

# La relocalización de la producción de semiconductores promovida por el gobierno de Estados Unidos

Extracto del Informe Trimestral Abril – Junio 2023, Recuadro 1, pp. 9-13, documento publicado el 30 de agosto de 2023.

*Nota: En la versión electrónica de este documento se puede obtener la información que permite generar todas las gráficas y tablas que contiene dando clic sobre ellas, con excepción de aquella que no es producida ni elaborada por el Banco de México.*

## 1. Introducción

En agosto de 2022, el gobierno de Estados Unidos promulgó la "CHIPS and Science Act" con el fin de impulsar la investigación y producción local de bienes de alta tecnología, especialmente en el ámbito de los semiconductores y salvaguardar la seguridad nacional.<sup>1</sup> La publicación de esta iniciativa ha coincidido con un incremento significativo en el gasto en construcción no residencial en el sector de bienes de cómputo y electrónica, lo cual sugiere, junto con los anuncios de varias empresas, una mayor inversión en nuevas plantas, posiblemente asociada con la producción de semiconductores, a raíz de los incentivos generados por la nueva ley. En este Recuadro se describe de manera sucinta el contenido principal de esta legislación.<sup>2</sup> Adicionalmente, en la medida en que EUA reduzca su dependencia de semiconductores importados reubicando su producción a su territorio, ello pudiera generar una derrama económica hacia el exterior por la demanda adicional de insumos importados requeridos para la producción de semiconductores. Para analizar este posible efecto, se presenta un análisis que utiliza una matriz insumo-producto global, y que sugiere una vinculación relativamente baja de este sector con el resto del mundo. Sin embargo, también apunta a que existe espacio para que aumentos en la producción y productividad de este sector ejerzan una derrama económica hacia algunos países incluido México. Esto sobre todo, tomando en cuenta que, si bien China es el país con la principal vinculación (en términos de su contribución de valor agregado) con la manufactura de este sector estadounidense, ante las diferentes medidas que ha tomado el gobierno de EUA para desincentivar su comercio de bienes de alta tecnología con este país, es de esperarse que la derrama hacia China se reduzca en el futuro.

## 2. Evolución de la industria de los semiconductores en Estados Unidos

La importancia de los semiconductores en el total de la industria manufacturera de Estados Unidos, medida por la participación del sector en el valor agregado de toda la industria, había estado creciendo constantemente hasta principios de los 2000. Posteriormente a ese año entró en un periodo de estancamiento y eventual contracción (Gráfica 1).

La caída abrupta de esta participación desde 2001 podría estar asociada con la recesión de ese año que provocó una revisión significativa de la valuación de las empresas de comunicaciones e información (conocida como la burbuja del "dotcom"), que tienden a ser los principales demandantes de semiconductores.<sup>3</sup> La tendencia

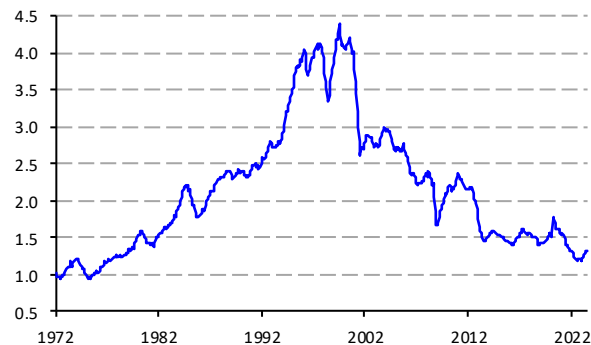
<sup>1</sup> CHIPS es un acrónimo de "Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors" ("Creación de Incentivos útiles para Producir Semiconductores") no necesariamente es una referencia a los microcircuitos denominados "chips".

<sup>2</sup> En ese mismo año el Senado también aprobó la Ley Para Reducir la Inflación que destina 39 mmd también para el desarrollo de alta tecnología. Al estar enfocada al cuidado del medio ambiente y la energía no contaminante también puede estar influyendo sobre la construcción (Krugman, 2023).

<sup>3</sup> De acuerdo con la Asociación de la Industria de Semiconductores, casi dos tercios de la demanda de semiconductores se deriva de productos de cómputo y comunicaciones.

decreciente que siguió a la recesión del 2001 parece estar relacionada con el reacomodo de la producción mundial después del ingreso de China a la Organización Mundial de Comercio. Posteriormente, parte de la producción de semiconductores, a principios de los 2000 se comenzó a trasladar de Estados Unidos hacia otros países tecnológicamente avanzados, pero con costos de producción más bajos como Corea, Taiwán y China. En años más recientes los semiconductores más sofisticados se comenzaron a fabricar en países asiáticos.<sup>4</sup>

**Gráfica 1**  
**EUA: importancia relativa de la producción industrial de semiconductores en el total de la producción industrial**  
 En por ciento, a.e.



Fuente: Reserva Federal.

La pandemia hizo evidente el papel que los semiconductores tienen para la industria manufacturera global moderna. En particular, algunos sectores manufactureros como los automóviles, computadoras y otros equipos electrónicos fueron fuertemente afectados por la escasez de semiconductores. No obstante, adicionalmente a su importancia geopolítica, la relevancia de esta industria es mucho más amplia en el plano económico en tanto ha sido por décadas uno de los sectores más dinámicos de la industria de Estados Unidos y está relacionada con el desarrollo de la productividad de toda la economía.<sup>5</sup>

La producción de semiconductores es un proceso sofisticado y costoso. Sus etapas productivas se dividen en diseño, manufactura y ventas. Según estas facetas, los países líderes varían ligeramente. Según la Asociación de la Industria de Semiconductores (2022), el país con una mayor actividad en diseño y mercadeo de semiconductores es Estados Unidos, mientras que en la fabricación destacan en orden descendente de relevancia Taiwán, Corea del Sur, Japón, Estados Unidos y China. En 2020, Estados Unidos tenía una participación de 47% en las ventas mundiales de semiconductores, pero el 75% de la capacidad productiva de estos estaba concentrada en el Este de Asia. En Taiwán y Corea del Sur se encuentran las únicas dos empresas que son capaces de producir los semiconductores más avanzados. China se encuentra aún lejos de estos parámetros, pero la Asociación de la Industria de Semiconductores proyectaba en 2021 (dato público disponible más reciente) que dicho país sería el líder en ventas en 2030.

Durante la pandemia, quedó de manifiesto la vulnerabilidad de la economía estadounidense ante su dependencia de semiconductores importados y la distribución geográfica de la producción de estos. Esto a su vez, está relacionado con preocupaciones de seguridad nacional que se derivan de la producción y el comercio de bienes de alta tecnología. Estos factores hicieron más urgente desde el punto de vista del gobierno

<sup>4</sup> En 2019, el 100% de los semiconductores “más avanzados” (menores a 10 nanómetros) se produjeron fuera de Estados Unidos, según la Asociación de la Industria de Semiconductores (2022).

<sup>5</sup> Jorgenson *et al.* (2014) muestran que el crecimiento de la productividad de Estados Unidos de 1947 a 2010 se debió principalmente a sectores productores de bienes de tecnología de la información, entre los cuales el de los semiconductores ocupa un papel central.

estadounidense la aplicación de políticas gubernamentales para favorecer la producción local, que se compendiaron en la CHIPS Act de 2022.

### 3. La “CHIPS and Science Act”

---

En agosto de 2022, el gobierno de Estados Unidos emitió con apoyo bipartita la Ley CHIPS and Science de 2022 (The White House, 2022). Esto, con el propósito de reducir la dependencia de fuentes foráneas de este insumo y consolidar el liderazgo tecnológico en semiconductores.<sup>6</sup>

La “CHIPS and Science Act” de 2022 (United States Senate, 2022) contempla lo siguiente:

- Se incluye una erogación de 52.7 mil millones de dólares (mmd) repartida en cinco años para un ente de financiamiento denominado “CHIPS for America Fund”. Esta partida contempla 39.5 mmd en incentivos para la manufactura incluida la de microcircuitos comunes usados en automóviles y sistemas de defensa. Los 13.2 mmd restantes se dedicarían a investigación y desarrollo, capacitación de la fuerza laboral y tecnología para la protección de comunicaciones internacionales y las cadenas de producción de semiconductores y otras tecnologías.
- Proporciona también un crédito fiscal de 25 por ciento al gasto en inversión para la manufactura de semiconductores y equipo relacionado.
- Se incluyen diversos incentivos y salvaguardas para el uso de los fondos. Las empresas que busquen acceso a estos requieren demostrar que en sus inversiones pondrán atención a los intereses de las comunidades donde se instalen y que crearán oportunidades para negocios pequeños. Por otra parte, los fondos no pueden usarse en la compra de acciones propias (“buybacks”) o en el pago de dividendos. Tampoco podrán usarse para construir instalaciones de tecnología avanzada en China y otros países que despierten preocupación.
- Para incentivar la innovación en tecnologías inalámbricas, presupuesta 1.5 mmd para promover redes de radio abiertas. También busca promover la competitividad con nuevas tecnologías como inteligencia artificial, biotecnología y computación que resulten en nuevos negocios y más exportaciones.
- Establecerá un directorio en la Fundación Nacional de Ciencia (NSF, por sus siglas en inglés) para enfocarse no solamente en las áreas de semiconductores, sino también en tecnologías avanzadas de comunicaciones, informática cuántica y biotecnología. Buscará fortalecer la comercialización de la investigación y tecnología inventada y desarrollada localmente.
- Busca proveer oportunidades educativas en los campos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (“STEM” por las siglas en inglés) y desarrollar habilidades críticas para trabajos altamente calificados y bien remunerados. Para ello la nueva ley promueve la educación científica y tecnológica en todos los niveles educativos. En especial busca impulsar la educación “STEM” en instituciones que sirven primariamente a minorías y regiones con mayores necesidades.

### 4. Efectos inmediatos aparentes de la “CHIPS and Science Act”

---

La respuesta de las empresas de semiconductores a la elaboración y aprobación final de la ley ha sido rápida. Los datos de inversión parecen estar reflejando ya efectos significativos. Por ejemplo, diversas fuentes han reportado a lo largo de los últimos 12 meses planes de empresas de semiconductores para abrir nuevas plantas y expandir y ampliar sus operaciones, particularmente en Texas, el estado con la mayor concentración de

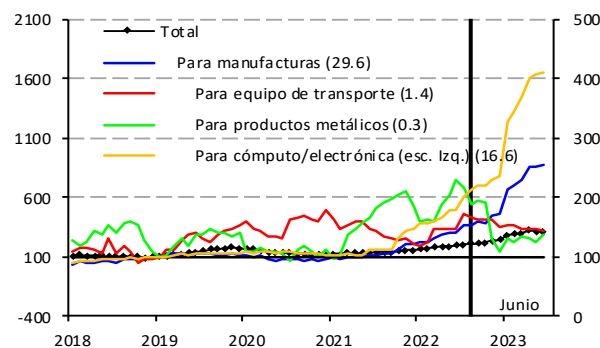
---

<sup>6</sup> La participación en la capacidad manufacturera moderna de semiconductores de Estados Unidos se ha reducido de 37% en 1990 a 12% en la actualidad, principalmente porque gobiernos de otros países han promovido el desarrollo de esta industria durante décadas (Asociación de la Industria de Semiconductores, 2023).

empresas de este tipo.<sup>7</sup> Al cumplirse el primer aniversario de la firma de la CHIPS Act, la Casa Blanca reportó que diversas empresas de semiconductores habían anunciado planes de inversión en circuitos de memoria y expansiones de plantas de producción en Ohio, Arizona, Texas y Nueva York por un monto acumulado de 166 mmd (The White House, 2023).

Por otro lado, se ha observado un notorio repunte del gasto privado en construcción no residencial para el sector manufacturero. Si bien este estaba creciendo desde antes de la publicación de la CHIPS Act, el impulso posterior a ello es muy significativo. Esto ha sido particularmente notorio en la construcción relacionada con la producción de bienes de cómputo y electrónica. Lo anterior sugiere una rápida respuesta de los inversionistas privados a los incentivos contenidos en esta ley y a las restricciones para no invertir en territorios específicos fuera de Estados Unidos. Ello ha quedado de manifiesto en los anuncios de las empresas más importantes del ramo.

**Gráfica 2**  
**EUA: gasto privado en construcción no residencial**  
 Índice Enero 2019=100, a.e.



Nota: Los números entre paréntesis reflejan la contribución promedio en por ciento al total de los últimos 6 meses. La línea vertical marca el anuncio de la Chips and Science Act en agosto de 2022.

a.e./Cifras con ajuste estacional.

Fuente: Haver Analytics.

La Gráfica 2, en la que la línea vertical en agosto de 2022 indica la promulgación de la Ley CHIPS, sugiere una fuerte tendencia positiva de la construcción en el sector de manufacturas relacionadas con tecnologías avanzadas. De 2018 a 2020, el crecimiento del gasto en construcción para manufacturas se había mantenido estable. A partir de 2021, el gasto privado en construcción en manufactura inició un fuerte repunte (línea azul), encabezado por el subcomponente de cómputo y electrónica (línea amarilla) con un crecimiento significativamente más pronunciado que en otros sectores, posiblemente relacionado a la relocalización de la producción y los estímulos ofrecidos por el gobierno en diferentes iniciativas como la CHIPS Act o la Ley Para Reducir la Inflación de 2022 que también contiene apoyo a tecnología avanzada (United States Senate, 2022). Si bien el gasto privado en construcción del subcomponente de cómputo y electrónica venía creciendo a tasas elevadas desde el último trimestre del 2021, esta tendencia se aceleró significativamente con la promulgación de la CHIPS Act, acumulando así una subida de más de 15 veces desde mediados de 2021 a junio de 2023. En los últimos seis meses, la construcción en el sector de manufacturas ha contribuido con casi 30% del total de construcción, mientras que su subcomponente de cómputo y electrónica aportó más de la mitad de ello (16.6% del total del gasto privado en construcción).

<sup>7</sup> En junio de 2023, el gobierno de Texas anunció una inversión de 1.3 mmd en investigación y manufactura de semiconductores, para mantenerse al frente de la industria.

## 5. Estimación de los vínculos de la industria de semiconductores en EUA mediante un análisis de matriz insumo-producto global

Esta sección busca, por medio de un enfoque de matrices insumo-producto globales: 1) estimar la contribución del valor agregado extranjero en el sector de semiconductores estadounidense y dimensionar su importancia a partir de lo observado para otros sectores, 2) identificar la importancia por país dentro del valor agregado extranjero en el sector de semiconductores estadounidense, y, por último 3) estimar el efecto de un choque hipotético en la producción de semiconductores en EUA sobre el valor agregado de distintos sectores en México. Por razones de una desagregación limitada, para el análisis se utilizará el sector de Computadoras, equipo electrónico y óptico para aproximar el sector de semiconductores.

Para lo anterior se utiliza la metodología de Leontief (1936) y la matriz de insumo producto inter-país (ICIO) de la OCDE.<sup>8</sup> Sin embargo, este enfoque conlleva ciertas limitaciones que hay que tener en cuenta en la interpretación de los resultados. En primera instancia, la desagregación de sectores en las matrices insumo-producto puede no corresponder uno a uno con el sector de interés, por lo que usualmente se recurre a aproximaciones que incluyan el sector a estudiar.<sup>9</sup> Asimismo, dado que las matrices utilizadas corresponden al periodo pre-pandemia, cualquier cambio estructural en las cadenas globales de valor posterior a la pandemia no estaría siendo capturado. Asimismo, los impactos estáticos bajo el enfoque insumo producto, no toman en cuenta la reconfiguración de la producción mundial y sus posibles efectos sobre los requerimientos de insumos.<sup>10</sup> Así, el carácter estático de la matriz insumo-producto hace que los resultados del Recuadro sean únicamente indicativos de cómo se verían los efectos antes de dicha reconfiguración.

Aplicando el procedimiento de Leontief (1936),<sup>11</sup> se identifican las diferentes contribuciones o fuentes de valor agregado en la producción del sector  $i$  en EUA, con lo cual se calcula el porcentaje de valor agregado extranjero sectorial. Los resultados, que se muestran en la Gráfica 3, permiten distinguir diferentes grados de intensidad en la contribución del valor agregado externo contenido en la producción para las diferentes industrias de EUA. Por ejemplo, para el caso de la industria de automóviles en Estados Unidos, se aprecia que la producción contiene un 25 por ciento de valor agregado del exterior, mientras que el resto es valor agregado doméstico. Particularmente, destaca la posición relativamente baja del sector de fabricación de Computadoras, equipo electrónico y óptico. Lo anterior sugiere un potencial de efectos de derrama a otros países relativamente limitado ante un crecimiento en la producción en comparación con otros sectores y pareciera ser congruente con un sector altamente especializado.

<sup>8</sup> La ICIO contiene información sobre 45 industrias para 66 países y es representativa del 93 por ciento del PIB mundial (OCDE; 2021). Véase Guilhoto et al. (2021) para una descripción más detallada.

<sup>9</sup> Por ejemplo, el sector de semiconductores está contenido en el agregado de Computadoras, equipo electrónico y óptico.

<sup>10</sup> Ello pudiera ser particularmente relevante en el contexto de un análisis de las implicaciones de la CHIPS Act que parece ir en el sentido de buscar modificar los vínculos productivos de una industria en particular.

<sup>11</sup> La metodología de Leontief parte de definir el valor de la producción como la suma de los insumos intermedios requeridos más la producción destinada para consumo final. Formalmente se presenta como:

$$x = Ax + c \quad (1)$$

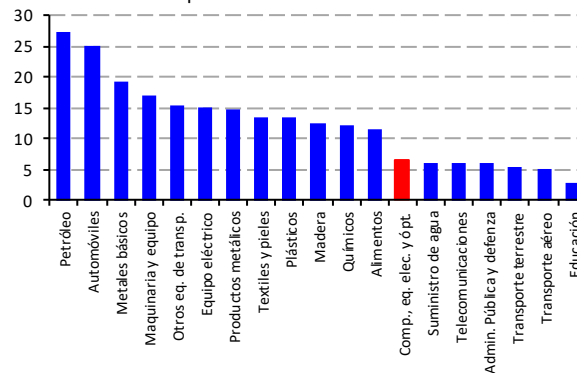
donde,  $c$ : es un vector ( $n \times 1$ ) que contiene la producción de cada sector/país  $n$  destinada a consumo final.  $A$ : es la matriz ( $n \times n$ ) de requerimientos técnicos para producir una unidad de producto.  $x$ : es un vector de producción ( $n \times 1$ ) que contiene la producción total de cada sector/país  $n$ .

Reordenando los términos en (1) obtenemos:

$$VA = VBc \quad (2)$$

donde  $V$ : es una matriz diagonal ( $n \times n$ ) con las razones de valor agregado a producción para cada industria/país  $1, \dots, n$ . Por su parte,  $B = (I - A)^{-1}$  es la matriz inversa de Leontief que permite obtener la producción total necesaria de cada industria/país para producir los bienes finales incluidos en el vector  $c$ . El vector  $VA$  en la ecuación (2) contiene las contribuciones de valor agregado de todas las industrias/países a la producción de un sector en un país particular, dependiendo de cómo se defina el vector  $c$ . Para efectos del presente Recuadro, se define un vector  $c_i$  de tamaño  $n \times 1$  con el valor de la producción de cada sector  $i$  de EUA destinada a consumo final, y ceros en el resto. Así, se estima la ecuación (2) iterando 45 vectores  $c_i$  restringidos cada uno a las 45 industrias identificadas para EUA en la ICIO del 2018.

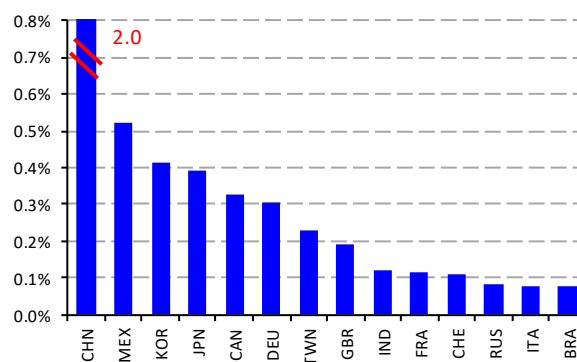
**Gráfica 3**  
**EUA: valor agregado extranjero contenido**  
**en la producción sectorial**  
 En por ciento del total sectorial



Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE.

El valor agregado extranjero contenido en la producción de Computadoras, equipo electrónico y óptico mostrado en la Gráfica 3 (barra color rojo) puede descomponerse por país y sector de origen. En este sentido, la Gráfica 4 muestra la desagregación por país de origen del valor agregado extranjero contenido en la producción de Computadoras, equipo electrónico y óptico estadounidense. Destaca la elevada contribución relativa de China, así como la brecha con el resto de países en términos de la aportación de valor agregado a la producción de EUA. Sin embargo, dentro de este grupo México se encuentra entre aquellos que aportan más valor agregado a la producción de este sector en Estados Unidos, por encima incluso de algunos países asiáticos importantes en la industria de semiconductores como Corea, Japón y Taiwán. Estos resultados sugerirían un potencial relativamente mayor de efectos de derrama hacia estos países, particularmente si se toma en cuenta que, recientemente, Estados Unidos ha tomado medidas en el sentido de desincentivar sus vínculos comerciales con China en lo relativo a bienes de alta tecnología.<sup>12</sup>

**Gráfica 4**  
**EUA: valor agregado extranjero contenido en la producción de**  
**computadoras, equipo eléctrico y óptico por país de origen**  
 En por ciento del valor agregado total del sector



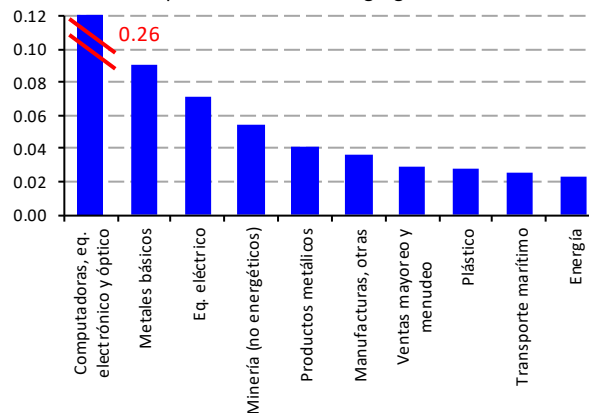
Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE.

Finalmente, el procedimiento de Leontief (1936) permite estimar el valor agregado adicional en cada sector/país inducido por un choque de un aumento en la producción total de un sector en un país particular. En este sentido,

<sup>12</sup> Por ejemplo, el 9 de agosto del 2023, el presidente Joe Biden firmó una orden ejecutiva que bloquearía y regularía las inversiones en alta tecnología con sede en Estados Unidos dirigidas a China. Esta medida contempla las inversiones en las industrias de chips informáticos avanzados, microelectrónica, tecnologías de información cuántica e inteligencia artificial.

la Gráfica 5 muestra el porcentaje de valor agregado adicional, derivado de un incremento hipotético de 10 por ciento en la producción de Computadoras, equipo electrónico y óptico en EUA, en los diferentes sectores productivos de México respecto del valor agregado sectorial inicial. Así, si bien destaca el crecimiento en el sector de computadoras localizado en México, también se aprecian crecimientos relativamente importantes en las industrias mexicanas de metales básicos, equipo eléctrico y productos metálicos. Ello sugiere que estímulos en la producción de semiconductores a EUA pudieran beneficiar potencial y heterogéneamente a la industria mexicana, debido a la demanda adicional por insumos que se espera en los próximos años inducida por la CHIPS Act. No obstante, todavía es incierta la magnitud del choque proveniente de la reconfiguración de la producción de semiconductores en EUA.

**Gráfica 5**  
**Efecto estimado en el valor agregado sectorial en México de un aumento de 10% en la producción de la manufactura de Computadoras, eq. electrónico y óptico en EUA**  
 En por ciento del valor agregado inicial



Fuente: Elaboración propia con información de la OCDE.

## 6. Consideraciones finales

El interés de Estados Unidos por retomar el liderazgo frente a otros países en la producción de semiconductores, debido al papel central que dichos bienes tienen en la industria, y las vulnerabilidades que evidenció la escasez de semiconductores durante la pandemia motivaron el apoyo bipartidista a la “CHIPS and Science Act”. Esta iniciativa otorga, de modo estratégico, fondos e incentivos para impulsar la producción de semiconductores en todas sus etapas, incluida la manufactura. Si bien es prematuro evaluar sus efectos, algunos datos oportunos y cierta evidencia anecdótica sugieren un impacto significativo que podría ser mucho mayor en el futuro si, como ha ocurrido en el pasado, la productividad de la economía aumenta su ritmo de crecimiento gracias a avances en este sector. Si bien esta industria manufacturera pareciera tener una participación de valor agregado extranjero en su producción relativamente baja, existe espacio para que aumentos en la producción y productividad de este sector ejerzan una derrama económica hacia otros países, incluido México. Ello, particularmente, si el estímulo a la producción manufacturera en Estados Unidos es de magnitud considerable. El alcance de esta potencial derrama está sujeto al modo en que se dé la reconfiguración de la producción de semiconductores en Estados Unidos, así como del fortalecimiento de vínculos con los sectores productivos en México.

## 7. Referencias

---

- Guilhoto, J., Webb, C. & Yamano, N. (2021). "Guide to OECD TiVA Indicators, 2021 edition". *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2.
- Jorgenson, D., Ho, M. & Samuels, J. (2014). "What will revive US economic growth? Lessons from a prototype industry-level production account for the United States". *Journal of Policy Modeling*, 36(4), 674-691.
- Krugman, P. (2023). Making Manufacturing Great Again. The New York Times.
- Leontief, W. (1936), "Quantitative Input-Output Relations in the Economic System of the United States". *Review of Economics and Statistics*, 18.
- OECD (2021). Measuring interconnected economies: Launch of the 2021 OECD Inter-Country Input-Output (ICIO) and Trade in Value-Added (TiVA) Databases. November.
- Semiconductors Industry Association (2022). State of the U.S. Semiconductor Industry.
- Semiconductors Industry Association (2023). CHIPS for America Act and FABS Act.
- The White House (2022). "Fact Sheet: CHIPS and Science Act will Lower Costs, Create Jobs, Strengthen Supply Chains and Counter China". Statements and Releases. August 9th.
- The White House (2023). "FACT SHEET: One Year after the CHIPS and Science Act, Biden-Harris Administration Marks Historic Progress in Bringing Semiconductor Supply Chains Home, Supporting Innovation, and Protecting National Security". Statements and Releases. August 9th.
- United States Senate (2022). Chips and Science Act of 2022. US Government.
- United States Senate (2022). Summary: The Inflation Reduction Act of 2022.