

Estimación Logit y Probit del impacto en el tamaño relativo del sector agropecuario ante las variaciones del ingreso per cápita y el índice de libertad económica

Alexander Carvajal 

Lina María Cabrales Villalba 

Autor de correspondencia: Alexander Carvajal, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia. carvajal.alexander@uniagraria.edu.co

Recepción: 1 de junio del 2021

Aceptación: 27 de noviembre del 2021

Publicación:

¿Cómo citar?

Carvajal, A. y Cabrales Villalba, L. M. (2021). Estimación Logit y Probit del impacto en el tamaño relativo del sector agropecuario ante las variaciones del ingreso per cápita y el índice de libertad económica. *Revista Hechos y Opciones*, 4, <https://arbapublishing.com/?s=hechos+y+opciones>

¹ Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia.

Resumen

En este trabajo se planteó responder a la pregunta: ¿cuál es el tamaño relativo del sector agropecuario en un país ante mejoras en la libertad económica y el crecimiento del ingreso per cápita de sus habitantes? Por tanto, se buscaba estimar, probabilísticamente, el impacto sobre el porcentaje de composición de la agricultura en el PIB (PAGP) ante incrementos marginales del índice de libertad económica (ILE) y el producto interno bruto per cápita (Pibpc). La metodología utilizada fue la estimación de modelos econométricos para variable dependiente limitada de la forma dicótoma, en concreto, modelos Logit y Probit, donde para esta estimación se definió como variable dependiente PAGP, tomando el valor de uno (1) para los países con economías con PAGP mayor o igual a la mediana PAGP de todos los países, y de cero (0) en otro caso. Como variables independientes se especificaron ILE y Pibpc. Además, todos los datos utilizados fueron de corte transversal y correspondieron al año 2018. Los resultados obtenidos permitieron indicar que las variaciones unitarias de ILE y Pibpc generaron una alta probabilidad de que el PAGP de un país se sitúe por debajo de la mediana de PAGP de todos los países, esto es, a medida que se incrementa la libertad económica y el ingreso promedio en un país, su sector agropecuario tiene una elevada probabilidad de perder peso relativo en la composición económica del país.

Palabras clave: modelización econométrica, construcción de modelos y estimación, macroeconomía, producción, agricultura, otros.

Logit and Probit estimation of the impact on the relative size of the agricultural sector in the face of variations in per capita income and index of economic freedom.

Abstract

In this work, it was proposed to answer the question: What is the relative size of the agricultural sector in a country in the face of improvements in economic freedom and the growth of the per-capita income of its inhabitants? Therefore, it was sought to estimate, probabilistically, the impact on the percentage of composition of agriculture in GDP (PAGP) in the face of marginal increases in the Index of Economic Freedom (IEF) and the Gross Domestic Product Per Capita (GDPbp); the methodology used was the estimation of econometric models for a limited dependent variable of the dichotomous form, specifically, Logit and Probit Models. For this estimation, PAGP was defined as a dependent variable, taking the value of one (1) countries with economies with PAGP greater than or equal to the median PAGP of all countries and zero (0) otherwise, IEF and GDPbp; were specified as independent variables. All data used are cross-sectional and correspond to the year 2018. The results obtained indicate that the unit variations of IEF and GDPbp generate a high probability that a country's PAGP is below the median PAGP of all countries, that is, as economic freedom and average income in a country increases, its agricultural sector has a high probability of losing relative weight in the economic composition of the country.

Keywords: econometric modeling, model building and estimation, macroeconomics, production, agriculture, others.



jcomp - Freepik.com. (2023). Un agricultor que usa una pala para cavar el suelo en sus campos de arroz. [Premium license (Unlimited use without attribution)]. Recuperado de https://www.freepik.es/foto-gratis/agricultor-que-usa-pala-cavar-suelo-sus-campos-arroz_5491642.htm

► Introducción

Uno de los objetivos de la ciencia económica es procurar mejores condiciones económicas (acceso a bienes y servicios) a la población. El libre mercado ha sido la respuesta a este objetivo, el capitalismo es el único sistema económico capaz de generar niveles elevados de riqueza en los individuos y, además, es un sistema que se basa en la libertad individual (pensar, disentir y crear), lo cual es moralmente deseable y materialmente conveniente (Rand, 1967). En términos cuantitativos, la pobreza extrema mundial (ausencia de bienes y servicios para satisfacer necesidades básicas) se redujo desde el 85% a valores cercanos al 20%, esto entre 1820 y la década del 2000 (Roser y Ortiz-Ospina, 2013).

Por otra parte, los países con mejores niveles de producción e ingreso han visto disminuir la participación relativa del sector agrícola en el total de su producción agregada¹. Los Estados han intervenido al buscar “blindar” y fortalecer el sector agrícola, sin embargo, los resultados de la citada intervención no se

muestran satisfactorios, pero se reconoce el sector agropecuario como un motor clave para el crecimiento de las economías (Norton, 2004). Esto deja en evidencia que el sector agropecuario pierde protagonismo ante el progreso económico, pero a su vez es factor de crecimiento económico; así, el sector agropecuario es visto como un sector capaz de generar riqueza vía exportaciones, incrementar los niveles de

¹ Para el lector interesado, ver datos del Banco Mundial: <https://datos.bancomundial.org/>

empleo y garantizar la seguridad alimentaria (Bejarano, 1998) y aunque esta situación es conocida, no hay estimaciones cuantitativas que midan la afectación al crecimiento relativo del sector agropecuario ante el progreso económico y la expansión del libre mercado.

De acuerdo con lo anterior, este trabajo plantea la hipótesis que indica que la inelasticidad (ingreso y demanda) del sector agropecuario limita su crecimiento en comparación con los sectores industrial, comercial y de servicios. En esta hipótesis, se asume como deseable el incremento de la libertad económica y el crecimiento del ingreso económico, por tanto, se considera

inevitable la pérdida de participación del sector agropecuario en el valor agregado económico de un país, a medida que este mejora sus condiciones económicas. Esto hace evidente que la intervención estatal para aumentar la participación del sector agropecuario en la producción agregada es ineficiente y contraria al mercado.

Materiales y métodos

Para este estudio, se incluyeron datos de las variables pagp, ILE y Pibpc para el año 2018. La variable pagp se expresa como porcentaje del producto interno bruto pib, esto es:

$$PAGP_i = \frac{\text{Valor agregado producción agropecuaria en USD}_i}{\text{PIB USD}_i} \times 100 \quad (1)$$

Donde $i = \text{país } i - \text{ésimo}$ y usd se refiere a dólares americanos.

La variable Pibpc se obtiene como:

$$PIBPC_i = \frac{\text{PIB USD}_i}{\text{Número de habitantes país}_i} \quad (2)$$

Los datos de estas dos variables se obtuvieron de la base de datos Data Bank del Banco Mundial² Por su parte, la variable PAGP indica el porcentaje del valor de la producción agropecuaria de un país con respecto a la producción total de dicho país, en el valor de la producción agropecuaria se incluyen las actividades de cosechas, cría y explotación animal (Indexmundi, s. f.); mientras que la variable Pibpc estima el promedio aritmético de ingreso

(producción) de cada habitante de un país, en el cual a mayor ingreso hay mayor riqueza económica.

Ahora, la variable ile toma valores entre cero (0) y (100), siendo 100 el valor de libertad económica absoluta y 0 ausencia de libertad económica, donde el estimador se compone de doce estimadores agrupados en las categorías: imperio de la ley, tamaño del gobierno, eficiencia de las regulaciones y libre comercio. Los resultados del ile clasifican a los países así: valores mayores a

² Los datos fueron tomados de: <https://data.worldbank.org/country/CO>

80 se indica que son países libres, valores entre 70 y 79,9 son mayormente libres, valores entre 60 y 69,9 son moderadamente libres, valores entre 50 y 59,9 son muy regulados y valores menores a 49,9 son regulados. Este indicador es calculado por la fundación Heritage³ (Miller, Kim y Roberts, 2018), donde es notorio que los países catalogados como libres por el valor de su ile son países con altos niveles de producción e ingreso (Hong Kong, Singapur, Suiza, Nueva Zelanda, Australia e Irlanda) y, en contraste, los países con bajo valor del ile son países con niveles elevados de pobreza (Cuba, Venezuela, Corea del Norte, República del Congo, Eritrea, entre otros). Para la investigación se recopilieron datos de estas tres variables para 158 países que se incluyeron por la disponibilidad de datos en las fuentes consultadas, donde el análisis de datos se realizó de acuerdo con los siguientes pasos:

1. Se definió una función en la cual se tomó como variable dependiente PAGP y como variables independientes ILE y Pibpc, esto de acuerdo con la hipótesis planteada.
2. Estimación del coeficiente de correlación de Pearson, definido analíticamente como:

$$P(\alpha_i, \alpha_j) = \frac{cov(\alpha_i, \alpha_j)}{\sqrt{var(\alpha_i) \times var(\alpha_j)}} \quad (3)$$

Donde α_i y α_j representan los vectores de datos para dos variables; *cov* es la covarianza entre los vectores de datos; *var* es la varianza de cada vector de datos y *P* representa el valor del coeficiente de correlación, el cual resulta en el intervalo $-1 \leq P(\alpha_i, \alpha_j) \leq 1$, siendo

³ Para mayor información se puede consultar el sitio web: <https://www.heritage.org/>

I correlación lineal positiva perfecta y correlación lineal negativa perfecta (Mu, Liu y Wang, 2018). Esto se realizó para asociar la variable independiente con la variable independiente.

3. Estimación de estadísticos descriptivos de cada variable, con el objetivo de apreciar la forma de distribución de dichas variables.
4. Estimación de una función de regresión lineal de la forma

$$\widehat{PAGP}_i = \widehat{\beta}_0 + \widehat{\beta}_1 ILE_i + \widehat{\beta}_2 PIBPC_i + \varepsilon_i \quad (4)$$

Donde ε_i se asume como ruido blanco. Con este paso, se buscaba identificar una relación positiva o negativa de las variables independientes con pagp.

5. Se le dieron valores dicótomos a la variable dependiente PAGP siendo 1 país con PAGP mayor que la mediana mundial de PAGP y 0 en otro caso.
6. Se estimaron modelos Logit y Probit, tomando como variable dependiente la variable dicótoma de PAGP, donde los modelos Logit y Probit se definen como:

Modelo Logit: estimado como función logística y especificado analíticamente como:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} = \frac{e^{Z_i}}{1 + e^{Z_i}} \quad (5)$$

Donde $Z_i = \beta_0 + \beta_1 X_i$

La ecuación de regresión logística obtenida es:

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad (6)$$

Siendo P_i la probabilidad de ocurrencia de un evento y ε_i A la perturbación estocástica (Pérez Ramírez y Fernández Castaño, 2009). La estimación del modelo Logit obedece al método de máxima verosimilitud para observaciones individuales y para datos agrupados: $\hat{P}_i = \frac{n_i}{N_i}$, donde n_i representa el número de veces que se repite el dato. Por tanto, el modelo Logit se puede expresar como:

$$L_i = \ln\left(\frac{n_i}{N_i - n_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_i, \quad N_i > n_i \quad (7)$$

Siendo un modelo lineal en parámetros (Pérez Ramírez y Fernández Castaño, 2009).

Modelo Probit: estimado como función de la distribución acumulada de una normal estándar:

$$Y = f(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k) \quad (8)$$

Donde f^4 viene dado por $f(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt$, y por tanto,

$$Y_i = \int_{-\infty}^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt + \varepsilon_i, \text{ lo cual se expresa como:}$$

$$Y_i = \phi(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k) + \varepsilon_i \quad (9)$$

Siendo ϕ la función de distribución acumulada de la normal.

Así, los modelos Logit y Probit permitieron estimar la probabilidad de que un país tome valores PAGP por encima de la mediana ante variaciones unitarias de las variables independientes.

Resultados

La tabla 1 muestra los resultados del coeficiente de correlación de Pearson de cada variable independiente con la variable pagp, donde se observa una relación lineal negativa media entre las variables.

TABLA 1.
Coeficiente de correlación de Pearson

	ILE	Pibpc
PAGP	-0,50859584	-0,52210797

Fuente: elaboración propia.

⁴ Función tomada de Pérez-Ramírez y Fernández-Castaño (2009) para la estimación.

La tabla 2 muestra los resultados de las estimaciones de los estadísticos descriptivos de cada una de las variables del estudio, donde en las tres variables se observa que la media aritmética es mayor que la mediana y la moda, además de los coeficientes de asimetría positivos, por tanto, las variables presentan asimetría positiva y, de acuerdo

con la curtosis, son leptocúrticas. Esta distribución no es tan marcada en la variable ILE, en la cual la asimetría y curtosis son pequeñas. Así, estos resultados indican que el dato de tendencia central que mejor describe a las variables es la mediana, por ello se utiliza esta medida como división para la creación de la variable binaria PAGP.

TABLA 2.
Estadísticos descriptivos

Estadístico	PAGP	ILE	Pibpc
Media	10,86 %	61,66	14531,65
Mediana	6,75 %	61,50	6158,85
Moda	2,20 %	52,30	-
Curtosis	2,35°	0,13	5,36
Coefficiente de asimetría	1,53°	0,21	2,22
Desviación estándar	11,16%	9,79	20255,12

Fuente: elaboración propia.

La tabla 3 muestra los resultados de las estimaciones de los modelos de regresión estimados, donde el modelo de regresión lineal indica que las variables ILE y PPC (Paridad de poder de compra) disminuyen el valor de PAGP, confirmando la relación negativa mostrada por el coeficiente de Pearson, donde el valor de $\widehat{\beta}_0$, en el modelo lineal indica el valor PAGP

cuando ILE y ccc son cero. Los resultados de los modelos Logit y Probit permiten estimar las probabilidades en un 96,6% y 95,8%, respectivamente; así, estos valores muestran la probabilidad de que el PAGP en un país sea mayor que la mediana del mundo cuando ILE se incrementa en un punto y Pibpc se incrementa en un usd.

TABLA 3.
Modelos estimados

Modelos			
Coefficientes	Lineal	Logit	Probit
$\widehat{\beta}_0$	0,337	3,365	1,722
$\widehat{\beta}_1$	-0,003	0,006	0,007
$\widehat{\beta}_2$	-2,E-06	-6,E-04	-3,E-04

Fuente: elaboración propia.

Discusión

Los resultados evidencian que la participación del sector agropecuario en el valor agregado de una economía disminuye en la medida en que la libertad económica y el ingreso, producto de la actividad económica, son crecientes y, por tanto, las intervenciones estatales que buscan incrementar el peso del sector agropecuario en una economía son inútiles, ya que el mercado, como asignador eficiente, muestra que el crecimiento económico fortalece el peso de los sectores diferentes al agropecuario, sectores con mayor elasticidad de ingresos.

En el caso colombiano, el sector agropecuario ha perdido peso en el PIB nacional, ya que entre el 2000 y el 2016 este sector pasó del 11,2% al 9% (Villanueva-Mejía, 2018), periodo en el que la economía colombiana creció un promedio anual del 2,9%, presentando variaciones positivas todos los años⁵. Por tanto, los autores consideramos que la intervención estatal para incrementar el peso del sector agropecuario en la economía nacional es

inocua, contradiciendo posturas como la de Romero Álvarez (2011), quien concluye que:

Las medidas que debe tomar el Gobierno deben ir en vía de inversiones en tecnologías de producción, subsidios a tasa de interés y programas y permitir la reactivación del dinamismo con el que en un tiempo anterior se contaba, todo sobre la base de que el sector agropecuario es un elemento capital en el desarrollo de la economía colombiana (Romero Álvarez, 2011, pp. 59).

A la luz de los hallazgos presentados en el presente trabajo, propender por políticas de gasto público que busquen fomentar el peso del sector agropecuario, amparadas en “revivir el pasado”, son equivocadas, ya que solo generan ineficiencia y quitan recursos a otros sectores económicos que están más acordes al crecimiento económico y la libertad económica.

► Conclusiones

La variable PAGP tiene tendencia a disminuir ante crecimientos de ILE y Pibpc, al ser deseables los incrementos de ILE y PPC, por

⁵ Estimación propia de acuerdo con los datos del Banco Mundial.

lo que es inevitable que PAGP disminuya. Además, los valores de PAGP y Pibpc se concentran en valores menores al promedio aritmético, mostrando que la mayoría de países no tienen un Pibpc elevado y que el PAGP es bajo en la mayoría de economías de los países en estudio.

Por su parte, el ILE no presenta una concentración tan fuerte, ni negativa ni positiva, por lo que lo óptimo sería que los países concentraran sus valores de ILE cerca de valores altos de libertad económica. Así, es claro que la probabilidad de la disminución de PAGP es muy alta, a medida en que los países incrementan su crecimiento económico, con mejoras en el PIB y a la libertad económica y que políticas económicas contrarias a esta relación son ineficientes.

► Referencias

- Bejarano, J. A. (1998). *Economía de la Agricultura*. Bogotá: TM Editores, Universidad Nacional, IICA y Fonade. Recuperado de http://www.fce.unal.edu.co/media/files/CentroEditorial/catalogo/Libros_Digitalizados/Q_Jesus_Antonio_Bejarano_1998.pdf
- Indexmundi. (s. f.). *Statistics*. Recuperado de <https://www.indexmundi.com/>
- Miller, T., Kim, A. B. y Roberts, J. M. (2018). *2018 Index of economic freedom*. Washington D. C: The Heritage Foundation. Recuperado de http://www.iberglobal.com/files/2018/heritage_2018.pdf
- Mu, Y., Liu, X. y Wang, L. (2018). A Pearson's correlation coefficient based decision tree and its parallel implementation. *Information Sciences*, 435, 40-58. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2017.12.059>
- Norton, R. D. (2004). *Política de desarrollo agrícola*. Roma: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/y5673s/y5673s00.htm#Contents>
- Pérez Ramírez, F. y Fernández Castaño, H. (2009). *Econometría. Conceptos Básicos*. Medellín: ECOE Ediciones.
- Rand, A. (1967). *¿Qué es el capitalismo?* Nueva York: The New American Library. Recuperado de https://www.cepchile.cl/cep/site/docs/20160303/20160303183241/rev37_rand.pdf
- Romero Álvarez, Y. (2011). Incidencia del PIB agropecuario en el PIB nacional. Evolución y transformación. *Gestión y Desarrollo*, 8(2), 49-60. Recuperado de <https://revistas.usb.edu.co/index.php/GD/article/view/1832>
- Roser, M. y Ortiz-Ospina, E. (2013). *Global Extreme Poverty*. Recuperado de <https://ourworldindata.org/extreme-poverty>
- Villanueva-Mejía, D. F. (2018). *Estudio sobre bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia. Fase II*. Medellín: Universidad EAFIT. Recuperado de <https://docplayer.es/155135577-Anexo-1-analisis-sector-agricola-y-pecuario-elaborado-por-diego-f-villanueva-mejia-universidad-eafit.html>