

A white MAN bus is shown driving on a paved road that curves to the right. The bus is viewed from a front-quarter perspective. The license plate reads 'M-AN 460'. The background features a hillside town with buildings and a church tower. The entire image has a blue color overlay.

La Función de Producción Cobb Douglas: Caso para el Sector Transporte del Ecuador, periodo 2010 – 2021

La función de producción Cobb-Douglas: Caso para el sector Transporte del Ecuador, periodo 2010 - 2021

Milagros Pesántez

jerika.pesantez@es.uazuay.edu.ec

Jorge Chafla

chafla.banegasj@es.uazuay.edu.ec

Luis Pinos-Luzuriaga

lpinos@uazuay.edu.ec

Santiago Sarmiento Moscoso

ssarmiento@uazuay.edu.ec

Resumen

El objetivo de la presente investigación es estimar la función Cobb Douglas para el sector transporte en el período 2010– 2021 con datos trimestrales. Este sector se destaca debido a su importante aporte a la economía ecuatoriana (alrededor del 6% en este periodo). Para la estimación de la función se utilizó el modelo basado en el análisis de datos de series de tiempo con el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Se trabajó con los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y el Banco Central del Ecuador sobre las empresas del sector transporte. El modelo permitió conocer que el factor trabajo es el factor que determina en mayor proporción el crecimiento de la producción de este sector con rendimientos de escala decrecientes.

Palabras clave

Función de producción Cobb Douglas, sector transporte, rendimientos de escala, producción.

Introducción

El sector transporte es una de las áreas con mayor contribución a la producción, probablemente, porque casi todas las actividades económicas están encadenadas a él. En el año 2021, este sector aportó al PIB del Ecuador con 7,35%, siendo una de las contribuciones más altas en los últimos años (Banco Central del Ecuador [BCE], 2021). En el Ecuador, el 13% de las empresas son parte del sector transporte; y el 4% de los ingresos tributarios del país fueron producidos por empresas dedicadas a esta misma actividad.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el sector transporte tiene efectos positivos en el crecimiento de la economía, tal es el caso, que permite el acceso al trabajo y produce un efecto multiplicador en cuanto a la generación de ingresos y la posibilidad de desarrollo del resto de sectores de la economía. En este sentido, el objetivo de este artículo es conocer qué factor de producción influye más en el crecimiento económico del sector transporte durante el periodo 2010- 2021, mediante la estimación de la función de producción Cobb Douglas.

Una de las principales características de la función de producción son los rendimientos constantes de escala, es decir, “un incremento porcentual similar en los factores productivos que determina un aumento porcentual de la misma magnitud en el producto obtenido” (Vargas, 2014, p.70).

En este sentido, en la presente investigación se encontró que en el valor agregado bruto del sector transporte influyen significativamente los factores de producción de capital y trabajo; este último es el que más aporta a la producción del sector con 0,57%. Por lo tanto, se demuestra que este sector es intensivo en trabajo. Asimismo, se encontró que la pandemia provocada por la COVID-19 tuvo un efecto negativo debido a las diversas medidas de control como la paralización de actividades económicas y la restricción de movilidad, teniendo un impacto de $-0,23\%$.

Estado del Arte

La función de producción Cobb Douglas ha sido estudiada con una amplia literatura. Por ejemplo, Vargas (2014) menciona que las funciones de producción exponen las distintas cantidades de producto que se puede obtener, combinándolas con distintas cantidades de factores productivos y ciertos niveles de conocimiento o de tecnología; así, la función de producción Cobb Douglas muestra cómo las combinaciones de trabajo y capital generan producción.

Díaz y Giral (2011) realizan un análisis descriptivo matemático, llegando a la conclusión de que el método de mínimos cuadrados ordinarios es la mejor aproximación de la función de producción de Cobb Douglas. En este sentido, Ayaviri y Feraudi (2018), que aplican para el caso boliviano, determinan una relación directa y significativa entre el PIB (producción), la formación bruta de capital fijo (capital) y la población ocupada (trabajo) para poder estimar la función de producción.

Para el caso de Ecuador, Cedillo et al. (2018), en su artículo “Crecimiento Económico del Ecuador: Análisis econométrico desde Cobb Douglas, período 1990-2016”, utilizaron la función de producción Cobb Douglas mediante el modelo log - log y llegaron a la conclusión de que las variables FBKF (capital) y PEA (trabajo) explican de manera adecuada el crecimiento y comportamiento económico del país.

Por otro lado, Briones et al. (2018), en su investigación “La Función de Producción Cobb-Douglas en el Ecuador”, analizan el comportamiento de la elasticidad de la producción cuando existen cambios en el capital y en el trabajo. Estos autores utilizan la metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) en la cual determinan que el capital tiene una mayor participación dentro de la producción que el trabajo, por ende, su crecimiento dependerá de una mayor inversión en el capital.

Considerando distintos sectores, Montes y Sánchez (2017) utilizaron distintos métodos econométricos como la metodología de Johansen que comprende de pruebas de raíces unitarias y simultaneidad para evaluar las series y su uso desde la conceptualización Cobb Douglas. Con esto llegan a la conclusión de que en Colombia sí existen efectos de rendimientos constantes entre las TICs y el producto.

Por otro lado, Ramírez (2015), en su artículo “Ajuste de una Función de Producción al sector financiero en Colombia”, utiliza el modelo mediante el análisis de datos de panel y compara la función Cobb Douglas con la translogarítmica; al final concluye que esta función se encuentra mejor ajustada, que existen diferencias en los retornos de capital y de trabajo y que las elasticidades son variables.

Para Ecuador, Pinos-Luzuriaga y Mejía-Matute (2021), en su artículo “La función de producción Cobb-Douglas: Caso del sector C23 de fabricación de productos minerales no metálicos” y Mejía-Matute et al. (2022), en “La función de producción Cobb-Douglas: Caso del sector C20 de fabricación de sustancias y productos químicos”, utilizan dos modelos: el primero, un análisis de series de tiempo; y el segundo, un análisis de datos de panel. Con la ayuda de estos modelos, llegan a la conclusión de que el factor de producción trabajo es el que más aporta para el crecimiento de estos sectores.

Así también, Campuzano (2021), en su artículo “Función de producción del sector bananero del cantón Machala”, utiliza un modelo con datos de series de tiempo, en donde llega a la conclusión de que el factor capital influye más en la producción que el factor trabajo.

Metodología

La metodología utilizada es cuantitativa. La población estudiada son las empresas del sector transporte y la muestra corresponde a la base de datos del período 2010- 2021 trimestralmente, información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos y el Banco Central del Ecuador.

Para estimar el modelo, se utilizaron las siguientes variables: para la variable dependiente, producción (Q), se usaron datos trimestrales del sector transporte correspondientes al Valor Agregado Bruto (VAB); y para las variables independientes, trabajo (L) y capital (K), se utilizaron datos trimestrales del sector transporte de la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) y el número de personas ocupadas en ese sector (PEA), respectivamente. También se aplicó el modelo de Cobb Douglas, ya que se adecuó fácilmente al objetivo de la investigación, siguiendo incluso a autores como Basegmez (2021), Mejía- Matute et al. (2022), Pinos-Luzuriaga y Mejía-Matute (2021), entre otros. Los resultados fueron validados con test econométricos como de multicolinealidad, heteroscedasticidad (White), autocorrelación (Multiplicador de Lagrange) y se validó la estabilidad de parámetros con el test Cusum. Sin embargo, dado que este estudio es de tipo divulgativo, se sintetizaron los resultados para mayor comprensión de los lectores. Los resultados fueron estimados mediante el programa Eviews 12.

Descripción de Variables

Variable dependiente

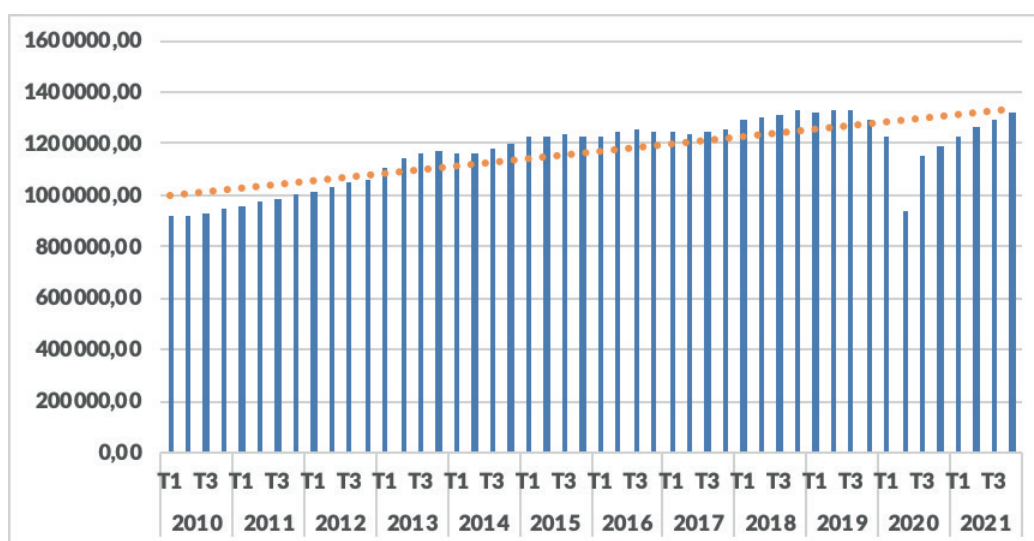
Valor Agregado Bruto (VAB). El Valor Agregado Bruto (VAB) es una medida del valor de la producción de una economía o de un sector específico de la economía. Se calcula como la suma de la producción de bienes y servicios finales más el impuesto sobre el valor agregado (IVA) menos las subvenciones a la producción. El VAB incluye la producción de todos los agentes económicos residentes en un país, independientemente de su propiedad. Se utiliza a menudo como una medida de la actividad económica de un país o de un sector específico de la economía y para comparar el tamaño y la evolución de la economía de diferentes países o la contribución de diferentes sectores de la economía de un país.

El VAB del sector de transporte del Ecuador se puede obtener a través de la información proporcionada por el Banco Central; es una medida del valor de la producción del sector de transporte en la economía del Ecuador. Se calcula sumando los valores agregados de todas las empresas de transporte residentes en el Ecuador y restando el valor agregado de las empresas que se utilizan para producir bienes o servicios para el sector de transporte. El VAB del sector de transporte se utiliza a menudo como una medida de la actividad económica del sector y para comparar su contribución a la economía del Ecuador.

A continuación, se puede observar la evolución del VAB trimestral del sector de transporte con un valor inicial de cerca de 914 millones de dólares hasta acumular un valor de cerca de 1300 millones de dólares en 2018, con un crecimiento del 42%. En el año 2020, debido a la pandemia, se ha reducido en un 30% respecto al año mencionado, pero mejorando para el año 2021. En el periodo analizado, se registra un VAB promedio de 1100 millones de dólares.

Figura 1

Valor Agregado Bruto del Sector Transporte del Ecuador por trimestres, 2010 - 2021



Nota. Banco Central del Ecuador, Cuentas Nacionales Trimestrales, 2021.

Variables Independientes

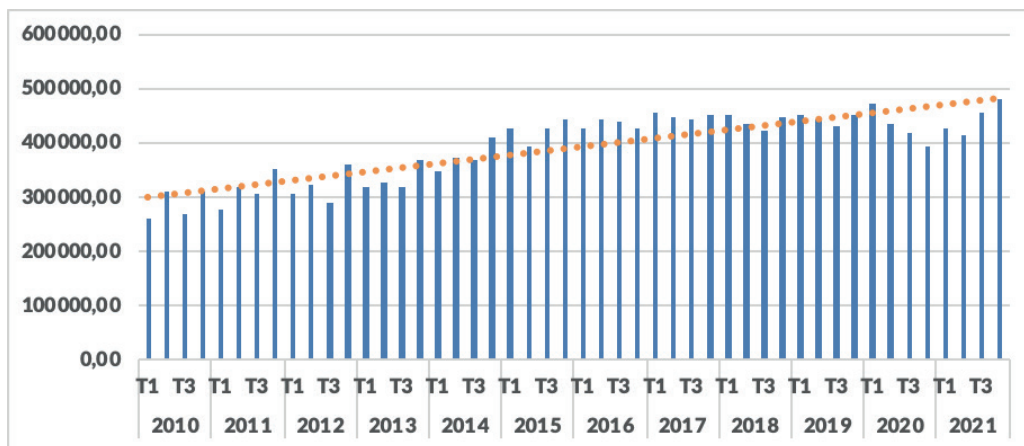
El número de empleados (L). Es una medida del tamaño del sector de transporte en términos de empleo. Se calcula contando el número total de personas que trabajan en el sector de transporte, ya sea de manera permanente o temporal. Se puede obtener a través de la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). A menudo, se utiliza como una medida de la actividad económica del sector y para evaluar su contribución al empleo total de un país.

En la función de producción Cobb Douglas, el número de empleados se considera un factor de producción y se usa para medir la cantidad de trabajo que se realiza en el proceso de producción. Si se cumple cierta linealidad, se puede utilizar la función de producción Cobb Douglas para evaluar el rendimiento y la eficiencia del sector de transporte del Ecuador.

En el siguiente gráfico se puede apreciar el número de personas ocupadas durante 2010 a 2021 con 258 mil empleados aproximadamente en 2010, hasta tener un número de empleados de 477 mil, es decir, con un incremento porcentual del 84%.

Figura 2

Población Económicamente Activa del Sector Transporte en el Ecuador, 2010 - 2021



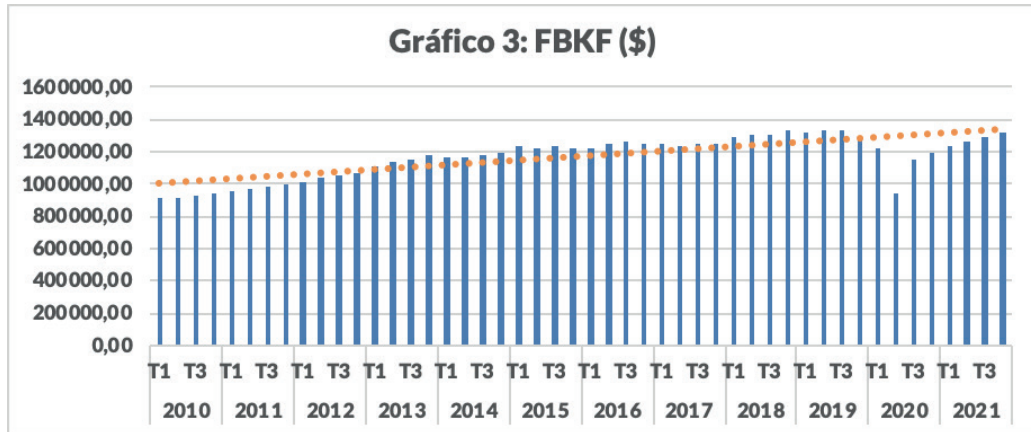
Nota. Tomado de Banco Central del Ecuador y Superintendencia de Compañías.

La Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF). En el sector transporte es una medida del aumento del stock de capital fijo. Se calcula como la suma de las inversiones netas en bienes de capital del sector más la variación en el valor de los bienes de capital existentes debido a la depreciación. Se puede obtener a través de la información proporcionada por el Banco Central del Ecuador. Se utiliza a menudo como una medida de la actividad económica del sector y para evaluar su inversión. En la función de producción Cobb Douglas, el capital fijo se considera un factor de producción y se puede usar para evaluar el rendimiento y la eficiencia del sector de transporte del Ecuador.

En el siguiente gráfico se puede observar la evolución de la Formación Bruta de Capital Fijo de 2010 a 2021, la cual ha tenido un importante incremento porcentual del 44% en el período analizado. Una disminución de la Formación Bruta de Capital Fijo se evidenció en el 2020, en un porcentaje del 30% aproximadamente.

Figura 3

Formación Bruta de Capital Fijo del Sector Transporte en el Ecuador, 2010- 2021



Nota. Banco Central del Ecuador y Superintendencia de Compañías.

Es importante tener en cuenta que para poder aplicar la función de producción Cobb Douglas, es necesario que se cumpla cierta linealidad. Esto significa que la relación entre los factores de producción y la producción total debe ser proporcional y no debe haber interacción entre los factores de producción.

La estimación de los parámetros se hizo mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y se realizaron las diferentes pruebas de validación del modelo econométrico.

A continuación, se presenta la función de producción de Cobb Douglas su forma estocástica y viene dada de la siguiente forma:

Ecuación 1:

$$Q_t = \beta_1 L_t^{\beta_2} K_t^{\beta_3} e^{u_t}$$

L: Trabajo

K: Capital

u: Término de perturbación estocástica

e: Base de logaritmo natural

Se procedió a transformar a logaritmo la función anterior, dando como resultado lo siguiente:

Ecuación 2:

$$\ln Q_t = \ln \ln \beta_0 + \beta_1 \ln L_t + \beta_2 \ln K_t + \beta_3 D + u_t$$

Como se puede evidenciar, existe linealidad en los parámetros $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ consistente con un modelo lineal, pero no se tiene la misma concepción para las variables **Q, L y K**, pues no son lineales; aunque sí lo es en sus logaritmos, pues se trata de un modelo log-log o log-lineal, el equivalente en la regresión múltiple al modelo log lineal con dos variables (Gujarati y Porter, 2010). La variable D se refiere a la Dummy, que diferencia el año de pandemia en comparación al resto de los años; toma el valor de 1 si es que pertenece a los cuatro trimestres del año 2020.

Interpretando:

β_1 = Es la elasticidad (parcial) del producto con respecto al trabajo, es decir, mide el cambio porcentual en la producción, debido a una variación del 1% en el insumo trabajo, manteniendo el insumo de capital constante.

β_2 = Es la elasticidad (parcial) del producto con respecto al capital, es decir, mide el cambio porcentual en la producción, debido a una variación del 1% en el insumo capital, manteniendo el insumo de trabajo constante.

$\beta_1 + \beta_2$ = Entrega información sobre rendimientos a escala, es decir, la respuesta del producto a cambios en los insumos. Si esta suma es 1, existen rendimientos a escala constantes; si fuera mayor que 1, hay rendimientos de escala crecientes; y si fuera menor que 1, hay rendimientos de escala decrecientes (Gujarati y Porter, 2010).

En este sentido, al realizar pruebas adicionales, se determinó que había heterocedasticidad y autocorrelación en los datos; además de que los datos no siguen una distribución normal, por lo que se procedió a realizar la desestacionalización de los datos.

Resultados

Los resultados del modelo Cobb-Douglas aplicado a la industria del transporte se muestran a continuación:

Ecuación 3:

$$\ln VAB_t = 3.1672 (***) + 0.22604 \ln FBKF(***) + 0.57262 \ln PEA (***) - 0.23608 DAM(***)$$

$$F = 117,69 \quad pF = 0,0000$$

$$R^2 = 0,8891$$

La interpretación de los resultados indica que:

Por cada 1% que aumente la Formación Bruta de Capital Fijo empleado en el sector transporte, la producción va a aumentar en un 0,22604%. Por cada 1% que aumente la Población Económicamente Activa en el sector transporte, la producción va a aumentar en un 0,57262%.

Durante el segundo trimestre del año 2020, en el que la variable Dummy adoptó el valor de 1, se produjo una disminución del 0.23608% en la producción en comparación con los demás trimestres.

Se puede evidenciar que el sector transporte tiene economías de escala decrecientes en 0,79866%, es decir que por cada 1% de aumento en los factores de producción, se generará un aumento de 0,7986% en la producción.

Los signos de esta ecuación tienen sentido, ya que en el caso de la variable FBKF, el signo es positivo. Por tanto, a medida que aumenta la Formación Bruta de Capital Fijo en el sector transporte, la producción también aumentará. En el caso de la PEA, también su signo se encuentra correcto, ya que a medida que aumenta la Población Económicamente Activa en el sector transporte, la producción también aumentará.

Las variables independientes (FBKF) y (PEA) explican medianamente la variación de la variable dependiente (VAB) en un 88,91%. La prueba F, el modelo es significativo en su conjunto con un estadístico $F = 117,69$.

Las variables FBKF y PEA resultaron ser significativas individualmente al 5%. Esto significa que existe una relación estadísticamente significativa entre estas variables y la variable dependiente.

En cuanto a los test de validez del modelo, se aplicó la prueba de CUSUM. La gráfica resultante está dentro de la zona de tolerancia, lo que quiere decir que el modelo no es explosivo. Con la prueba de Jarque Bera, se pudo observar la normalidad de los residuos, ya que el p-valor fue mayor al nivel de significancia del 5%. Del mismo modo, también se analizó que no exista presencia de multicolinealidad, es decir, correlación entre las variables independientes. Y se puso observar que el factor de inflación es menor que 10.

También se evaluó que los residuos no presenten heterocedasticidad; se realizaron las Pruebas de Breush Pagan Godfrey, White y en todas los residuos son homocedásticos. Para finalizar, se comprobó que no existe presencia de autocorrelación, es decir, que los residuos no estén correlacionados. Se evaluó mediante la prueba de Durbin – Watson, la cual demostró que no existe autocorrelación, tal como se observa en las tablas de Anexos A1 hasta el A4 y figuras A1 y A2.

Discusión

En la presente investigación se utilizaron datos de series de tiempo del sector transporte del período 2010- 2021 medidos trimestralmente, donde se estimó la función de producción mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Así se llegó a la conclusión de que la variable trabajo, en este caso la variable de la Población Económicamente Activa del sector transporte, es la que más influye en el crecimiento de la producción del mismo. También se demostró que el sector transporte tiene economías de escala decrecientes.

Estudios previos que hayan estimado los efectos, considerando funciones de producción en el sector, no se disponen como referencias; sin embargo, existen estudios con un enfoque similar -como el de Anibarro y Cámara de la Peña (2016)- que analizan la productividad del sector transporte, los cuales evidencian un problema de baja productividad y baja demanda, por lo que su crecimiento dependería más de las oportunidades de una logística avanzada por parte del tejido industrial y productivo español. En este sentido, Lalova (2022) resalta la importancia de que las empresas de transporte adecúen su nivel de costos para optimizar la producción e intensidad de sus factores, con una transición adecuada a nuevos combustibles, así como adoptar buenas prácticas, particularmente, en cuanto al gasto del mantenimiento de sus flotas, enfocando sus esfuerzos en optimizar los recursos escasos que se tiene en el nivel de producción.

Aparte de ello, comparando con otros sectores, estas investigaciones coinciden con otros estudios como los de Pinos-Luzuriaga y Mejía-Matute (2021) y Mejía-Matute et al. (2022), donde se estudió a la Industria Manufacturera C20 de Fabricación de Substancias y Productos Químicos y a la Industria Manufacturera C23 de otros Productos Minerales No Metálicos, demostrando así que estos sectores presentan economías de escala decrecientes.

En este sentido, García y Varela (2015) destacan que el trabajo es la fuente de riqueza de toda nación y junto con la división y organización social, es posible crear el espacio para lograr mejoras en la economía, es decir, propiciar el crecimiento económico.

Otros estudios que coinciden en que el factor trabajo es el que más aporta a la producción del sector analizado son los de Briones et al. (2018) y Montes y Sánchez (2017). Por lo que se puede analizar que si bien el factor trabajo resultó significativo y el más influyente en la producción del sector, es importante adecuar el modelo, incorporando otras variables determinísticas como los insumos intermedios, por ejemplo, gasto en lubricantes, combustibles, gastos de reparación, entre otros.

Además, en los resultados se evidencia que la pandemia generó un efecto negativo en el sector de transporte, aspecto que se suma a las investigaciones realizadas sobre este sector a nivel internacional. Por ejemplo, el Banco Interamericano de Desarrollo (2020) difundió que uno de los efectos de la emergencia sanitaria ha sido la necesidad de disponer medidas de aislamiento social, afectando principalmente el uso del transporte público en la región, estimando una caída de la demanda de transporte público de un 75% en promedio. Por lo tanto, resalta la necesidad de promover políticas de incentivos de recuperación de este sector fundamental en la economía nacional.

Por otro lado, el efecto de los factores de producción podría resultar ambiguo, dependiendo del sector que se analice. Por ejemplo, en el caso de Campuzano (2021), se llega a la conclusión de que el factor capital es el factor que más influye en el crecimiento de la producción.

Conclusiones

El sector de transporte en Ecuador ha tenido un crecimiento significativo entre los años 2010 y 2021, tal como se evidencia en los resultados de la presente investigación. El precio creciente del petróleo, siendo uno de los principales ingresos de la economía ecuatoriana, ha llevado a implementar políticas expansivas en el sector. Sin embargo, debido a la crisis sanitaria mundial (COVID-19) en 2020, el sector ha experimentado una desaceleración en su crecimiento económico, ya que la crisis ralentizó la economía mundial y las exportaciones de insumos primarios decayeron, lo que tuvo un impacto en el Valor Agregado Bruto (VAB) también en el sector del transporte, causando una caída transitoria mínima.

Se observa que el sector del transporte en Ecuador también se ve limitado por la capacidad de aumentar su matriz productiva. Según la función de Cobb-Douglas, para aprovechar al máximo la participación de la Población Económicamente Activa (PEA) y el capital en el país, es necesario mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos productivos; esto especialmente en el factor trabajo, el principal determinante del crecimiento económico. Sin embargo, es importante aplicar políticas públicas que impulsen la inversión en el sector y que fortalezcan el impulso del sector transporte, que fue afectado por la paralización de servicios durante la pandemia, de tal manera que incluya la planificación, la gestión, la infraestructura, la tecnología y la innovación.

Como sugerencia para mejorar los efectos de los factores productivos en la producción, se debería seguir una planificación estratégica a largo plazo para alinear los objetivos del sector con las necesidades de la economía y los recursos disponibles, mientras que una gestión transparente y eficiente del sector ayudaría a maximizar su impacto. Además, se requeriría de una inversión significativa en infraestructura para mejorar la eficiencia y seguridad del transporte, incluyendo carreteras, aeropuertos y puertos; nuevas tecnologías y sistemas innovadores también serían fundamentales para mejorar la eficiencia y seguridad del transporte, así como la competitividad del sector, aprovechando los recursos del sector del transporte en el Ecuador e incluyendo el capital y la mano de obra.

Referencias

- Anibarro, J. y Cámara de la Peña, F. (2016,). *Productividad y crecimiento del sector del Transporte en España. Análisis por subsectores*. En XII Congreso de ingeniería del transporte. 7, 8 y 9 de Junio, Valencia (España), 216-223. Editorial Universitat Politècnica de València.
- Ayaviri, D. y Feraudi, P. (2018). La función de producción Cobb Douglas y su aplicación en la economía boliviana. *Innova Research*, 3(4), 70-82. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n4.2018.495>
- Basegmez, H. (2021). A Study On Estimation Of Cobb – Douglas Production Function For Developing Countries. *Journal of Research in Business*, 6(1), 54-68. doi:[10.29228/jrb.3](https://doi.org/10.29228/jrb.3)
- Banco Central del Ecuador. (2021). *Cuentas Nacionales Anuales*. <https://www.bce.fin.ec/informacioneconomica/sector-real>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). *El impacto del COVID 19 en la demanda de servicios*. <https://blogs.iadb.org/agua/es/servicios-de-infraestructura-asequibles-para-todos-en-tiempos-de-coronavirus-y-mas-alla/>
- Briones, M., Molero, L. y Calderón, O. (2018). La Función De Producción Cobb-Douglas En El Ecuador. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Nariño*, 19(2), 45-73 <http://dx.doi.org/10.22267/rtend.181902.97>
- Campuzano, J. (2021). Función de producción del sector bananero del cantón Machala. *Repique Revista de Ciencias Sociales*, 3(2), 37 -50. <http://revistasdigitales.utelvt.edu.ec/revista/index.php/repique/article/view/167>
- Cedillo, L., Jumbo, M. y Campuzano, J. (2018). Crecimiento económico del Ecuador: análisis econométrico desde Cobb Douglas, periodo 1990-2016. *Revista Espacios*, 39(47). https://www.lareferencia.info/vufind/Record/EC_bca5a734aacbd6cdd219bf4ed876bea7
- Díaz, W. y Giral, D. (2011). Comparación de la solución analítica de la función de producción de COBB-DOUGLAS con la obtenida por el método de mínimos cuadrado. *Tecnura*, 15(28), 134-141. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2011000100012&lng=en&nrm=iso
- García, A. y Varela, J. D. (2015). Análisis sobre el factor trabajo y su impacto en el crecimiento económico. *Visiones*, (14), 72-79.

Gujarati, D. y Porter, D. (2010). *Econometría*. McGraw-Hill Interamericana.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2022). *Encuesta de Directorio de Empresas*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/directoriodeempresas/>

Lalova, A. (2022). Análisis empírico del sector transporte en España. <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/26520>

Mejía-Matute, S., Pinos-Luzuriaga, L., León-Cando, C. y Urigüen-García, M. (2022). La función de producción Cobb-Douglas: Caso del sector C20 de fabricación de sustancias y productos químicos. *Observatorio Empresarial*, 29-54. <https://prisma.uazuay.edu.ec/index.php/obsemp/article/view/534>

Montes, F. y Sánchez, J. (2017). Medición económica de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Colombia a través de la función Cobb Douglas. *Entramado*, 13(2), 72-91. <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2017v13n2.26222>

Pinos-Luzuriaga, L. y Mejía-Matute, S. (2021). La función de producción Cobb-Douglas: Caso del sector C23 de fabricación de productos minerales no metálicos. *Observatorio Empresarial*, 39-55. <https://prisma.uazuay.edu.ec/index.php/obsemp/article/view/545>

Ramírez, A. (2015). Ajuste de una función de producción al sector financiero en Colombia. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 23(1), 141-156. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-68052015000100008

Vargas, B. (2014). La Función de producción COBB-DOUGLAS. *Fides et Ratio-Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 8(8), 67-74. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2014000200006&script=sci_arttext

Anexos

Tabla A1

Prueba CUSUM aplicada a los datos desestacionalizados y con variable Dummy del sector transporte desde 2010 hasta 2021 trimestralmente

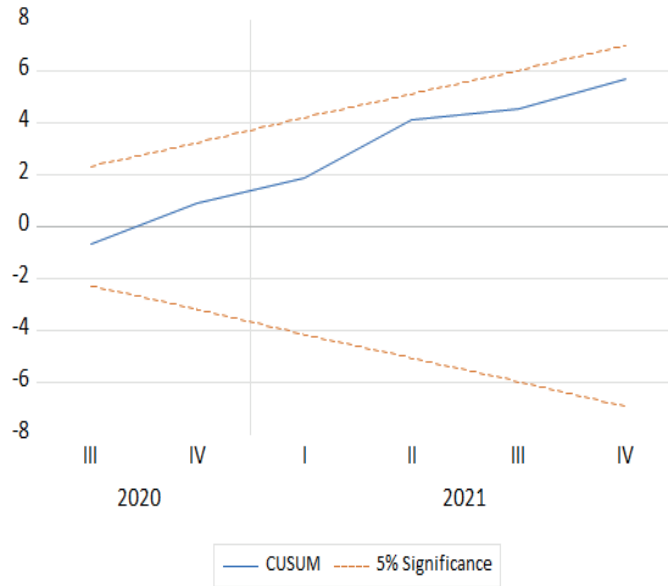


Tabla A2

Prueba Breush Pagan Godfrey con datos desestacionalizados y variable dummy

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	0.991921	Prob. F(3,44)	0.4054
Obs*R-squared	3.040646	Prob. Chi-Square(3)	0.3854
Scaled explained SS	1.435096	Prob. Chi-Square(3)	0.6973

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 01/07/23 Time: 20:32

Sample: 2010Q1 2021Q4

Included observations: 48

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.042742	0.033781	1.265279	0.2124
LOG(FBKF)	-0.003216	0.002227	-1.443991	0.1558
LOG(PEA)	0.000596	0.001409	0.422849	0.6745
DAM	-0.002106	0.001644	-1.280890	0.2069
R-squared	0.063347	Mean dependent var		0.001458
Adjusted R-squared	-0.000516	S.D. dependent var		0.001562
S.E. of regression	0.001563	Akaike info criterion		-10.00535
Sum squared resid	0.000107	Schwarz criterion		-9.849418
Log likelihood	244.1284	Hannan-Quinn criter.		-9.946424
F-statistic	0.991921	Durbin-Watson stat		2.300847
Prob(F-statistic)	0.405442			

Tabla A3

Prueba White con términos cruzados, datos desestacionalizados y variable dummy

Heteroskedasticity Test: White
Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	1.697221	Prob. F(5,42)	0.1564
Obs*R-squared	8.068220	Prob. Chi-Square(5)	0.1525
Scaled explained SS	3.807963	Prob. Chi-Square(5)	0.5774

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 01/07/23 Time: 20:39
Sample: 2010Q1 2021Q4
Included observations: 48
Collinear test regressors dropped from specification

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.297089	1.892750	-2.270289	0.0284
LOG(FBKF)^2	0.000570	0.006357	0.089714	0.9289
LOG(FBKF)*LOG(PEA)	-0.001864	0.015042	-0.123952	0.9019
LOG(FBKF)*DAM	-0.000182	0.000111	-1.648186	0.1068
LOG(PEA)^2	-0.025339	0.013283	-1.907646	0.0633
LOG(PEA)	0.678270	0.297152	2.282571	0.0276

R-squared	0.168088	Mean dependent var	0.001458
Adjusted R-squared	0.069051	S.D. dependent var	0.001562
S.E. of regression	0.001507	Akaike info criterion	-10.04060
Sum squared resid	9.54E-05	Schwarz criterion	-9.806704
Log likelihood	246.9745	Hannan-Quinn criter.	-9.952213
F-statistic	1.697221	Durbin-Watson stat	2.286498
Prob(F-statistic)	0.156384		

Tabla A4

Test con datos desestacionalizados y variable dummy

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	5.347871	Prob. F(2,42)	0.0085
Obs*R-squared	9.742640	Prob. Chi-Square(2)	0.0077

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Least Squares

Date: 01/07/23 Time: 20:43

Sample: 2010Q1 2021Q4

Included observations: 48

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(FBKF)	0.009781	0.052194	0.187393	0.8523
LOG(PEA)	-0.023565	0.034356	-0.685908	0.4965
DAM	0.006612	0.040725	0.162370	0.8718
C	0.154862	0.789929	0.196046	0.8455
RESID(-1)	0.190031	0.156473	1.214467	0.2314
RESID(-2)	0.384421	0.147104	2.613259	0.0124
R-squared	0.202972	Mean dependent var	-1.78E-15	
Adjusted R-squared	0.108087	S.D. dependent var	0.038594	
S.E. of regression	0.036448	Akaike info criterion	-3.669380	
Sum squared resid	0.055796	Schwarz criterion	-3.435480	
Log likelihood	94.06513	Hannan-Quinn criter.	-3.580989	
F-statistic	2.139149	Durbin-Watson stat	1.634663	
Prob(F-statistic)	0.079371			

Figura A1

Test de Durbin-Watson

p-value=1.449

$d_L=1,42$

$d_U=1,67$

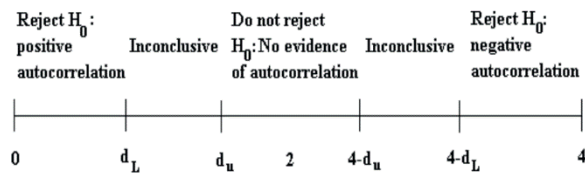


Figura A2

Prueba de Jaque Bera con datos desestacionalizados y variable dummy

