos por los sectores Agrícola y Pecuario, independientemente de que se trate de insumos, es decir, bienes intermedios que se utilizan en el proceso productivo, o de artículos que se destinan al consumidor final. Por lo tanto, incluye el valor de todos los productos sin considerar si son de consumo intermedio o de consumo final. El Valor Bruto de la Producción Agropecuaria también es igual al consumo intermedio Agropecuario más el Valor Agregado Agropecuario.
Unidad de Medida	Miles de soles de 2007
Periodicidad	Anual
Ámbito	Departamento
Propósito o Uso	Permite estudiar, dar a conocer, evaluar y analizar el valor bruto de producción agropecuaria, a precios constantes de 1994, para la toma de decisiones de responsables regionales y otros interesados en este tema.
Formula	Valor Bruto de la Producción Agropecuaria = Valor Bruto de la Producción Agrícola + Valor Bruto de la Producción Pecuaria
Estado	Activo
Observación	Última actualización con información disponible al 31 de diciembre del 2016. Lima incluye el valor bruto de la producción agropecuaria de la Provincia Constitucional del Callao. La producción pecuaria se refiere a la de animales vivos y productos de animales (excepto la carne)
Nota	

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Dirección de Cuentas Nacionales (2019).

ANEXO 48: Gasto del Gobierno Agropecuario por regiones.

AGROPECUARIA

Corresponde al nivel máximo de agregación de las acciones desarrolladas para la consecución de los objetivos de gobierno, dirigidos al fortalecimiento y desarrollo sostenible del Sector Agrario y Pecuario.

Atención de Compromiso Mensual

Fase del ciclo del gasto a través del cual la autoridad competente afecta mensualmente su presupuesto institucional, por el total o la parte correspondiente del gasto que deba efectuar la Entidad dentro del año fiscal.

El Compromiso no puede exceder los montos aprobados en las Asignaciones Trimestrales ni los autorizados en los respectivos Calendarios de Compromisos.

El Compromiso no implica obligación de pago.

Devengado

Fase del ciclo del gasto donde se registra la obligación de pago, como consecuencia del respectivo compromiso contraído.

Girado

Fase del ciclo del gasto donde se cancela total o parcialmente la obligación devengada, mediante el giro de cheques, emisión de carta orden, notas contables y/o documentos cancelatorios del Tesoro Público.

FUENTE: Ministerio de Economía y Finanzas- Consulta Amigable (2019).

ANEXO 49: Valor agregado del sector agropecuario - base 2007.

Indicador	Valor agregado del sector agropecuario - base 2007
Tema	ECONÓMICO
Definición	Es el valor adicional de la producción agropecuaria obtenido por el proceso productivo, expresado en millones de Nuevos Soles de 2007 a nivel nacional.
Unidad de Medida	Millones de soles de 2007
Periodicidad	Anual
Ámbito	Nacional
Propósito o Uso	Este indicador permite conocer, evaluar y analizar el valor agregado del sector agropecuario, a precios constantes de 1994, para la toma de decisiones de responsables nacionales y otros interesados en el tema.
Fórmula	
Desagregación	
Observación	Antes llamado sector Agricultura, Caza y Silvicultura.

FUENTE: Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) - Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos - Unidad de Estadística. Instituto Nacional de Estadística e Informática.

ANEXO 50: Participación del valor agregado agropecuario en el PBI total - base 2007.

Indicador	Participación del valor agregado agropecuario en el PBI total - base 2007
Tema	DEMOGRÁFICO
Definición	Es el porcentaje de participación de la producción agropecuaria respecto a la producción total del país.
Unidad de Medida	Porcentaje
Periodicidad	Anual
Ámbito	Nacional
Propósito o Uso	Este indicador permite conocer, evaluar y analizar la participación del valor agregado del sector agropecuario respecto al PBI nacional, a precios constantes de 2007, para la toma de decisiones de responsables nacionales y otros interesados en el tema.
Fórmula	
Desagregación	
Observación	Antes llamado sector Agricultura, Caza y Silvicultura.

FUENTE: Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) - Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos - Unidad de Estadística. Instituto Nacional de Estadística e Informática.

ANEXO 51: Valor de la Producción Agrícola - base 2007.

Indicador	Valor de la Producción Agrícola - base 2007
Tema	ECONÓMICO
Definición	Es el valor bruto de la producción agrícola, comprende la producción de 75 cultivos agrícolas transitorios y permanentes (74 cultivos, más un rubro de otros cultivos), destinados al consumo humano, al consumo industrial, pastos naturales y otros consumos.
Unidad de Medida	Millones de soles de 2007
Periodicidad	Anual
Ámbito	Nacional
Propósito o Uso	Este indicador permite conocer, evaluar y analizar el valor bruto de la producción agrícola, a precios constantes de 1994, para la toma de decisiones de responsables nacionales y otros interesados en el tema.
Fórmula	
Desagregación	
Observación	

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

ANEXO 52: Inversión extranjera del sector agropecuario.

Indicador	Inversión extranjera del sector agropecuario
Tema	DEMOGRÁFICO
Definición	Es el valor de la inversión realizada por agentes económicos extranjeros en el sector agropecuario nacional, expresada en miles de US dólares.
Unidad de Medida	Millones de US dólares
Periodicidad	Anual
Ámbito	Nacional
Propósito o Uso	Este indicador permite conocer, evaluar y analizar los niveles de inversión extranjera del sector agropecuario, para la toma de decisiones de responsables nacionales y otros interesados en el tema.
Fórmula	
Desagregación	
Observación	

FUENTE: Ministerio de Agricultura y Riego - Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos - Unidad de Estadística. Instituto Nacional de Estadística e Informática.

ANEXO 53: Superficie sembrada

Indicador	Superficie sembrada
Tema	ECONÓMICO
Definición	Es el área utilizada para la siembra de productos agrícolas en un año, expresado en hectáreas a nivel nacional.
Unidad de Medida	Hectárea
Periodicidad	Anual
Ámbito	Nacional
Propósito o Uso	Este indicador permite conocer, evaluar y analizar la participación del valor agregado del sector agropecuario respecto al PBI nacional, a precios constantes de 2007, para la toma de decisiones de responsables nacionales y otros interesados en este tema.
Fórmula	
Desagregación	
Observación	

FUENTE: Ministerio de Agricultura y Riego - Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos - Unidad de Estadística. Instituto Nacional de Estadística e Informática.

ANEXO 54: Superficie cosechada.

Indicador	Superficie cosechada
Tema	ECONÓMICO
Definición	Es el área utilizada para el cultivo de productos agrícolas, en donde han concluido su crecimiento, maduración y el producto ha sido cosechado. Expresado en hectáreas a nivel nacional.
Unidad de Medida	Hectárea
Periodicidad	Anual
Ámbito	Nacional
Propósito o Uso	Este indicador permite conocer, evaluar y analizar la participación del valor agregado del sector agropecuario respecto al PBI nacional, a precios constantes de 1994, para la toma de decisiones de responsables nacionales y otros interesados en este tema.
Fórmula	
Desagregación	
Observación	

FUENTE: Ministerio de Agricultura y Riego - Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos - Unidad de Estadística. Instituto Nacional de Estadística e Informática.

ANEXO 55: Índice de precios PBI agropecuario - base 2007.

Indicador	Índice de precios PBI agropecuario - base 2007
Tema	DEMOGRÁFICO
Definición	Indicador estadístico de la variación de precios agropecuarios que permiten comparaciones intertemporales
Unidad de Medida	Índice
Periodicidad	Anual
Ámbito	Nacional
Propósito o Uso	Este indicador permite conocer, evaluar y analizar los índices de precios respecto del PBI agropecuario, a precios constantes de 2007, para la toma de decisiones de responsables nacionales y otros interesados en el tema.
Fórmula	
Desagregación	
Observación	

FUENTE: Ministerio de Agricultura y Riego - Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos - Unidad de Estadística. Instituto Nacional de Estadística e Informática.

ANEXO 56: Agricultural total factor productivity growth indices for individual countries/territories, 1961-2016 (Data info).

Page Title	Data Description
Ag TFP	<p>Presents agricultural TFP indexes (base year 2005=100) over 1961-2016 using primarily FAO and ILO data, supplemented in some cases by national statistics. Output is FAO gross agricultural output (GAO). Input growth is the weighted-average growth in quality-adjusted land, labor, machinery power, livestock capital, synthetic NPK fertilizers, and animal feed, where weights are input (factor) cost shares.</p> <p>Agricultural TFP indexes are estimates by country/territory and for groups of countries/territories aggregated by geographic region and income class. (I) For country/territory assignments to geographic groups, see columns E and F. (ii) For country/territory assignments to income classes, see columns G and H.</p>
Output	<p>Gross agricultural output for each country/territory at constant 2004-2006 average international prices, measured in thousands of dollars (from FAO).</p> <p>FAO gross agricultural output is the sum of the value of production of 189 crop and livestock commodities, valued at constant, global-average prices from 2004-06 and measuring in international 2005 \$. This output measure is equivalent to a Paasche Quantity Index where annual quantities vary and end-period prices are fixed. FAO gross agricultural output is used for the output series. Output for former Soviet Socialist Republics pre-1991, which is not reported by FAO, is constructed from output quantity data published in Shend (1993) and valued at FAO average international prices from 2004-06.</p>
Factor Shares	<p>A compilation of factor (input) cost shares from various studies and how they are applied in this study for the purpose of estimating total input growth.</p>
Inputs	<p>Total input growth rates and indexes for each country/territory, where land, animal feed, and farm machinery capital are quality-adjusted.</p>
Ag Land	<p>Total agricultural land in hectares of "rainfed cropland equivalents." This is the sum of rainfed cropland (weight equals 1.00), irrigated cropland (weight varies from 1.00 to 3.00 depending on region) and permanent pasture (weight varies from 0.02 to 0.09 depending on region).</p>
Land Weights	<p>Quality weights used to adjust irrigated cropland and permanent pasture into "rainfed cropland equivalents." Land quality weights vary regionally.</p>
Cropland	<p>Cropland is arable land plus land in permanent crops as reported by FAO, except for the following:(i) Sub-Saharan Africa: Area harvested for all crops (source: FAO).(ii) China: Area sown to all annual crops (source: China Statistical Yearbooks).</p>
Irrig	<p>Area equipped for irrigation (from FAO)</p>
Pasture	<p>Area in permanent pasture (from FAO)</p>
Continua	

Labor	<p>The number of economically active adults in agriculture (modeled estimates from ILO, May 2018 update, for 1991-2020), except for:</p> <p>(i) Argentina: estimates from Groningen Growth & Development Center (1961-2010), and assumed constant at 2010 levels in subsequent years.</p> <p>(ii) Pre-1991 estimates extrapolated back from ILO 1991 estimate using previously published FAO estimates of number of economically active adults in agriculture.</p>
Livestock	<p>Total livestock capital on farms in "cattle equivalents" based on relative size and feeding requirements. Stocks of end-of-year inventories held on farms are from FAO, except for the number for horses in North America and Western Europe, which are adjusted downward to exclude horses for non-agricultural purposes (i.e., equine sports). Weights for each species are from Y. Hayami and V.W. Ruttan, <i>Agricultural Development: An International Perspective</i> (1985, p. 450), where dairy cattle are given a representative weight of 1.000. Species and their respective weights included are camels (1.100), other camelids (0.250), horses (1.000), mules (1.000), asses (0.800), dairy cattle (1.000), other cattle (0.800), goats and sheep (0.100), pigs (0.200), and poultry (10.0 per 1000 head).</p>
Machinery	<p>The total stock of farm machinery in "40-CV tractor equivalents" (CV=metric horsepower), aggregating the number of 2-wheel tractors, 4-wheel tractors, and combine-harvesters and threshers. For weights we assume 2 wheel tractors average 12 CV, 4-wheel tractors 40 CV, and combine-harvesters 20 CV. Data are from FAO except 2-wheel tractors, which were compiled from national sources. The FAO count of harvesters for Indonesia was adjusted to include only power threshers. Data on number of farm machines held on farms are from FAO for 1961-2009. Post-2009 data are from (i) national agricultural censuses, (ii) accumulated commercial sales of new tractors and combines (assuming 10-year life span), and (iii) modeled estimate of growth based on changes in per capita input and cropland/worker in agriculture.</p>
Fertilizer	<p>Metric tonnes of N, P₂O₅, K₂O fertilizer consumption. Data on N, P₂O₅, and K₂O fertilizer consumption are from the International Fertilizer Association (IFA). For small countries/territories IFA only reports regional totals; fertilizer use is apportioned among these entities as a share of total crop area harvested.</p>
Feed	<p>Total metabolizable energy (ME) in animal feed from all sources, in 1000 Mcal (Mcal=megacalories). Quantities of feed by source are from FAO commodity balance sheets, 1961-2013. Mcal per kg of feed for each type of feed are from "United States-Canadian Tables of Feed Composition: Nutritional Data for United States and Canadian Feeds, Third Edition," National Research Council, National Academies Press, 1982. For post-2013 feed use is assumed to grow as same rate as total animal stocks held on farms.</p>

Data released October 1, 2019; revised November 18, 2019 (see errata for details).

FUENTE: USDA, Economic Research Service (2021).