RESUMEN AMPLIADO

Título: ESTUDIO DE IMPACTO DE LA INNOVACIÓN EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO A PARTIR DE UN MODELO INPUT-OUTPUT

Autores y e-mail de todos ellos: Carmen Ramos[1] cramos@uniovi.es; André Carrascal[2] carrascalandre@uniovi.es; Tania Fernández[1] UO251764@uniovi.es

Departamento: [1] Economía Aplicada, [2]Economía

Universidad: Universidad de Oviedo

Área Temática: Análisis Input-Output. Teoría y Aplicaciones

Resumen: *(mínimo 1500 palabras)*

ESTUDIO DE IMPACTO DE LA INNOVACIÓN EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO A PARTIR DE UN MODELO INPUT-OUTPUT

Es habitualmente aceptado que uno de los elementos más importantes para que una economía crezca es la innovación, haciendo especial hincapié en las relaciones que se establecen entre capital humano y tecnología. Concretamente, por su capacidad para aumentar la productividad de los territorios (Jorgenson, Gollup y Fraumeni, 1988) variable que es clave para el incremento del bienestar de los individuos (Krugman, 1994). Estos fuertes vínculos entre el cambio tecnológico y el desarrollo económico fueron observados por todo el mundo; así, por ejemplo, en los denominados piases Tigres Asiáticos, donde los grandes esfuerzos por mejorar sus sistemas científicos e innovadores generaron fuertes incrementos en su productividad (Nelson y Pack, 1999). Esta evidencia empírica demuestra que la inversión en I+D, no solo genera efectos a nivel agregado, si no que las empresas consiguen ser más productivas gracias a sus inversiones en I+D (Minasian, 1969; Crépon, Duguet y Mairesse, 1998, entre otros).

Los impactos e influencia de la innovación en el desarrollo económico ha sido estudiado a través de diferentes metodologías, una de las cuales es el análisis input-output. En este sentido podemos referirnos a los trabajos , de los últimos cinco años, de Noori et al (2021) sobre las ciudades inteligentes; Jun et al (2018) en relación a puertos inteligentes en Korea; Delgado y Mills (2020) sobre las cadenas de valor en el sector servicios; en relación a la innovación en bioeconomía podemos referirnos a Asada et al (2020); Yan et al (2022) estudian el impacto de la "innovación verde" en el proceso productivo y Pianata (2017) sobbre innovación y cambis en la economía, entre otros muchos.

El modelo Input-Output (IO) debido a Leontief es una herramienta de inestimable potencialidad en el estudio de la estructura productiva de países o regiones, proporcionando conocimiento de la economía en su conjunto, al recoger tanto las relaciones entre los distintos

sectores como la demanda final, las importaciones y exportaciones (Hewings y Jensen, 1987*).* Una de las principales aplicaciones de esta metodología es el estudio de los impactos que variables exógenas generan sobre las endógenas del modelo.
Supongamos que se desea analizar el impacto sobre un determinado país, el modelo IO de demanda se puede expresar de la siguiente manera:

$$\mathbf{x} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{Y} \tag{1}$$

donde **x** representa el vector de las producciones sectoriales totales de la economía del país, **A** es la matriz de coeficientes técnicos regionales, cuyos elementos tienen la expresión siguiente:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j} \tag{2}$$

los cuales pueden ser interpretados como la proporción de compras que el sector j le hace al i, respecto del total de compras del j; por último, **Y** representa la demanda final.

Operando convenientemente en la ecuación (1), se puede obtener

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{Y} \tag{3}$$

donde $(\mathbf{I}\text{-}\mathbf{A})^{-1}$ es la conocida matriz inversa de Leontief.

Si se consideran dos instantes o dos situaciones diferentes en la economía se tiene:

$$\mathbf{x}^1 = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^1)^{-1}\mathbf{Y}^1 \tag{4}$$

Donde los elementos que se han modificado aparecen con el superíndice 1. Por lo tanto,

$$\Delta\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^1)^{-1}\mathbf{Y}^1 - (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{Y} \tag{5}$$

Si se suma y resta $(\mathbf{I} - \mathbf{A}^1)^{-1}\boldsymbol{Y}$, se obtiene

$$\Delta\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}(\mathbf{y}^1 - \mathbf{y}) + \left[(\mathbf{I} - \mathbf{A}^1)^{-1} - (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\right]\mathbf{y} \tag{6}$$

El primer sumando, $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}(\mathbf{y}^1 - \mathbf{y})$, hace referencia al análisis de multiplicadores y el segundo, $\left[(\mathbf{I} - \mathbf{A}^1)^{-1} - (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\right]\mathbf{y}$, al análisis de sensibilidad.

La inversa de Leontief, por lo tanto, permite la cuantificación de los efectos multiplicadores en una economía, dado que a partir de dicha matriz puede establecer la siguiente igualdad:

$$[\mathbf{I}\text{-}\mathbf{A}]^{-1} = \mathbf{I} + \mathbf{A} + \mathbf{A}^2 + \mathbf{A}^3 + \ldots + \mathbf{A}^k \tag{7}$$

Esto es, la matriz inversa de Leontief puede expresarse a partir de un desarrollo en serie de potencias de matrices.

Un incremento en la demanda final en un sector (o varios) se transmite a través de toda la economía por medio de las interrelaciones de unas ramas con otras recogidas en la serie

$$\mathbf{A} + \mathbf{A}^2 + \mathbf{A}^3 + \ldots + \mathbf{A}^k. \tag{8}$$

A partir de la matriz inversa de Leontief pueden determinarse, por ejemplo, los efectos de arrastre de un sector, es decir, el poder que tiene una rama productiva de “tirar” del resto de la economía al demandar de ella bienes y servicios para llevar a cabo su producción.

Sin embargo, y pese a la innegable utilidad de este modelo, también es cierto que no permite captar las interconexiones entre regiones o países, ya que considera que la región de interés está esencialmente "desconectada" o aislada del resto de regiones de su entorno, por ello, resulta más adecuado el empleo de un modelo multirregional (MRIO) que considere a cada región como parte de un todo con el que se encuentra relacionada (Miller y Blair, 2009). Una panorámica sobre los inicios y evolución en la aplicación de los modelos multirregionales se puede ver Hewings y Jensen (1987) o Miller y Blair (2009).

La estructura de un modelo MRIO es la siguiente (Miller y Blair, 2009):

$$\mathbf{x}^* = \mathbf{A}^*\mathbf{x}^* + \mathbf{Y}^* \tag{9}$$

Donde

$$\mathbf{A}^* = \begin{bmatrix} \mathbf{A}^{11} & \dots & \mathbf{A}^{1p} \\ \dots & \dots & \dots \\ \mathbf{A}^{p1} & \dots & \mathbf{A}^{pp} \end{bmatrix} \quad \mathbf{x}^* = \begin{bmatrix} \mathbf{x}^1 \\ \dots \\ \mathbf{x}^p \end{bmatrix} \quad Y^* = \begin{bmatrix} Y^{11} & \dots & Y^{1p} \\ \dots & \dots & \dots \\ Y^{p1} & \dots & \mathbf{Y}^{pp} \end{bmatrix} \tag{10}$$

A* es una matriz por bloques, compuesta a su vez por un conjunto de matrices; aquellas que se encuentran en la diagonal principal (**$\mathbf{A}^{11}$, $\mathbf{A}^{22}$, … $\mathbf{A}^{pp}$)** representan a las matrices de coeficientes técnicos intrarregionales. Las matrices que se encuentran fuera de dicha diagonal ($\mathbf{A}^{rs}$ ∀r≠s) representan a las transacciones interregionales. Es decir, los elementos de una matriz genérica $\mathbf{A}^{rr}$ tienen la forma $a_{ij}^{rr} = \frac{x_{ij}^{rr}}{x_j^r}$, y pueden ser interpretados como la proporción de compras del sector j al i, respecto de la producción total del j en la región r. Por otra parte, un coeficiente $a_{ij}^{rs} = \frac{x_{ij}^{rs}}{x_j^s}$ puede ser interpretado como las compras que el sector j de la región s le hace al sector i de la región r, respecto de sus compras totales.

El vector **x*** se encuentra constituido por los vectores de producción sectorial total de cada una de las regiones analizadas. Por último, la matriz **Y*** está constituida por las demandas finales intrarregionales $\mathbf{Y}^{rr}$, esto es, la demanda final de la región r generada en la propia región y las interregionales $\mathbf{Y}^{rs}$, es decir, la demanda final de la región s generada en la r.
A partir de la formulación anterior se tiene

$$\mathbf{x}^* = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^*)^{-1}\mathbf{Y}^* \tag{11}$$

Y por lo tanto,

$$\Delta\mathbf{x}^* = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^*)^{-1}\Delta\mathbf{Y}^* \tag{12}$$

siendo $(\mathbf{I} - \mathbf{A}^*)^{-1}$ la denominada inversa de Leontief en un modelo multirregional, cuyos elementos $\{b_{ij}^{rs}\}$ representan la variación generada en la producción del sector i de la región r como consecuencia de un cambio en la demanda final del sector j en la región s.

El objetivo fundamental de este trabajo es determinar el impacto que tiene la inversión en I+D en el desarrollo económico de las comunidades autónomas españolas. Para ello, se utilizará la base de datos EUREGIO que proporciona información relativa a las tablas input-output de las regiones europeas para el período 2000-2010.

Referencias bibliográficas

Asada, R., Cardellini, G., Mair-Bauernfeind, C., Wenger, J., Haas, V., Holzer, D., & Stern, T. (2020). Effective bioeconomy? A MRIO-based socioeconomic and environmental impact assessment of generic sectoral innovations. *Technological Forecasting and Social Change*, *153*, 119946.

Crèpon, B., Duguet, E., Mairesse, J. (1998): "Research, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level", *Economics of Innovation and New Technology*, 7, 115-158.

Delgado, M., & Mills, K. G. (2020). The supply chain economy: A new industry categorization for understanding innovation in services. *Research policy*, *49*(8), 104039.

European Commission, Joint Research Centre (JRC) (2020): Regional Trade Data for Europe. European Commission, Joint Research Centre (JRC) [Dataset] PID: http://data.europa.eu/89h/432cf8a7-fd5e-4816-a70c-633a7380c77c

Hewings, G. J., & Jensen, R. C. (1987). Regional, interregional and multiregional input-output analysis. In *Handbook of regional and urban economics* (Vol. 1, pp. 295-355). Elsevier.

Jorgenson, D.W., Gollop, F.M., Fraumeni, B., (2016): *Productivity and US Economic Growth.* Ed. North Holland.

Jun, W. K., Lee, M. K., & Choi, J. Y. (2018). Impact of the smart port industry on the Korean national economy using input-output analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *118*, 480-493.

Krugman, P. (1994): *The age of Diminished Expectations*, Ed. Chambridge.

Minasian, J.R. (1969): “Research and development, production functions, and rates of return” *The American Economic Review*, 59(2), 80-85.

Miller, R. E., & Blair, P. D. (2009). *Input-output analysis: foundations and extensions*. Cambridge University press.

N Nelson, R.R., Pack, H. (1999): “The Asian Miracle and Modern Growth theory”, *The Economic Journal*, 416-436. Pack

Noori, N., de Jong, M., Janssen, M., Schraven, D., & Hoppe, T. (2021). Input-output modeling for smart city development. *Journal of Urban Technology*, *28*(1-2), 71-92.

Pianta, M. (2017). Innovation and economic change. *Economics of Innovation and New Technology*, *26*(8), 683-688.

Romer, P.M. (1994): “The Origins of Endogenous Growth” *Journal of Economic Perspectives*, 8(1), 3-22.

Steenge, A. E., & Reyes, R. C. (2020). Return of the capital coefficients matrix. *Economic Systems Research*, *32*(4), 439-450.

Solow, R. (1957): “Technical Change and the Aggregate Production Function”, The *Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.

Thissen, M., Lankhuizen, M., van Oort, F., Los, B., & Diodato, D. (2018). EUREGIO: The construction of a global IO DATABASE with regional detail for Europe for 2000–2010.

Yan, Z., Shi, R., Du, K., & Yi, L. (2022). The role of green production process innovation in green manufacturing: empirical evidence from OECD countries. *Applied Economics*, 1-13.

Palabras Clave: *Análisis Input-Output, Modelo Multirregional, Innovación, Impacto económico, Desarrollo económico*
Clasificación JEL: C67, O12, O33