



Informe Estado de la Región 2021

Investigación de base

Análisis de redes productivas de Centroamérica y República Dominicana

Matriz Insumo Producto de México,
Centroamérica y República Dominicana 2011

Investigadores:

Marisol Guzmán Benavides
Stwarth Piedra Bonilla

San José | 2021



338
G993a

Guzmán Benavides, Marisol.
Análisis de redes productivas de Centroamérica y República Dominicana, matriz insumo producto de México, Centroamérica y República Dominicana 2011 : investigación de base / Marisol Guzmán Benavides, Stwarth Piedra Bonilla. -- Datos electrónicos (1 archivo : 4.800 kb). -- San José, C.R. : CONARE - PEN, 2021.

ISBN 978-9930-607-06-0
Formato PDF, 51 páginas.

1. REDES PRODUCTIVAS. 2. CENTROAMÉRICA. 3. ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS. 4. ECONOMÍA. 5. INTEGRACIÓN REGIONAL. I. Piedra Bonilla, Stwarth. II. Título.



Contenidos

Resumen ejecutivo	4
Introducción	5
Metodología	6
Datos y fuente de información.....	6
Encadenamientos productivos.....	10
Análisis de redes para el estudio de la economía	12
<i>Antecedentes.....</i>	<i>12</i>
<i>Conceptos generales del análisis de redes</i>	<i>13</i>
Resultados	16
Análisis de indicadores globales de las redes.....	17
Análisis de indicadores locales de las matrices	26
Análisis de centralidad por valor bruto de la producción (VBP)	31
Análisis de encadenamientos productivos.....	40
Conclusiones	48
Bibliografía	49

Resumen ejecutivo

Por primer vez Centroamérica cuenta con la posibilidad de analizar comparativamente las estructuras y encadenamientos productivos de sus economías. Eso fue posible gracias a la homologación de la Matriz Insumo - Producto de Centroamérica y República Dominicana para el año 2011 (MIPCA2011) realizada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) como parte de un importante esfuerzo conjunto con los Bancos Centrales y entidades oficiales de cada país.

Este documento se enfoca en describir cómo son las estructuras productivas nacionales desde el punto de vista de una red, comparar estructuras e identificar patrones y aspectos que pueden representar vulnerabilidades u oportunidades, y que se deben tomar en cuenta a la hora del diseño de políticas de fomento productivo. Para ello, se utilizan elementos del análisis de redes para visualizar las submatrices nacionales de la MIPCA2011 como sistemas redes, que conectan sectores productivos por medio de transacciones, que en este caso son flujos de compras y ventas intermedias nacionales para los procesos productivos de cada país. Además, se incorpora la clasificación de los tipos de encadenamientos productivos, con la finalidad de caracterizar estas redes no solo por su conectividad, sino también por su capacidad de afectar el resto de la economía.

Los resultados muestran que las redes de los países de la región centroamericana y República Dominicana poseen altos grados de densidad (alta conectividad sectorial) en términos de transacciones, pero que esta gran cantidad de conexiones se ve altamente afectada por un bajo valor productivo. Se debe de considerar el valor bruto de la producción (VBP) que estas conexiones tienen y de qué manera se fortalecen las relaciones productivas entre sectores. Para ello se deben considerar características como su capacidad de encadenar su producción en las cadenas productivas de las economías. En los países de Centroamérica y República Dominicana, la mayoría de los sectores en las economías presentan algún tipo de encadenamiento (impulsores, estratégicos), pero son muy pocos los sectores con el encadenamiento que es ideal, el completo (clave). En estos tres tipos de sectores se concentra la mayor cantidad de VBP que se genera a nivel de país, pero existe una amplia cantidad de sectores que producen de manera mucho más aislada (los que tienen tipo de encadenamiento independiente).

Algunos procesos productivos por su naturaleza demandan una gran cantidad de insumos, sin embargo, no todas las economías de la región tienen la capacidad de proveer estos insumos. A pesar de esto, con intermediación oportuna, se pueden conectar sectores que de momento no se están hablando y por otro lado fortalecer las capacidades internas para que los insumos que si se pueden potencialmente producir en suelos nacionales se generen a lo interno y ayuden a robustecer los mercados nacionales.

Introducción

Las estructuras productivas, dibujadas a partir de la actividad sectorial de los países de la región centroamericana y República Dominicana (CARD) permiten identificar patrones sectoriales y pesos de distintas actividades. Este documento analiza la interacción entre los distintos sectores productivos, tomando en cuenta dos características: el peso que tiene cada sector productivo dentro de la estructura nacional, medido por el valor bruto de la producción (VBP) y el valor económico de las transacciones (interacciones).

Este mapeo de la estructura productiva permite identificar la configuración de los sectores -los roles que juegan cada uno en su interacción con el resto de la economía-. La forma en que interactúan y cómo se posicionan estos en términos de relevancia dentro de la configuración económica, pueden determinar importantes puntos a considerar a la hora de diseñar políticas para el fomento productivo.

El objetivo principal de este documento es describir cómo son las estructuras productivas nacionales desde el punto de vista de una red, comprar estructuras e identificar patrones y aspectos que pueden representar vulnerabilidades u oportunidades, que se deben tomar en cuenta a la hora del diseño de políticas de fomento productivo. Para ello, el documento se centra en dos aspectos:

- Mapear la estructura productiva nacional como una red transaccional y caracterizarla a partir del tipo de sector, tipo de encadenamiento productivo.
- Identificar características de la topología de la red de cada país, para entender cómo son los mercados internos y de qué manera se relacionan entre sí los distintos sectores productivos.

La literatura de matrices insumo producto ha permitido establecer que algunos sectores son centrales, y son los que más articulan una economía, ya sea como compradores o como vendedores, o como ambos. Este tipo de características se pueden observar y clasificar a partir del análisis de redes. El análisis que se desarrolla en este documento busca retomar aspectos del análisis económico de las Matrices Insumo Producto y complementar con el análisis de redes. Este análisis se realiza a nivel de la economía de cada país de la región CARD, es decir a nivel nacional, y se genera una mirada comparada de las estructuras.

La estructura del documento se describe a continuación. En la siguiente sección (apartado tres del documento) se abarca la metodología y se inicia por describir la fuente de información, que en este caso de la Matriz Insumo Producto de Centroamérica, República Dominicana y México (MIPCA2011) homologada por la Comisión Económica

para América Latina y el Caribe (CEPAL). Seguidamente se realizará un repaso por los conceptos claves relacionados con encadenamientos productivos. Finalmente, se describen conceptos sobre el análisis de redes. La sección cuatro se enfoca en los resultados del análisis los cuales parten de una mirada a las estructuras de las redes nacionales, utilizando indicadores propios del análisis de redes y se realiza un ejercicio de filtrar transacciones para medir la sensibilidad de la densidad de la red. Posteriormente, se procede con las visualizaciones de las redes a partir de los tipos de encadenamientos. En la sección cinco se incluyen algunas conclusiones a partir de los principales hallazgos de la sección anterior.

Metodología

Datos y fuente de información

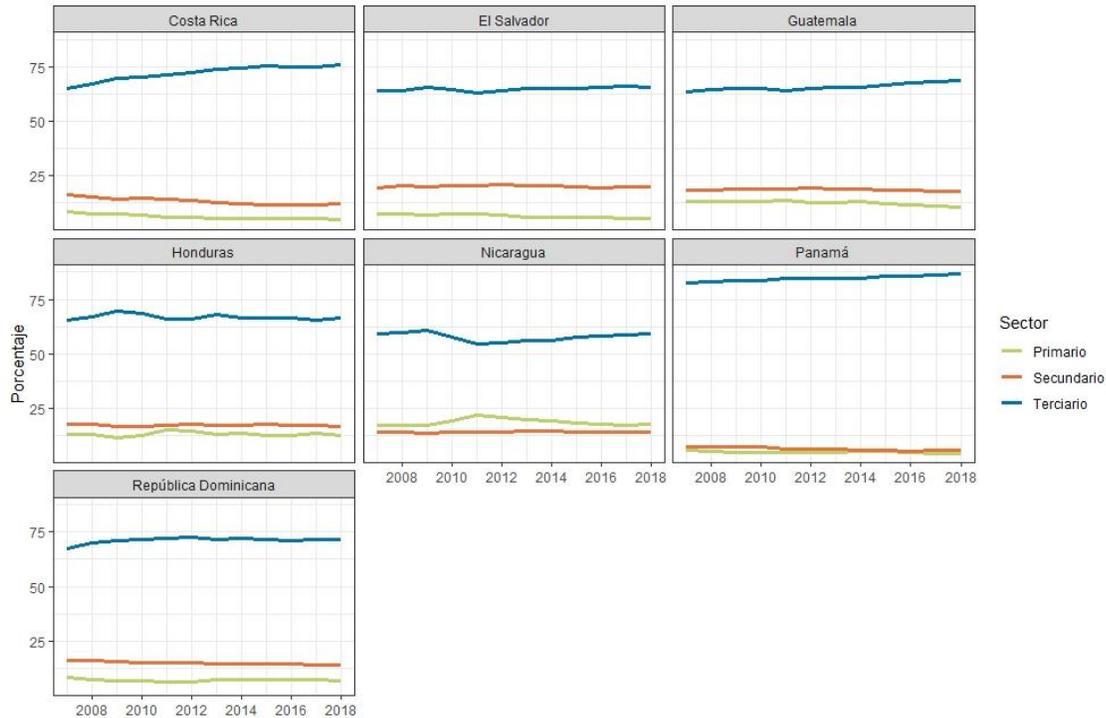
Los datos de transacciones intermedias que se utilizan provienen de las sub matrices domésticas de la Matriz Insumo Producto de México, Centroamérica y República Dominicana homologada por la CEPAL¹ (para efectos de este documento, se le llamará “MIPCA2011”). Es decir, se utiliza la sección de la matriz que corresponde a los flujos intermedios a nivel nacional. Esta Matriz se elaboró a partir de las Matrices Insumo Producto de los países en los que se encuentra disponible, y a partir de los cuadros de Oferta y Utilización que generan los Bancos Centrales de cada país o las instituciones encargadas de las estadísticas de cuentas nacionales. Esta matriz además cuenta con una apertura de 40 sectores homologados, es decir, comparables entre todos los países los cuales se describen más adelante.

Los datos corresponden al 2011, por lo que tiene un retraso importante, por el cual lamentablemente no se puede corregir. No obstante, es importante mencionar dos aspectos con respecto a esto. Lo primero es que el 2011 se caracterizó por ser un año normal en términos de eventos políticos y económicos en la región y en los principales socios comerciales. Lo segundo es que la estructura productiva de los países centroamericanos no ha variado en gran magnitud entre ese periodo y los datos del 2018 (gráfico 1), por lo que se puede tomar como un punto de partida de la estructura de redes regional, hasta que se encuentren actualizaciones disponibles de las matrices insumo producto de la región (Meneses y Córdova, 2020).

¹ Para acceder y consultar sobre la MIPCA2011, se debe enviar la solicitud directamente a la Cepal,

Gráfico 1

Composición del PIB por sector productivos de países de Centroamérica y República Dominicana



Fuente: elaboración propia con datos de los Bancos Centrales.

La MIPCA 2011 se puede ver representada en la figura 1. La matriz contiene varias secciones que se analizan de manera separada, de tal manera que se pueda profundizar en las distintas relaciones entre los sectores y países. A partir de la matriz, se extraen los datos de transacciones locales (insumos y productos). Además, se utilizan las clasificaciones de encadenamientos productivos estimadas por Guzmán, Meneses y Córdova (2021) que han sido ampliamente analizadas por Meneses y Córdova (2020) y CEPAL.

Figura 1
Representación de la MIPCA2011

		Consumo intermedio intrarregional						Consumo final intrarregional			Exportaciones totales extrarregionales	Valor bruto de la producción
		País r		País s		País q		País r	País s	País q		
		Sec1	Sec2	Sec1	Sec2	Sec1	Sec2					
País r	Sec1	Z_{11}^{rr}	Z_{12}^{rr}	Z_{11}^{rs}	Z_{12}^{rs}	Z_{11}^{rq}	Z_{12}^{rq}	f_1^{rr}	f_1^{rs}	f_1^{rq}	x_1^r	$vbpp_1^r$
	Sec2	Z_{21}^{rr}	Z_{22}^{rr}	Z_{21}^{rs}	Z_{22}^{rs}	Z_{21}^{rq}	Z_{22}^{rq}	f_2^{rr}	f_2^{rs}	f_2^{rq}	x_2^r	$vbpp_2^r$
País s	Sec1	Z_{11}^{sr}	Z_{12}^{sr}	Z_{11}^{ss}	Z_{12}^{ss}	Z_{11}^{sq}	Z_{12}^{sq}	f_1^{sr}	f_1^{ss}	f_1^{sq}	x_1^s	$vbpp_1^s$
	Sec2	Z_{21}^{sr}	Z_{22}^{sr}	Z_{21}^{ss}	Z_{22}^{ss}	Z_{21}^{sq}	Z_{22}^{sq}	f_2^{sr}	f_2^{ss}	f_2^{sq}	x_2^s	$vbpp_2^s$
País q	Sec1	Z_{11}^{qr}	Z_{12}^{qr}	Z_{11}^{qs}	Z_{12}^{qs}	Z_{11}^{qq}	Z_{12}^{qq}	f_1^{qr}	f_1^{qs}	f_1^{qq}	x_1^q	$vbpp_1^q$
	Sec2	Z_{21}^{qr}	Z_{22}^{qr}	Z_{21}^{qs}	Z_{22}^{qs}	Z_{21}^{qq}	Z_{22}^{qq}	f_2^{qr}	f_2^{qs}	f_2^{qq}	x_2^q	$vbpp_2^q$
Importaciones intermedias extrarregionales		m_1^r	m_2^r	m_1^s	m_2^s	m_1^q	m_2^q					
Impuestos sobre la producción		t_1^r	t_2^r	t_1^s	t_2^s	t_1^q	t_2^q					
Fletes y seguros		fs_1^r	fs_2^r	fs_1^s	fs_2^s	fs_1^q	fs_2^q					
Valor agregado doméstico		va_1^r	va_2^r	va_1^s	va_2^s	va_1^q	va_2^q					
Valor bruto de la producción		$vbpp_1^r$	$vbpp_2^r$	$vbpp_1^s$	$vbpp_2^s$	$vbpp_1^q$	$vbpp_2^q$					

Fuente: CEPAL

Los sectores que incluye la MIPCA2011 se describen en el cuadro 1. Se incluyen 40 sectores en total los cuales se agrupan en tres grandes áreas: primario, secundario y terciario. Los números de “sector” se utilizan para codificar los sectores de las redes que se describen más adelante. No obstante, es importante mencionar que algunos sectores no existen en todos los países, esto debido a las distintas estructuras productivas de cada uno y sus especializaciones.

Cuadro 1
Descripción de los sectores de la Matriz Insumo Producto de Centroamérica y República Dominicana

Sector agregado	Descripción del sector	Sector
Primario	Agricultura y forestal	1
	Caza y pesca	2
	Minería (energía)	3
	Minería (no energía)	4
Secundario	Carne y derivados	5
	Molinería, panadería y pastas	6
	Azúcar y productos de confitería	7
	Otros productos alimenticios	8
	Bebidas	9
	Productos de tabaco	10
	Textiles	11
	Confecciones	12
	Calzado	13

Sector agregado	Descripción del sector	Sector
	Madera y productos de madera y corcho	14
	Pulpa de madera, papel, imprentas y editoriales	15
	Coque, petróleo refinado y combustible nuclear	16
	Productos químicos básicos	17
	Otros productos químicos (excluye farmacéuticos)	18
	Productos farmacéuticos	19
	Productos de caucho y plástico	20
	Productos minerales no metálicos	21
	Hierro y acero	22
	Metales no ferrosos	23
	Productos fabricados de metal (excepto maquinarias y equipos)	24
	Maquinarias y equipos (excluye maquinaria eléctrica)	25
	Equipos de oficina (incluye equipo computacional)	26
	Maquinarias y aparatos eléctricos	27
	Radio, televisión y equipos de telecomunicaciones	28
	Equipo médico e instrumentos ópticos y de precisión	29
	Vehículos de motor, remolques y semirremolques	30
	Aeronaves y naves espaciales	31
	Otro equipo de transporte	32
	Otras industrias manufactureras n.c.p.; reciclaje (incluye muebles)	33
Terciario	Electricidad y gas	34
	Construcción	35
	Transporte	36
	Correo y telecomunicaciones	37
	Finanzas y seguros	38
	Servicios a empresas de todo tipo	39
	Otros servicios	40

Fuente: elaboración propia con datos de CEPAL

Las estructuras productivas, analizadas a partir de las matrices insumo producto (MIP) se han estudiado en diversas formas. Uno de los principales usos que se la ha dado a esta herramienta es la medición de la interdependencia productiva (Rasmussen, 1963; Schuschny, 2005), generando estimaciones de los tipos encadenamientos productivos, los cuales caracterizan a los sectores productivos por tipos de conectividad y capacidad de afectar el resto de la economía, medidas a partir del planteamiento de Leontief (1941) del modelo insumo producto.

En la región latinoamericana, la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) ha generado una amplia literatura que analiza la integración y relaciones comerciales entre las economías para América del Sur (CEPAL, 2016). En el caso de la MIPCA2011, Torres

y Zafra (2020) analizan la distribución de los ingresos derivados del comercio intrarregional y extra regional. Por su parte, Orozco (2020) estudia el valor agregado que se induce a partir del comercio generado entre los países de la misma región, mientras que Orozco y Minzer (2020) analizan la integración productiva por medio del comercio intrarregional de insumos intermedios. Las investigaciones mencionadas se enfocan en las interacciones comerciales entre los países de la región, por esta razón, resulta pertinente en el presente estudio realizar una mirada local a las interacciones nacionales de cada país, para complementar los hallazgos de interactividad comercial.

También se identifica la literatura enfocada en algunos países de Centroamérica y República Dominicana (CARD) para los cuales se han realizado estudios en profundidad sobre las MIP, los encadenamientos productivos, los multiplicadores de empleo y estructura productiva. Existe literatura que detalla a nivel país las estimaciones de estos: en el caso de Honduras, Minzer y Orozco (2019a), en Costa Rica, Vargas (2015), Chaverri (2016), Hernández y Villalobos (2016), Meneses y Anda (2016), Meneses y Córdova (2017) y Meneses et al. (2019), en Panamá Minzer y Orozco (2019b), y para El Salvador Rodríguez y Sánchez (2019). En el caso de estudios comparativos centroamericanos y República Dominicana, Meneses y Córdova (2020) realizaron un análisis sobre los tipos de encadenamientos productivos y multiplicadores de empleos de todos los países CARD, a partir de la MIP homologada por CEPAL. Ellas analizan las estructuras productivas de cada país de la región centroamericana y República Dominicana y encuentran algunos patrones entre los sectores productivos y los tipos de encadenamientos, así como una errática relación entre el crecimiento económico y la creación de empleo en los países CARD.

Encadenamientos productivos

Como se mencionó en el apartado anterior, un aspecto ampliamente desarrollado desde el análisis de estructura productiva de la región son los encadenamientos productivos y los tipos de multiplicadores de empleo, ambos estudiados en profundidad por Meneses y Córdova (2020). En este documento, se utilizan ambos tipos de clasificaciones para caracterizar el análisis de redes que se detallará más adelante. El objetivo de esto es entender cómo se ven las redes productivas por medio de distintas clasificaciones de los sectores productivos.

El primer aspecto, los tipos de encadenamientos productivos, son una forma de jerarquizar sectores productivos en función del impacto productivo que generan en la economía. El concepto de encadenamientos fue planteado en función de la capacidad que tiene una actividad para estimular otras a partir de la interdependencia productiva

(Meneses y Córdova, 2020). Si bien esta metodología tiene algunas limitaciones², es una buena forma de aproximar los roles de algunos sectores en cuando a la producción nacional.

La idea es diferenciar entre sectores que tienen la capacidad de afectar la economía empujándola o arrastrándola. Esto deriva del concepto de *linkages* o encadenamientos hacia atrás y hacia adelante distinguidos por Hirschman (1985). Este concepto proviene de la idea de que algunas industrias generan productos que sirven de insumos intermedios par otras en su proceso de producción, por lo que algunas industrias se establecen como importantes generadoras de insumos intermedios, y otras grandes demandantes, a su vez que algunos sectores tienen ambas características o ninguna de las dos. Esto genera una clasificación de cuatro tipos de encadenamientos que describen precisamente el tipo de encadenamiento que generan. Idealmente, se busca tener economías con la mayor cantidad de sectores con algún tipo de encadenamiento ya sea hacia adelante o hacia atrás, o en el mejor de los casos, sectores *claves*, con un encadenamiento completo.

La estimación³ de estos encadenamientos se realiza entonces a partir de la metodología planteada por Schuschny (2005) utilizando la Matriz inversa de Leontief y generando índices de poder de dispersión⁴ y sensibilidad de dispersión⁵ (Rasmussen, 1963), los cuales permiten establecer puntos de corte para los cuatro tipos de encadenamiento que se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2
Tipos de encadenamientos productivos

Tipo de encadenamiento	Descripción
Clave	Sectores con altos encadenamientos hacia atrás y hacia adelante. Un shock positivo en estos sectores se traduce en un crecimiento de todos los sectores relacionados con él.
Estratégico	Son los que proveen de insumos a otros sectores para la producción de bienes finales, es decir, empujan a la economía por sus altos encadenamientos hacia adelante.
Impulsor	Son los que demandan insumos de otros sectores, también conocidos como de fuerte arrastre (altos encadenamientos hacia atrás).
Independiente	Son sectores que tienen una reducida capacidad de encadenamientos tanto hacia adelante como atrás, también conocidos como sectores isla. Es decir, que su producción de bienes finales no posee una alta demanda de insumos de otros sectores de la economía ni tampoco es insumo fundamental para la elaboración de bienes finales de otras ramas de producción local, siendo el mayor destino de su producción la demanda final, por lo que constituyen sectores aislados sin efectos de arrastre significativos.

Fuente: PEN, 2016.

² El análisis insumo-producto estático se fundamenta en dos supuestos: a) una sola técnica de producción y b) una función lineal de producción con coeficiente técnico fijo (ver Meneses y Córdova, 2020 para más detalle). Además, las MIP agregan gran cantidad de sectores para lograr la homologación, por lo que se utilizan promedios y productos que se consideran sustitutos perfectos (Schuschny, 2005).

³ Para mayor detalle sobre las estimaciones de los encadenamientos productivos a partir de la MIPCA2011, ver el documento metodológico de Guzmán, Meneses y Córdova (2021).

⁴ El poder de dispersión mide, para un sector *j*, en términos relativos, el estímulo potencial en toda la economía de una expansión unitaria de la demanda final de la rama de actividad *j*.

⁵ Considera a los encadenamientos hacia adelante y mide de forma relativa, el estímulo potencial de un crecimiento unitario de toda la economía, sobre la demanda final neta de importaciones del sector *i*.

Análisis de redes para el estudio de la economía

Antecedentes

A partir de las MIP es posible desarrollar otra línea de análisis diferente a los encadenamientos mencionados en el apartado anterior. Esta línea de análisis, la cual es cada vez más utilizada para complementar estudios de complejidad económica, es el análisis de redes. Esto busca brindar una perspectiva que permita visualizar la importancia y rol que tienen los distintos sectores productivos en una economía. Esto, bajo el entendido de que las economías nacionales son sistemas complejos en los que distintos agentes interactúan por medio de compras y ventas de bienes y servicios. Con esta conceptualización, Blöchl et al. (2011) exploran las principales características estructurales de las redes que se generan a partir de las MIP de varios países de la OECD. Ellos identifican que, en la compleja teoría de redes, identificar los sectores claves y establecer rankings de los roles que fungen en la economía se logra a partir del establecimiento de medidas apropiadas de centralidad. Esto es un hecho importante, pues permite utilizar los recursos de la teoría de redes para caracterizar los sectores económicos dentro de un conjunto de relaciones complejas que son difíciles de caracterizar.

Otra aplicación de la MIP en la literatura del análisis de redes para los problemas económicos es la estimación de la propagación de los shocks en la economía. Para ello, una de las estrategias es visualizar la economía que representan las MIP como redes productivas, en las que destaca la conectividad entre sectores, y qué tan relevante es cada área para el resto de la economía, de manera que un *shock* en alguna parte de la economía se puede propagar de diversas formas al resto de la red económica (Acemoglu et al. 2016). Por otro lado, las MIP compuestas por transacciones entre países permiten, a partir del análisis de redes, identificar características estructurales de las cadenas comerciales globales (Soyyigit y Boz, 2017).

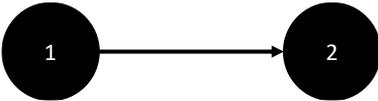
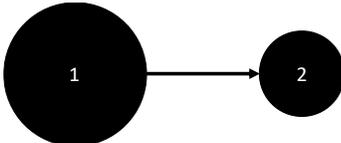
En otras aplicaciones, González y Durán (2017) y Jiménez-Fontana y Guzmán (2020) utilizan este tipo de análisis para estudiar las configuraciones productivas de Costa Rica. A nivel comparativo y regional, Orozco y Torres (2020) realizaron un análisis de las redes intersectoriales de comercio entre Centroamérica, México y República Dominicana, utilizando la MIPCA2011, e identificaron distintos clústeres comerciales en la región. Este documento busca complementar la literatura existente, enfocándose en la comparación de es el Estado de la Región incorpora un nuevo insumo al estudio de las estructuras productivas de los países de Centroamérica y República Dominicana.

Conceptos generales del análisis de redes

Esta sección se enfoca en facilitar la comprensión de algunos conceptos de la teoría de grafos que se aplican para analizar las redes productivas derivadas de la MIPCA2011. Para ello, se detallan los conceptos, elementos y la forma en que estos interactúan entre sí.

El análisis de redes es una aproximación teórica que estudia las relaciones entre actores, los cuales se asume que participan en un sistema de relaciones que los conecta con otros actores. Para ello, se utilizan grafos⁶ que representan las relaciones entre los actores y se parte de dos elementos básicos. El primer elemento es el *nodo* o vértice. Este representa un sector productivo dentro de la red de cada país. El segundo elemento es la *lazo* o arista que existe entre cada nodo y en esta configuración representa la venta de un insumo intermedio, por lo que tiene dirección: un origen y un destino. En términos más simples, indica cual nodo es el vendedor y cual el comprador. La figura 2 incluye una visualización de cómo son estos elementos.

Figura 2
Representación de otras variables y características de la MIPCA2011

Nombre	Representación	Significado
Nodo (vértice)		Representa un sector productivo de un país.
Lazo (Arista)		Indica la dirección del flujo; es decir, hay un origen y un destino de cada flujo.
Representación básica		El nodo 1 vende al nodo 2.
Tamaño del nodo		Refleja la importancia entre dos nodos. El peso del nodo 1 es mayor que el del nodo 2.

⁶ Ver Guzmán, Meneses y Córdova (2021) para mayor detalle de la definición matemática de una red.

Tamaño del flujo o transacción		El grosor de la flecha muestra el valor del flujo o transacción. Cuanto mayor sea el grosor, mayor será el flujo. La flecha que sale del nodo 1 hacia el 2 tiene un grosor menor a la del flujo que sale del nodo 1 hacia el nodo 3.
Múltiples flujos entre nodos y loops		Relación entre nodos. Un mismo nodo puede ser comprador o vendedor de un nodo y de sí mismo. El nodo 1 es comprador y vendedor del nodo 3, y el nodo 2 es vendedor y comprador de sí mismo.
Color del nodo		Dependiendo de la red, este puede representar el sector económico al que pertenece el nodo, el tipo de encadenamiento productivo, el tipo multiplicador de empleo o intensidades de indicadores propios del análisis de redes.

Fuente: elaboración propia.

A partir de estas herramientas de visualización, descritas en la figura 2, se busca mapear la estructura productiva de las distintas economías que incluye la MIPCA2011. La MIP de cada país es entonces una matriz de adyacencia dirigida y ponderada, es decir cada relación entre los nodos o sectores está definida por la existencia o no de un vértice, la dirección de este y el peso que tiene.

Por otro lado, debido a la naturaleza de las MIP, es muy común que estas tengan *loops*, o flujos que salen de una industria y hacia sí misma. Este tipo de interacción también se incluye en este análisis pues en ocasiones algunas industrias son los principales proveedores de insumos intermedios del proceso productivo de otras empresas del mismo sector.

El análisis que se detalla en la sección de resultados incluye un ejercicio en el que se aplican filtros a los valores de las transacciones, estos filtros son valores de uno y cinco millones de dólares. El objetivo de esto es visualizar qué porcentaje de las relaciones (conexiones) se pierden cuando se toman en cuenta solo los nodos (sectores) que tienen asociados grandes transacciones, y que, por lo tanto, se asemejan más a la realidad del núcleo de la estructura productiva de cada país. En procesos de homologación es posible que se asignen transacciones entre sectores que son de muy bajo valor. Esto puede ser

porque efectivamente la relación sectorial es de bajo valor productivo o porque se asigna un sector en una clasificación que quizás no es una buena representación de esa actividad, pero es la más cercana, y crea una relación sectorial “ficticia”.

Análisis de centralidad de la red

El análisis de la red busca identificar características estructurales de las conexiones entre los nodos y se enfoca en propiedades topológicas de la red, específicamente relacionadas a la forma en que se conectan y su importancia en el sistema. Existen una serie de indicadores que se estiman a nivel local (a nivel del nodo). Estos indicadores de análisis local se describen en el cuadro 3. El análisis de centralidad de la red por indicadores locales permite identificar distintos roles o rasgos distintivos que tienen los sectores en la configuración de una red.

Cuadro 3

Indicadores locales de centralidad^{a/}

Indicador	Descripción
Grado de entrada	Cantidad de flujos de entrada del nodo
Grado de salida	Cantidad de flujos de salida del nodo
Intermediación	Mide la cantidad de veces que un nodo tiene la función de puente entre dos nodos. Los nodos con altos niveles de intermediación son importantes controladores de poder o de información en la red.

a/ Ver Guzmán, Meneses y Córdova (2021) para las definiciones matemáticas de cada indicador

Fuente: elaboración propia.

El segundo tipo de indicadores revela características globales de la red, es decir, del sistema en su conjunto. Estas características especifican que tan densa y conectada está la red. El cuadro 4 describe los indicadores que se utilizan.

Cuadro 4

Indicadores globales de redes^{a/}

Indicador	Descripción
Densidad	Refleja la conectividad de la red como un todo por medio de la proporción de conexiones existentes dada la cantidad conexiones posibles. Es un indicador en escala de 0-1. Entre más cercano a 1, mayor densidad.
Distancia promedio	Es el número promedio de pasos en el camino más corto, para navegar toda la red. Este indicador brinda información de qué tan eficiente es el flujo de transacciones en la red y qué tan eficientemente está estructurada ⁷ . El coeficiente es un número entero que representa cantidad de “saltos” entre nodos.
Transitividad global	Mide la probabilidad de que los nodos adyacentes a un tercer nodo estén conectados. Representa la ratio de las triadas entre la cantidad de triadas conectadas en el gráfico. Es un indicador en escala de 0-1. Entre más cercano a 1, más alta la probabilidad.

a/ Ver Guzmán, Meneses y Córdova (2021) para las definiciones matemáticas de cada indicador

Fuente: elaboración propia.

⁷ La distancia promedio puede estar correlacionada con la densidad, pero no es lo mismo.

Uno de los aspectos que se analizan en este documento es la estructura de las matrices de cada país, y cuáles sectores son los que representan la mayor parte de la economía y por lo tanto relaciones productivas que definen, en gran medida, esta estructura. Para esto, como se mencionó en las secciones anteriores, se realiza un ejercicio académico y se analizan los indicadores globales en tres versiones de cada matriz:

- La matriz completa, con todas las transacciones incluidas en la MIP
- La matriz filtrada por transacciones de al menos \$1 millón
- La matriz filtrada por transacciones de al menos \$5 millones

El objetivo de aplicar estos filtros es ver de qué manera se altera la estructura de la red, al ir eliminando las transacciones que representan poco valor en términos de valor bruto de la producción. Estos valores se eligieron para valorar montos que pueden considerarse de alto valor productivo en las economías centroamericanas (\$1 y \$5 millones), y se toman dos valores para observar la sensibilidad en la densidad ante un cambio cercano.

La homologación de las matrices, por un lado, permite una comparabilidad muy importante entre los países, pero también puede generar contextos artificiales de economías fuertemente conectadas en los que se le da la misma relevancia a un flujo productivo de bajo valor que a otro de alto valor. Esto termina definiendo una parte de las características de conectividad. Por lo tanto, se procede a evaluar de qué manera cambian los indicadores globales conforme se van aplicando estos filtros.

Resultados

Esta sección analiza los resultados del análisis de las estructuras de las redes. Primero se evalúan algunos aspectos básicos de los elementos de las matrices. Posteriormente se procede a comparar los indicadores de redes globales de la red, para identificar aspectos relevantes de las distintas estructuras. Finalmente, se analizan las distintas características de las redes a nivel local, es decir a nivel de los nodos (sectores) de cada país.

Análisis de indicadores globales de las redes

Cada matriz-insumo representa un arreglo de las distintas transacciones que se dan a lo interno de cada economía en la región. A partir de estas interacciones, se extrae una red la cual representa cada sector (como un nodo) el cual se conecta con el resto de los nodos por medio de compras y ventas de insumos y productos.

En primera instancia se evalúan estos elementos básicos que conforman las distintas matrices, específicamente los nodos (sectores económicos) y los lazos que los unen. Como se describió en la sección metodológica, estas redes son direccionadas, es decir que los lazos tienen un origen y un destino, por lo que dos nodos que están relacionados pueden hacerlo de dos formas, el primero siendo el vendedor y el segundo el comprador, y viceversa.

Un primer aspecto que se debe tener claro es el tamaño de cada red. Para ello el cuadro 5 resume la cantidad de nodos y lazos que componen cada red nacional.

Cuadro 5

Cantidad de nodos y lazos de las redes elaboradas a partir de las matrices insumo-producto, por país

País	Nodos	Lazos	Lazos/Nodo ^{a/}
Costa Rica	38	962	25,3
El Salvador	37	1.311	35,4
Guatemala	35	1.192	34,1
Honduras	30	866	28,9
Nicaragua	33	1.017	30,8
Panamá	25	587	23,5
República Dominicana	36	1.160	32,2

a/ Lazos/Nodo da la proporción de lazos por cada nodo.

Fuente: elaboración propia, con datos de la MIPCA, Cepal.

A partir del cuadro anterior se observa en las redes que la diversidad sectorial del mercado interno (medida por la cantidad de sectores o nodos en la red) varía entre cada país. Panamá tiene la menor cantidad de sectores en su red (25 sectores), mientras que Costa Rica presenta la más diversa (38 sectores), seguida de El Salvador (37 sectores) y República Dominicana (36). Es importante en este punto tomar en cuenta que algunas industrias no existen en la estructura productiva de los países: aeronaves y naves espaciales, por ejemplo y otros no tienen presencia en algunos grupos de países. Por otro lado, algunas industrias están más ligadas a la producción para el sector externo, como es el caso de Panamá y Costa Rica, y no necesariamente consumen o proveen insumos para el mercado interno. Por esta razón, es importante que la interpretación de

estos resultados tome en cuenta que se está aproximando la producción para mercado interno y no la capacidad productiva total de los países.

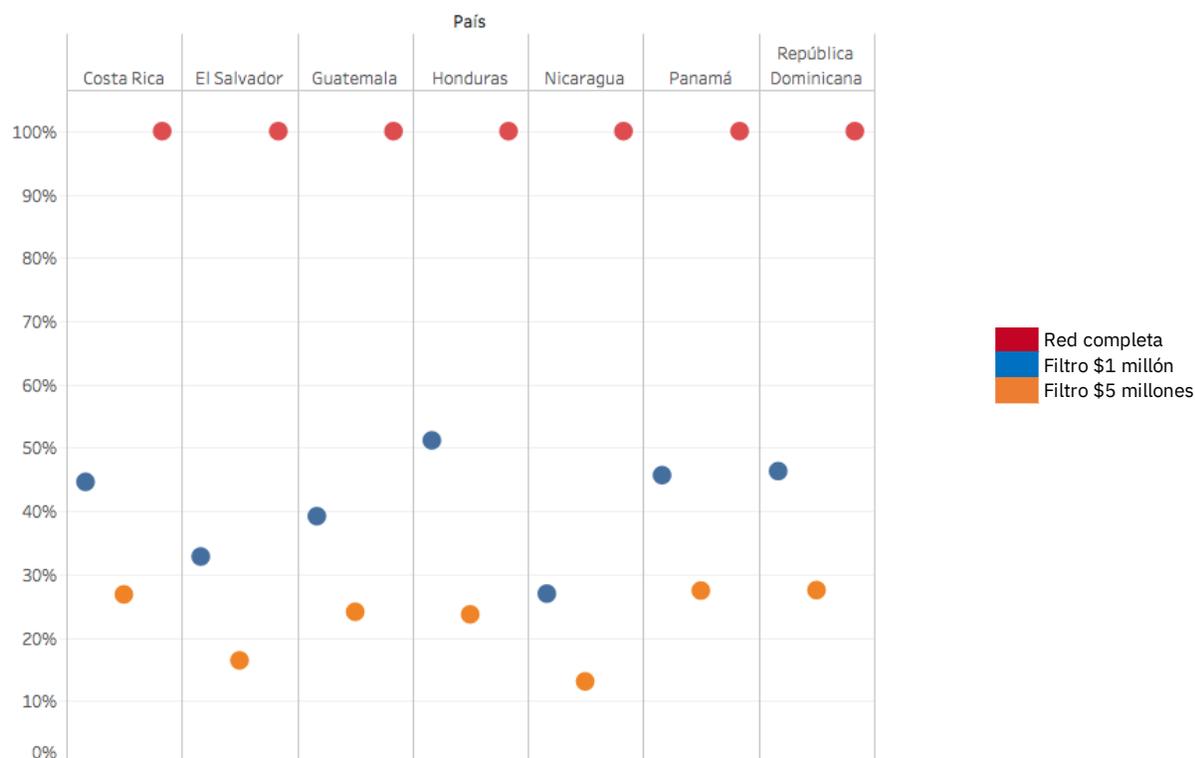
Con respecto a los lazos, es decir los flujos entre sectores de las redes, se identifica que El Salvador es la red nacional con mayor cantidad de conexiones (1.311 lazos), seguida por Guatemala (1.192) y República Dominicana (1.160). Al igual que con los nodos, Panamá es la red más pequeña. En términos relativos (cantidad de lazos por nodo), El Salvador y Guatemala, tienen en promedio la mayor cantidad de conexiones por nodo, mientras que Panamá y Costa Rica las menores. Se debe recordar además que una mayor cantidad de conexiones no refleja la fuerza (peso) de estas conexiones. Es decir, una economía puede estar compuesta por menos conexiones, pero de mayor valor, que genere un valor del producto mayor. Un mercado robusto estaría compuesto por una gran cantidad de lazos que a su vez tienen un peso importante.

Para evaluar qué tan sensible en la densidad de las redes, se realiza un ejercicio de filtrar los lazos, generando dos cortes en los datos, para verificar que porcentaje de los nodos y de los lazos se pierden.

Al ser un arreglo de sectores homologado y comparable entre todos los países, se puede crear una situación de conectividad artificial, en la que se le da la misma probabilidad a un lazo de bajo valor que a uno de alto valor. Los resultados de la aplicación de los filtros se muestran en el gráfico 2. El primer filtro de \$1 millón de dólares muestra que alrededor de la mitad de los lazos en Honduras se mantienen (51%), caso similar en Panamá y República Dominicana se mantienen el 49%. Es decir, gran parte de estas transacciones superan el millón de dólares y estas relaciones sectoriales tienen un importante valor económico. Otros países muestran una pérdida importante de la cantidad de lazos, específicamente El Salvador (33%) y Nicaragua (27%).

Gráfico 2

Porcentaje de lazos que se mantienen al aplicar filtros en las matrices insumo producto, por país



Fuente: elaboración propia a partir de la MIPCA2011, CEPAL

Al aplicar el segundo filtro, dejar los lazos que tiene un valor de al menos \$5 millones, se puede observar una pérdida importante en todos los países. Los dos casos más dramáticos son el de Nicaragua, el cual queda con únicamente el 13% de los lazos (133 lazos, cuadro 6) de su red original, y Honduras, el cual muestra la mayor caída al comparar el filtro de \$1 versus el de \$5.

Cuadro 6

Cantidad de lazos y proporción de lazos por nodo que quedan en la red a aplicar filtros, por país

País	Lazos	Lazos/nodos	Filtro 1\$	Filtro 1\$/nodos	Filtro 5\$	Filtro 5\$/nodos
Costa Rica	962	25,3	429	11,6	258	7,4
El Salvador	1.311	35,4	430	12,3	215	6,9
Guatemala	1.192	34,1	467	13,3	287	9,0
Honduras	866	28,9	443	14,8	205	7,1
Nicaragua	1.017	30,8	274	8,3	133	4,3
Panamá	587	23,5	268	11,2	161	6,7
República Dominicana	1.160	32,2	537	15,3	319	9,4

Fuente: elaboración propia a partir de la MIPCA2011, CEPAL.

La pérdida de conexiones cuando se aplican los filtros revela que países como El Salvador, Honduras y Nicaragua están altamente conectados con todos los sectores, pero al mantener únicamente conexiones de alto valor, estas conexiones se pierden. Esto revela que los mercados internos se caracterizan por relaciones comerciales de bajo valor transaccional y en general un tejido débil y sensible ante una posible afectación a las industrias más grandes, las cuales mantiene lo que queda de este tejido. Por otro lado, en el caso de Panamá que inicialmente indica ser una red pequeña, en términos de cantidad de nodos y de lazos, queda con el 27% de los lazos (161), una cantidad incluso superior a la de Nicaragua, que originalmente contenía 1.017 lazos en la red completa, es decir, casi el doble de la red original panameña. Se puede observar que, en la mayor parte de los países, al aplicar el segundo flujo quedan un valor entre el 20% y el 30% en todos menos El Salvador y Nicaragua (gráfico 1). Si bien este porcentaje de las transacciones es bajo, estos sectores que quedan se acercan más a la realidad de relevancia estructural.

En términos de las implicaciones en general, el análisis anterior muestra importantes sensibilidades del mercado interno, y tejidos vulnerables, los cuales se deben fortalecer y reforzar para robustecer mercados internos como motores para el crecimiento económico. Al evaluar cuáles sectores son los que se pierden en cada país al aplicar los filtros (cuadro 7) se puede observar que en países como El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua los sectores que se pierden por completo tienen un alto grado de complejidad en los procesos productivos (por ejemplo, los sectores de equipo médico e instrumentos ópticos y precisión, productos químicos, productos farmacéuticos), y no generan un alto valor agregado a nivel de mercado local.

Cuadro 7

Sectores (nodos) que se pierden en la red a aplicar filtros, por país

País	Filtro de \$1 millón	Filtro de \$5 millones
Costa Rica	Calzado	Calzado
		Radio, televisión y equipo médico Otro equipo de transporte
El Salvador	Productos de tabaco Aeronaves y naves espaciales	Productos de tabaco
		Aeronaves y naves espaciales Otro equipo de transporte
		Vehículos de motor, remolques y semirremolques Metales no ferrosos Equipo médico e instrumentos ópticos y de precisión
Guatemala	Ninguno	Coque, petróleo refinado y combustible nuclear Maquinaria y aparatos eléctricos

País	Filtro de \$1 millón	Filtro de \$5 millones
		Vehículos de motor, remolques y semirremolques
Honduras	Ninguno	Productos químicos básicos
Nicaragua	Ninguno	Otros productos químicos (excluye farmacéuticos) Productos farmacéuticos
Panamá	Productos químicos básicos	Productos químicos básicos
República Dominicana	Otro equipo de transporte	Otro equipo de transporte Maquinaria y equipos (Excluye maquinaria eléctrica)

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la MIPCA2011, CEPAL.

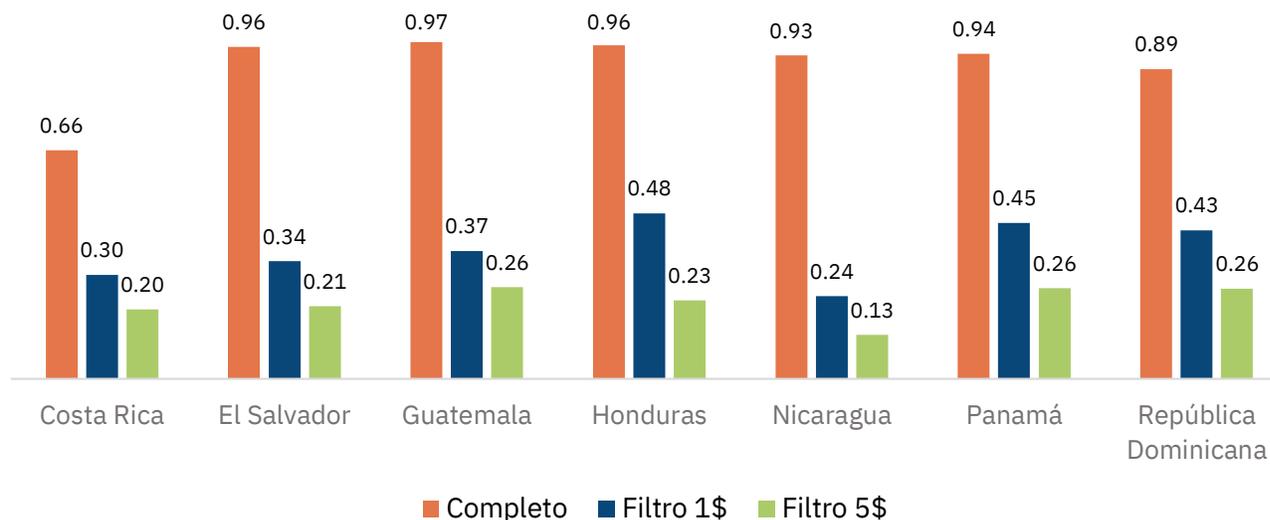
Se muestran además indicios de que la MIPCA2011 se debe interpretar tomando en cuenta que una buena parte de las transacciones en algunos países son de muy bajo valor (mercados internos comparativamente pequeños), y si bien algunos sectores pueden estar altamente conectados, estas conexiones se deben entender como vínculos que también tienen una relevancia específica, y en gran parte de estas economías, como el caso de Nicaragua, Honduras y El Salvador, estas reflejan muy bajo valor transaccional. Por otro lado, la existencia de altos grados de informalidad es un aspecto que también se debe considerar, pues hay sectores de la economía que se pueden estar subestimando, precisamente por la presencia de altos niveles de informalidad en los países de la región.

Entender entonces el rol que cada sector pueda tener, ya sea que no es un gran generador de valor, pero si un gran conector, es muy importante para identificar políticas que permitan fortalecer este rol de conector, y a su vez, reconocer la importancia que pueden tener en términos de la estructura. Esto implica que algún efecto negativo en los grandes conectores, por ejemplo, puede tener consecuencias devastadoras en el resto de la red, a pesar de no ser un gran sector en términos de generación de valor bruto de la producción.

Indicadores globales de las redes

En el estudio de la estructura de las redes, también se evalúan otros parámetros que permiten identificar otro tipo de características, los cuales se describen en detalle en el cuadro 3 de la metodología. El primer indicador, la *densidad*, refleja la proporción de lazos observados en la red con respecto al máximo número posible de lazos. Siguiendo la misma lógica del ejercicio anterior, de analizar la red como si fueran tres separadas, aplicando los filtros; se calcula la densidad de las redes a partir de los filtros (gráfico 3).

Gráfico 3
Densidad^{a/} de las redes por filtro y por país



a/Ese parámetro indica un valor entre 0-1, donde 1 es el mayor nivel de densidad.

Fuente: elaboración propia a partir de la MIPCA2011, Cepal.

La mayor densidad posible es 1, y debido a la configuración de la MIP, la mayoría de los países se acercan a este valor, lo que representa una conectividad total (todos los sectores con todos). Como se mencionó antes, esta situación resulta de la homologación, y del hecho que se le asigna el mismo peso a una relación de alto valor como a una de menor peso.

La menor densidad se encuentra en Costa Rica (0,66), y, en segundo lugar, República Dominicana (0,89), no obstante, ambos niveles se consideran de alta densidad (superiores a 0,5). El resto de los países supera el 0,9 y al aplicar los mismos filtros de \$1 y \$5 millones, se obtienen reducciones importantes en la densidad de todas las redes.

Congruente con el primer ejercicio, la mayor afectación total en la densidad se da en Nicaragua que al aplicar el segundo filtro de 5\$ muestra una densidad de 0,13. No obstante, Honduras presenta la mayor caída entre ambos filtros, pasando de una densidad de 0,48 a una reducción en la densidad de más de la mitad (0,23).

En general, al considerar todas las transacciones, la mayoría de los países muestran casi una densidad completa (cercana a 1), lo cual implica conectividad perfecta⁸, pero al dejar las transacciones de alto valor, se muestra una débil densidad, ninguna supera el coeficiente de 0,26. Es decir, cuando se le da la misma importancia a todos los flujos, las

⁸ Implica que todos los sectores están conectados con todos los demás.

redes muestran alta densidad, pero al enfocarse en las grandes transacciones, que son más significativas en términos de valor bruto de producción, esta conectividad se disipa, pues las redes no poseen una gran cantidad de transacciones de alto valor. Por el contrario, en su mayoría están compuestas por una gran cantidad de pequeñas transacciones sectoriales que no reflejan grandes vínculos económicos entre las distintas actividades productivas.

A nivel de estructura, esto implica que gran parte de la densidad estructural de los países de la región es débil, y este tejido pende de hilos relativamente finos y hace que las economías sean altamente dependientes de los pequeños grupos de sectores que si tienen una alta capacidad productiva. Bajo esta lógica, los tejidos de Guatemala, Honduras, Costa Rica, Panamá, República Dominicana reflejan mayores capacidades productivas que Nicaragua

Se debe tomar en cuenta además que las economías centroamericanas, en comparación a la región latinoamericana, son en general pequeñas, y además con importante apertura al comercio exterior. Esto se refleja en el ejercicio anterior, en mercados locales con tejidos débiles en términos de generación de valor. Además, la capacidad productiva depende de muchos factores, pero entre ellos se encuentran la disponibilidad de recurso humano capacitado, por lo que las estructuras productivas de la región reflejan en cierta medida este aspecto y se traduce en baja productividad local.

Un segundo parámetro que se analiza es la *distancia promedio*. Este resume la cantidad de “pasos” promedio para recorrer toda la red⁹. Es decir, por cuantos nodos, en promedio, hay que pasar para llegar a otro nodo. Para efectos de estas redes, la distancia promedio refleja la densidad de cadenas productivas. En términos de la estructura productiva, esto se puede interpretar como qué tan cercanas son las distintas industrias, en términos de su interacción en un proceso productivo y qué tan probable es que una industria tome insumos intermedios de otra industria del país, en lugar de importarlos.

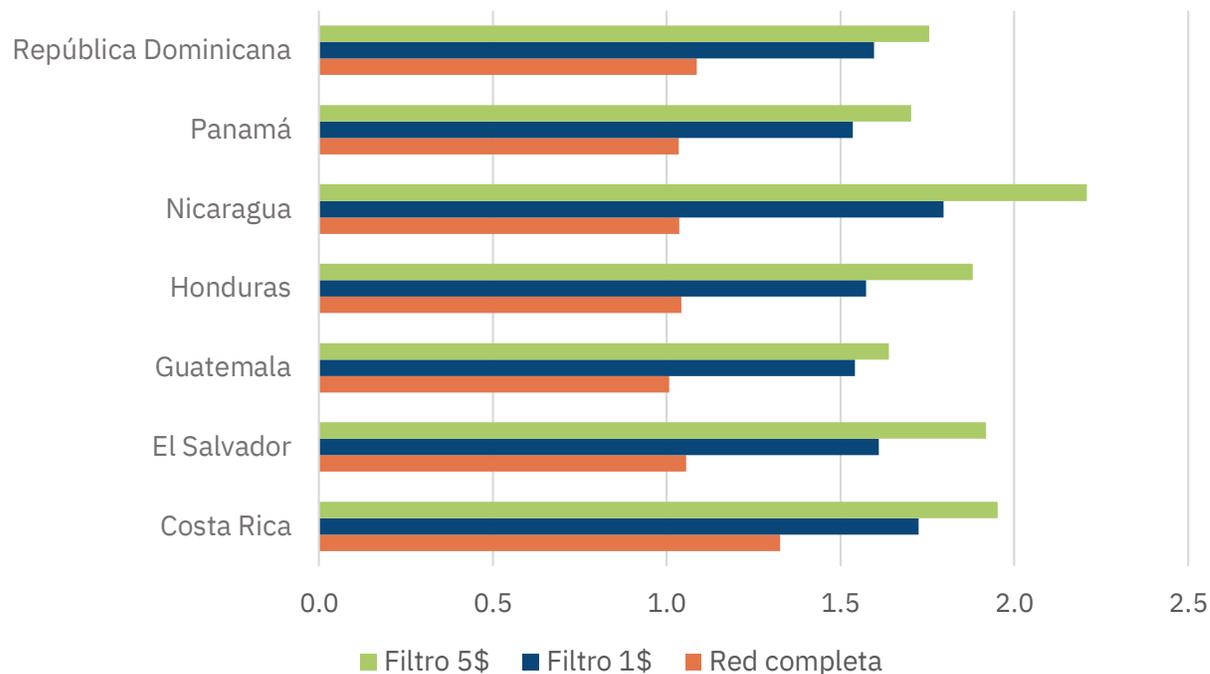
Por ejemplo, en un mercado en específico que relaciona sectores como calzado, confecciones, textiles, productos químicos, entre otros; se puede dar el caso de que todos estén conectados entre sí, puesto que son sectores muy cercanos por su naturaleza productiva, pero puede darse el caso contrario en el que hay una jerarquía mucho más clara de cadena productiva en la productos químicos le vende a textiles y este segundo le vende a confecciones, y la forma en que productos químicos está relacionado con confecciones es vía textiles, y por lo tanto está a una distancia de dos pasos. Esto implica que no hay una relación directa entre ambos, pero si indirecta

⁹ Un paso se interpreta como un “salto” de un nodo a otro nodo. Es decir, si el Nodo A está conectado al nodo B, y el nodo B está conectado al nodo C, pero el A no está conectado al nodo C, entonces el Nodo A está a dos pasos del nodo C.

(pasando por otros nodos, y ampliando la cantidad de “pasos” o de recorrido). Un shock negativo en productos químicos tendría un efecto indirecto en confecciones, podría generar un cuello de botella para la producción en confecciones si la mayor parte de los insumos provienen del mercado interno.

El gráfico 4 muestra la distancia promedio, de manera comparativa, con los filtros. La red guatemalteca, en su totalidad (red completa) tienen la distancia más corta y Costa Rica la más larga. Cada sector está en promedio a un paso del resto de los nodos. En general, las distancias sin filtro son cortas, lo cual es congruente con el concepto de “mundos pequeños” (Albert y Barabási, 2002), que como se mencionó, reflejan las economías comparativamente pequeñas de la región. Al aplicar los filtros, consecuentemente la distancia aumenta, especialmente en el caso de Nicaragua. Como referencia, las economías más maduras en general, general presentan distancias cortas, pues van conectando a todos los sectores a nivel interno (Wood y Lenzen, 2006). De manera que es un buen indicador para darle seguimiento a la capacidad de mejorar la conectividad de la economía.

Gráfico 4
Distancia promedio^{a/} de las redes por filtro y por país



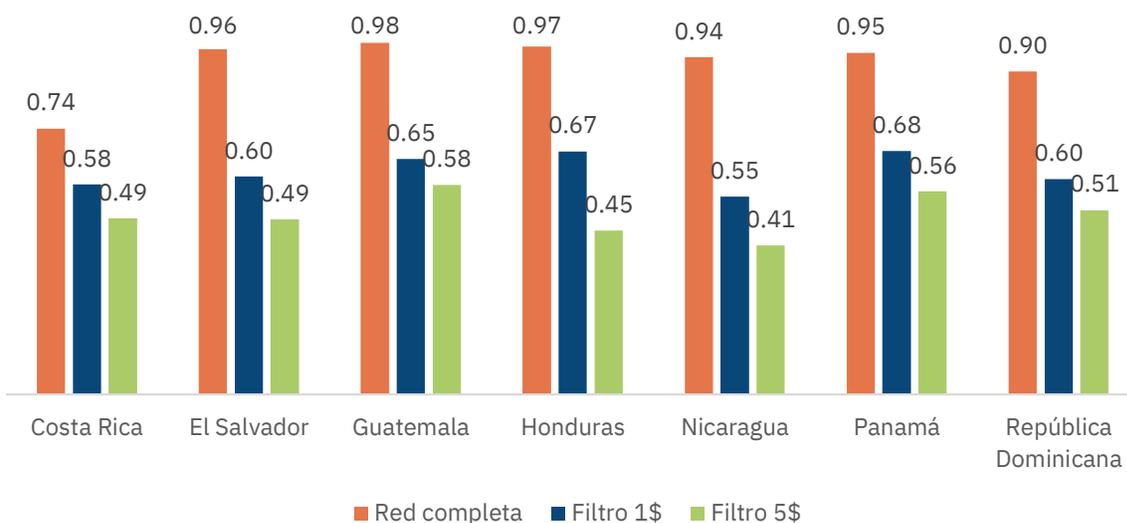
a/Ese parámetro indica un valor positivo, donde una distancia de 2 implica que cada nodo está -en promedio- a dos pasos (saltos) del resto de los nodos de la red.

Fuente: elaboración propia a partir de la MIPCA2011, Cepal.

El tercer parámetro de interés es la *transitividad global* o *coeficiente de clúster*. Esta muestra la probabilidad de que dos nodos adyacentes esté conectados a un tercer nodo, formando un triángulo de nodos. En otras palabras, la probabilidad de que se formen *clústeres* o *cliques* sectoriales en una red.

Considerando la red completa, en todos los países hay una probabilidad alta, de al menos 0,9 y Costa Rica con 0,74. Guatemala y Panamá, después de los dos filtros, tienen la mayor probabilidad de generar clústeres definidos por triadas¹⁰ de nodos (gráfico 5). Esto quiere decir que los “vecindarios” de los nodos (sectores) están muy conectados entre sí. Más adelante se detallará el coeficiente de clúster a nivel de cada sector, de manera que se puedan identificar patrones relevantes de conectividad a nivel sectorial.

Gráfico 5
Coeficiente de clúster^{a/} de las redes por filtro y por país



a/Ese parámetro indica la probabilidad de que dos nodos que están conectados estén ambos conectados a un tercer nodo. El parámetro varía entre 0 y 1, siendo 1 la máxima probabilidad.

Fuente: elaboración propia a partir de la MIPCA2011, Cepal.

Existe una relación importante entre la distancia promedio y la transitividad global al aplicar los filtros. Se pasa de una economía sin una estructura clara (con la totalidad de las transacciones), a una más estructurada (en términos de jerarquía). Este segundo estado refleja la economía cuando pierde nodos que estructuralmente son menos relevantes y deja únicamente por los que pasan transacciones de alto nivel. Esto necesariamente afecta la distancia promedio, pues se amplía al requerir más pasos, pero a su vez, refleja que algunos países tienen sectores relevantes en términos de valor productivo que son neurálgicos en términos de conectividad, y esto se observa

¹⁰ Se define una triada de nodos como tres nodos (en ese caso, sectores) que están conectados entre sí.

principalmente en Guatemala que tiene la menor reducción en transitividad y distancia promedio.

En síntesis, se identifica que las estructuras globales de las redes tienen varias características similares. Las redes de Nicaragua, y El Salvador, en primera instancia, tienen altos niveles de conectividad, y superiores a los del resto de países, pero al eliminar las conexiones de “bajo nivel”, la densidad, transitividad global y la distancia promedio se ven altamente afectadas. Por otro lado, Honduras no pierde tanto tejido productivo con el primer filtro, pero si lo hace con el segundo, lo cual muestra que se estructura no es de muy alto nivel productivo. La red que contiene mayor la cantidad de nodos es la costarricense, que se entiende como una mayor diversidad de sectores productivos, pero a su vez, en la red menos densa y con la mayor distancia promedio. No obstante, al hacer el análisis comparado con flujos de altos valor, de al menos 1 o 5 millones de dólares, las diferencias con respecto al resto de los países se reducen.

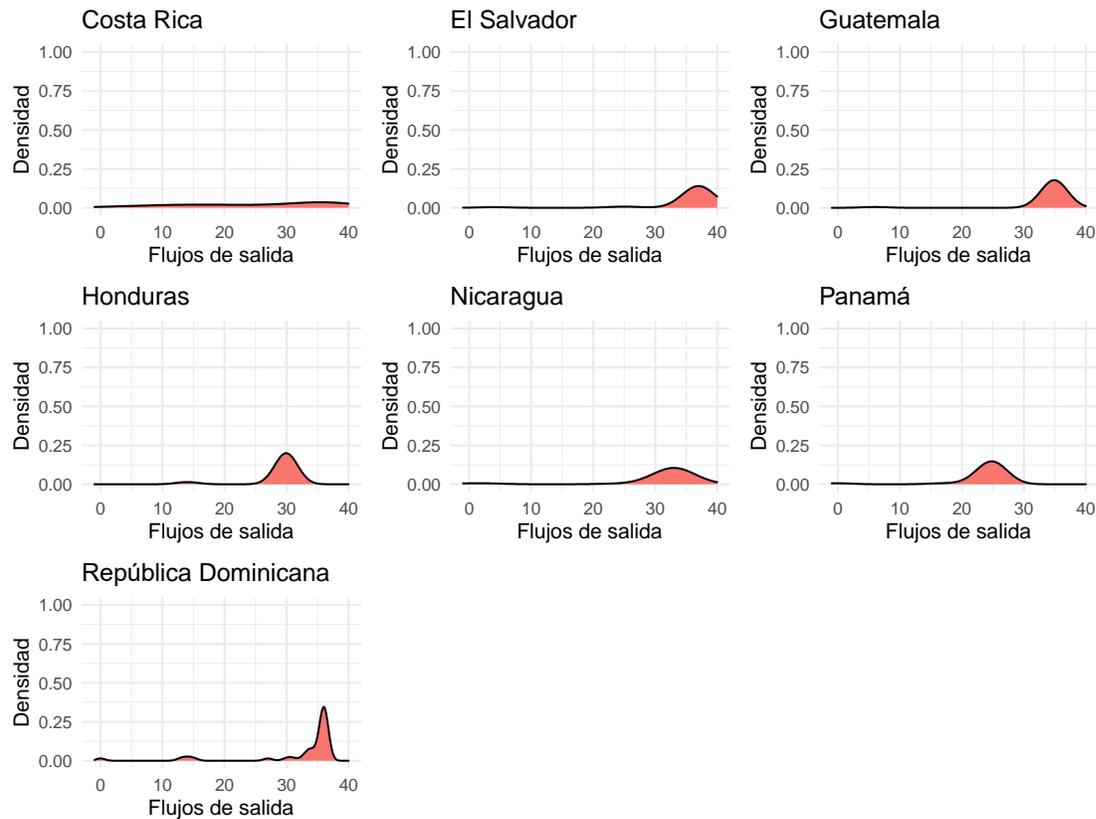
Análisis de indicadores locales de las matrices

Además de las características globales, se pueden analizar características de cada nodo (sector productivo) dentro de la estructura de la red. Para ello, se estiman indicadores locales, los cuales se describen en el cuadro 4. El objetivo de esta sección es conocer el rol de los sectores productivo en el entramado productivo de cada país. Un primer aspecto que se analiza es la centralidad de grado de entrada y grado de salida¹¹. Es decir, la cantidad de flujos que entran y salen de un nodo. Para efectos de este análisis, se refiere a la cantidad de sectores que son insumo de un nodo, y la cantidad de sectores a los que el nodo le provee (vende) insumos. Estos indicadores permiten identificar cuales nodos (sectores) son importantes proveedores y cuales son importantes demandantes.

En el gráfico 6 se observa la distribución de los nodos de cada red en términos de grado de salida. El eje horizontal refleja la cantidad de flujos a los que le vende cada nodo y el eje vertical la densidad (de 0-1) de nodos que tienen esa cantidad de flujos en particular. El promedio más alto de conectividad se encuentra en El Salvador, con niveles que superan la conexión a 35 nodos de los 37 posibles.

¹¹ Se calcula el grado de entrada y de salida en una red con pesos asignados al valor (tamaño) del flujo.

Gráfico 6
Distribución del grado de salida de los nodos de las redes nacionales



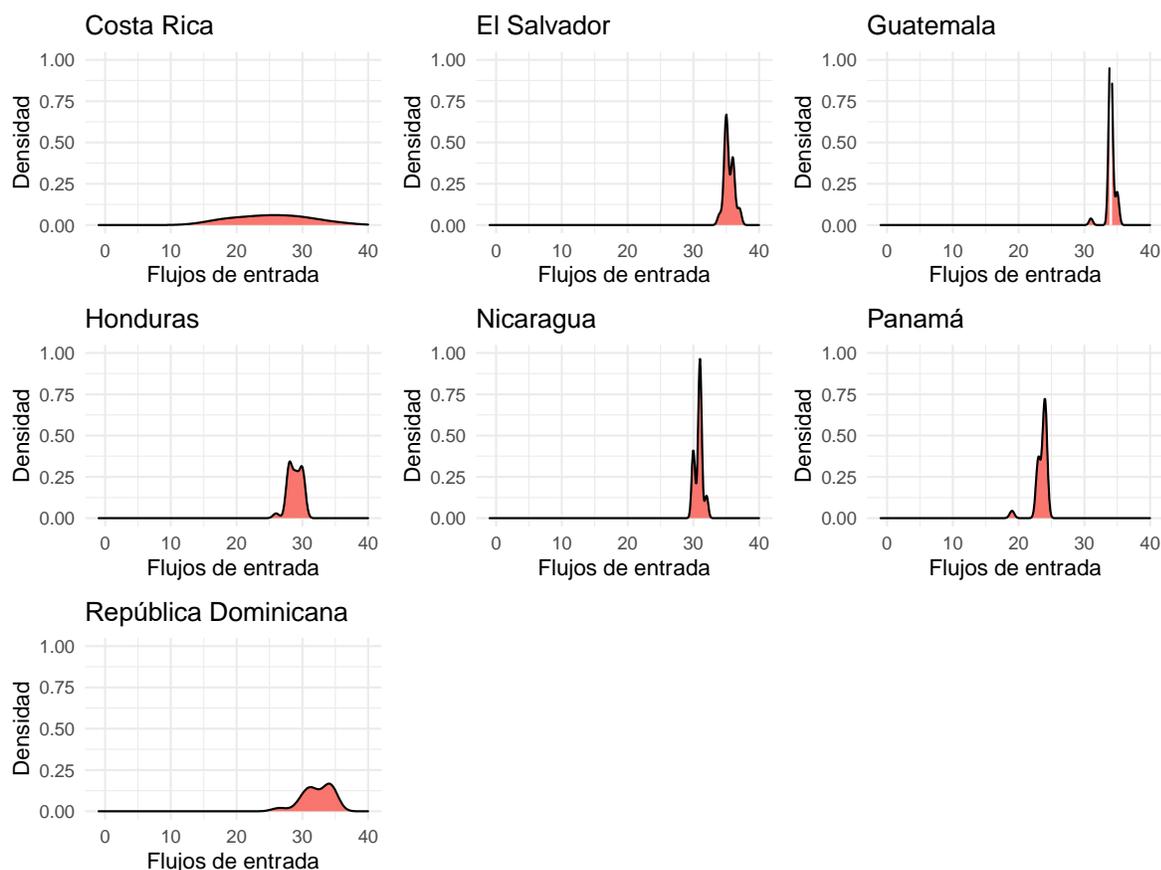
Fuente: elaboración propia a partir de la MIPCA2011.

En general, no hay una jerarquía clara, en términos de ventas de ningún sector, excepto en Costa Rica. Por el contrario, en República Dominicana, Guatemala y el Salvador, en promedio, cada sector le vende a una gran cantidad de sectores. Lo que quiere decir que las industrias están bastante conectadas entre sí, sin considerar el peso de cada una de estas conexiones.

Al analizar de manera sectorial es posible identificar algunos patrones. Los sectores como “otros servicios”, “servicios a empresas”; “finanzas y seguros”; “correo y telecomunicaciones”; “transporte”; “otra industria manufacturera”; “productos de caucho y plástico”; “otros productos químicos”; y “pulpa de madera, papel, imprentas y editoriales”; tienen, en todos los países, altos grados de salida. Esta característica los posiciona como importantes proveedores de la red. Por el contrario, sectores de actividades primarias como el agrícola y forestal; así como la caza y pesca, envían sus insumos a una menor cantidad de sectores.

Con respecto al grado de entrada, la cantidad de sectores de los que un sector demanda insumos, se encuentra una situación similar con respecto a su distribución (gráfico 7). Esta se concentra en altos grados, en la mayoría de los países, con la excepción costarricense. Estas concentraciones se dan con mayor intensidad que en el caso del grado de salida, pero en grados menores que en el caso anterior. Los sectores que consistentemente en todos los países presentan grados muy altos son los de otros servicios y el de servicios a empresas de todo tipo.

Gráfico 7
Distribución del grado de entrada de los nodos de las redes nacionales



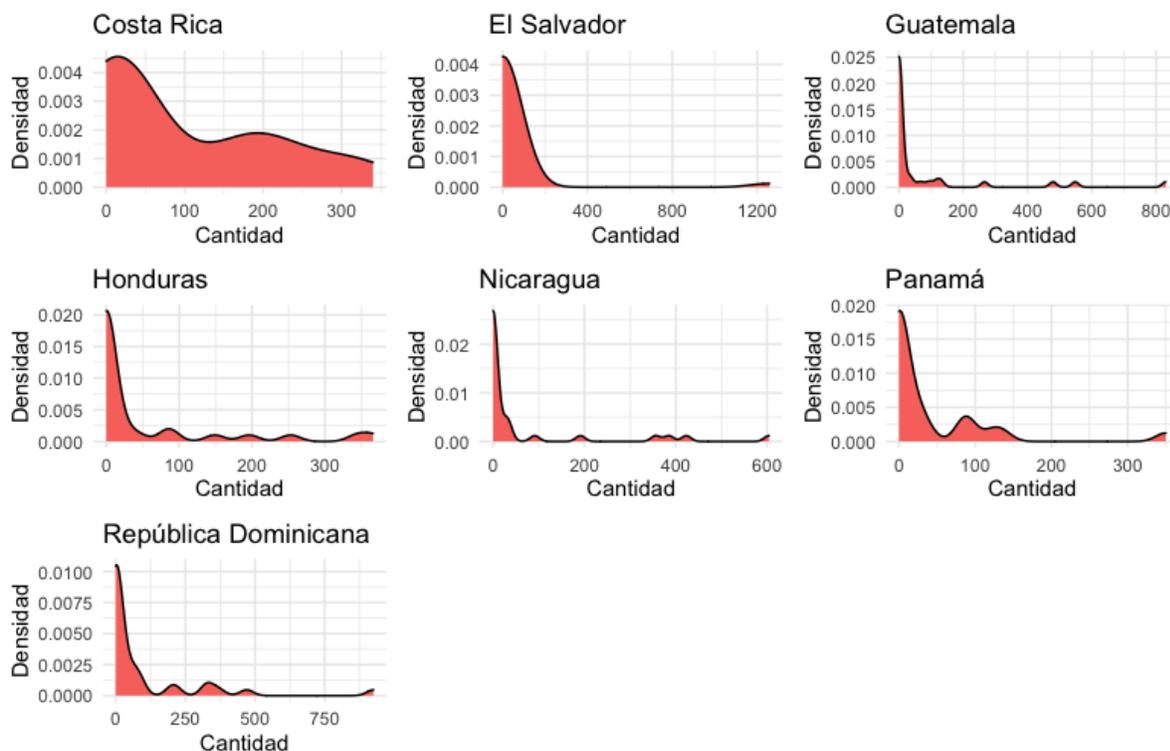
Fuente: elaboración propia a partir de la MIPCA2011.

Por otro lado, sectores del área de industria más tradicional (sector secundario), no son demandantes de la mayor cantidad de sectores presentes en la red, lo cual se puede explicar por la naturaleza de sus procesos productivos, los cuales requieren insumos de una menor cantidad de actividades productivas.

Los grados de entrada y salida denotan que, si bien las redes presentan un alto grado de conexión entre los sectores, algunos tienen niveles mayores que otros, y afectaciones en los “grandes proveedores” podrían tener consecuencias importantes en la actividad productiva del resto de los sectores. En la literatura no hay un balance preciso de lo que debería ser la relación entre el grado de entrada y el grado de salida, en otras palabras, la proporción de sectores a los que se le compra versus los que se les vender. No obstante, se puede inferir que es deseable tener diversificado el riesgo.

Además del grado de entrada y de salida, se analiza la intermediación sectorial (gráfico 8). Esta muestra una distribución cercana al cero en la mayor parte de los países, con excepción de Costa Rica. Este presenta una distribución con mayor cantidad de valores con intermediación positiva. El gráfico describe en el eje horizontal la cantidad de veces que un nodo funge como puente entre otros dos sectores.

Gráfico 8
Distribución de intermediación de los nodos de las redes nacionales

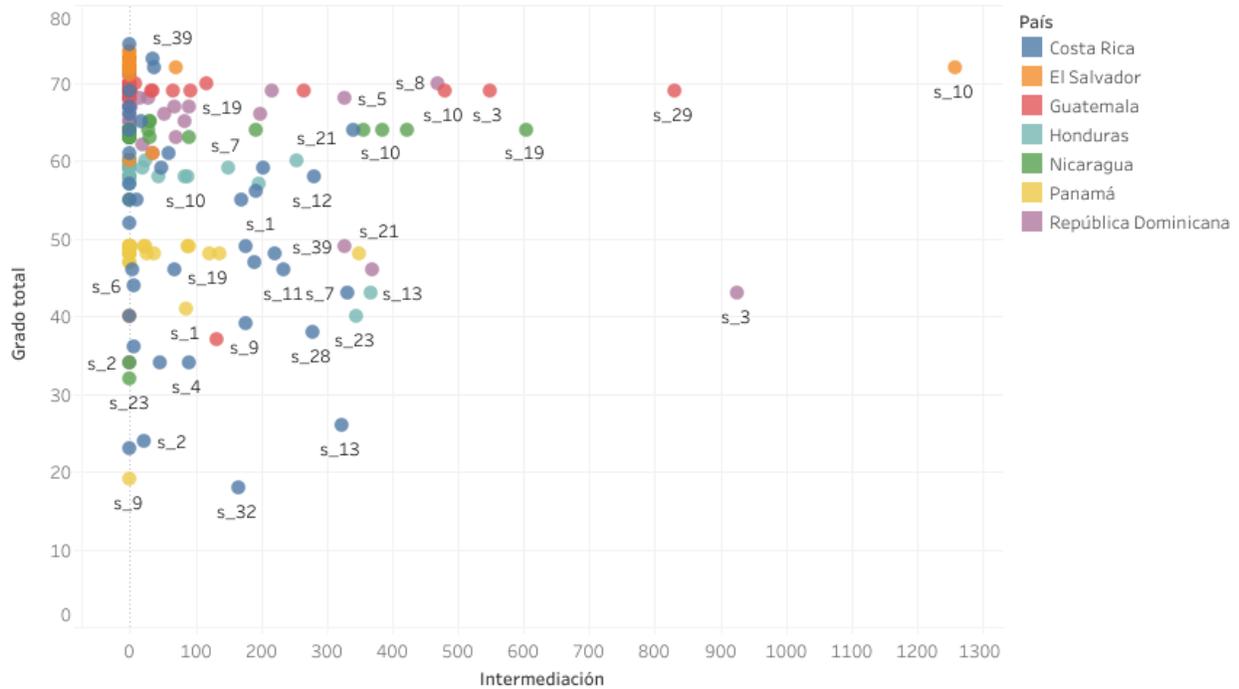


Fuente: elaboración propia a partir de la MIPCA2011.

En términos estructurales, un sector que es puente de otro no necesariamente es un sector altamente conectado (gráfico 9), pero si tiene un rol importante en la estructura de la red. En el caso de la red costarricense, esto implicaría que algunos sectores, como el caso de otras industrias manufactureras; radio, televisión y equipos de

telecomunicaciones; equipos de oficina; productos químicos básicos; calzado; confecciones; textiles; y azúcar y productos de confitería; tienen un rol destacado en la red, pues conectan una gran cantidad de nodos entre sí. En los demás países, es posible encontrar un patrón de intermediación más claro. Los sectores de tabaco; coque, petróleo refinado y combustible nuclear; y productos químicos básicos tienden a asumir este rol de puente entre otros sectores.

Gráfico 9
Intermediación y grado total de los nodos de las redes nacionales



El código sectorial se puede identificar a partir del cuadro 1.
Fuente: elaboración propia a partir de la MIPCA2011.

En síntesis, en todos los países, con excepción de Costa Rica, se encuentran sectores con niveles similares de conectividad (muy alta), tanto como proveedores como demandantes de insumos. En términos de intermediación, son pocos los que fungen como puentes entre otros, es decir, son menos los que tienen un de gran puente conector en la red. Caso contrario se da con la red de Costa Rica. Esta presenta grados de conectividad menores, pero con una mayor diversidad sectorial. Aunado a esto, se le identifican sectores con roles importantes de intermediación, que son puentes importantes entre otros sectores, y por lo tanto tienen un rol fundamental en la estructura productiva.

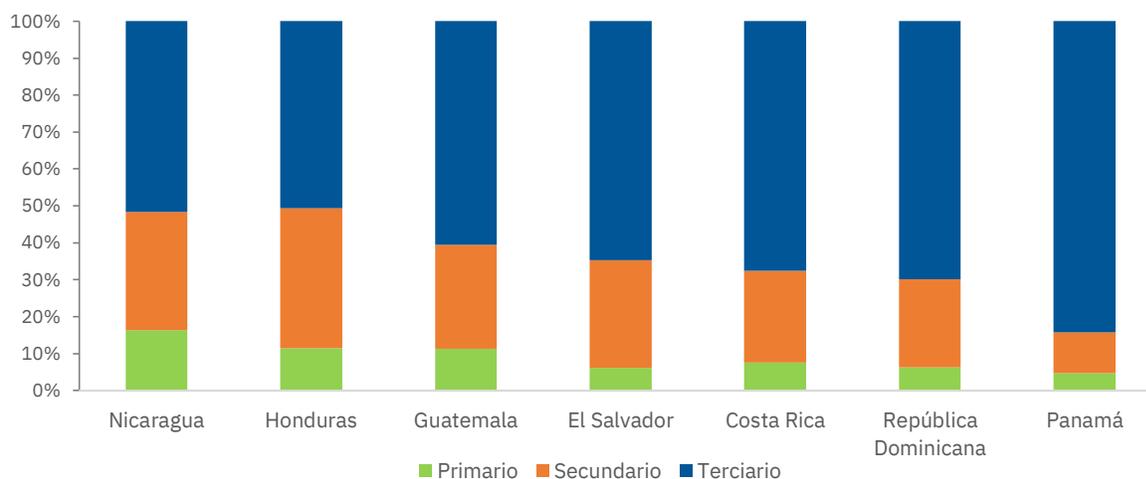
Análisis de centralidad por valor bruto de la producción (VBP)

En esta sección se describe la importancia sectorial, medida por el peso que esta tenga en términos del valor bruto de la producción (VBP). Específicamente, se analizan los tres sectores agregados: primario, secundario y terciario, los cuales agrupan los sectores descritos en el cuadro 1. Para esto, se analizan la red filtrada por \$5 millones de dólares para efectos de análisis gráfico. Esto implica que en la gráfica se pierden los nodos que no tienen ningún flujo, ya sea de insumo o de producto, que cumple con este requisito. Como se identificó en la primera parte de este documento, las redes presentan una gran cantidad de flujos, sin embargo, son pocos los que se pueden considerar de gran valor económico. Por esta razón, esta sección del análisis se centra en los sectores que son neurálgicos para la creación de valor bruto.

En primer lugar, la estructura productiva, medida por transacciones de compras y ventas intermedias revela que la mayor parte del valor productivo, a nivel nacional, se genera en actividades del sector terciario (gráfico 10). En todos los países domina ese sector, representando al menos un 51% (en el caso de Honduras y el 84% en Panamá, el país con el sector terciario más relevante, con respecto al VBP. El sector secundario o de industria, es más relevante en los países del triángulo norte¹² y Nicaragua. También se identifican sectores primarios con un peso importante en Nicaragua (16%) y en Honduras (11%).

Gráfico 10

Estructura del valor bruto de la producción por gran área productiva. 2011
(Porcentaje)



Fuente: elaboración propia a partir de Guzmán, Meneses y Córdova (2021) con datos de la MIPCA2011, Cepal.

¹² El triángulo norte se compone de Guatemala, Honduras y El Salvador.

Este VBP, dentro de cada área productiva (primario, secundario y terciario) se distribuye de manera distinta en cada país y el micro sector de mayor peso depende de las estructuras productivas de cada uno. Al tomar los flujos de insumo y producto de la MIPCA 2011 y graficarlos en modo de una red, la cual indica la dirección del flujo, el peso que tiene el micro sector en términos de VBP –indicado por el tamaño del nodo- y el color del área al que pertenece, se obtienen gráficos que reflejan complejas distribuciones de la estructura productiva.

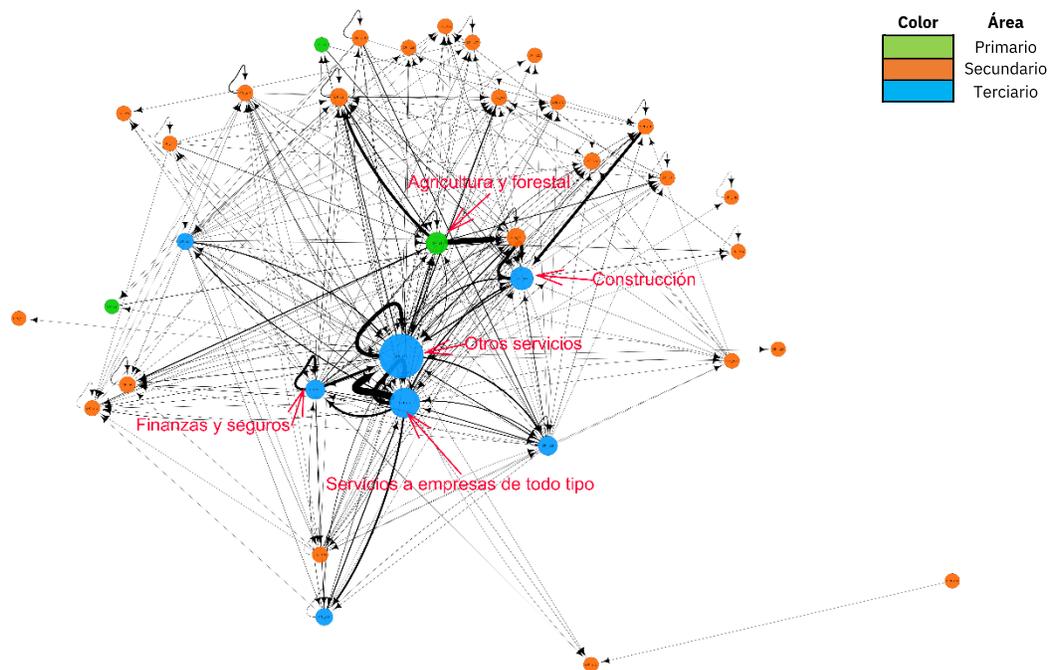
En el caso de Costa Rica (gráfico 11), Otros servicios y Servicios a empresas de todo tipo, poseen el mayor peso dentro de la red, lo cual se refleja en la posición (central) dentro de la visualización y el tamaño del nodo. Estos representan, en conjunto, aproximadamente un 40% de la actividad interna agregada de Costa Rica. La importancia de estos sectores muestra la fuerte tendencia del país en las últimas dos décadas de un mayor crecimiento y dinamismo en el sector servicios. Estos agrupan diversos tipos de servicios que se producen en el país, desde *call centers* hasta servicios de logística.

Seguido a estos dos sectores, se encuentran los sectores “Construcción” y de “Finanzas y Seguros” que acumulan un 15% de la actividad y también se encuentran ampliamente integradas con conexiones a una variedad de sectores. En general, los sectores de servicios no solo tienen el mayor peso en la red, sino que también tiene los flujos entrando (hacia sí mismos) más importantes. Esto quiere decir que estos sectores tienen un importante dinamismo entre las empresas que pertenecen al mismo sector y los mercados internos son grandes generadores de valor productivo.

En el caso del sector de industria (los nodos pertenecientes al sector secundario de la economía) son primordialmente auto contenidas y se ubican en los márgenes de la red con relativamente pocas relaciones con otros sectores y entre ellos mismos (en comparación con los sectores de servicios). Finalmente, el sector “Agricultura y Forestal” destaca pues pese al pertenecer al sector primario de la economía, por si solo representa un 12% de la actividad económica. Este sector es un importante proveedor del sector de carnes, y a su vez, un importante proveedor de varios sectores de industria. La red de transacciones locales costarricense muestra un núcleo dominado por el sector terciario de servicios, pero con un foco importante de agricultura que conecta a varios de los sectores, mientras que la industria se encuentra en los márgenes de la red.

Gráfico 11

Red^{a)} de transacciones de insumo producto de Costa Rica, por área productiva

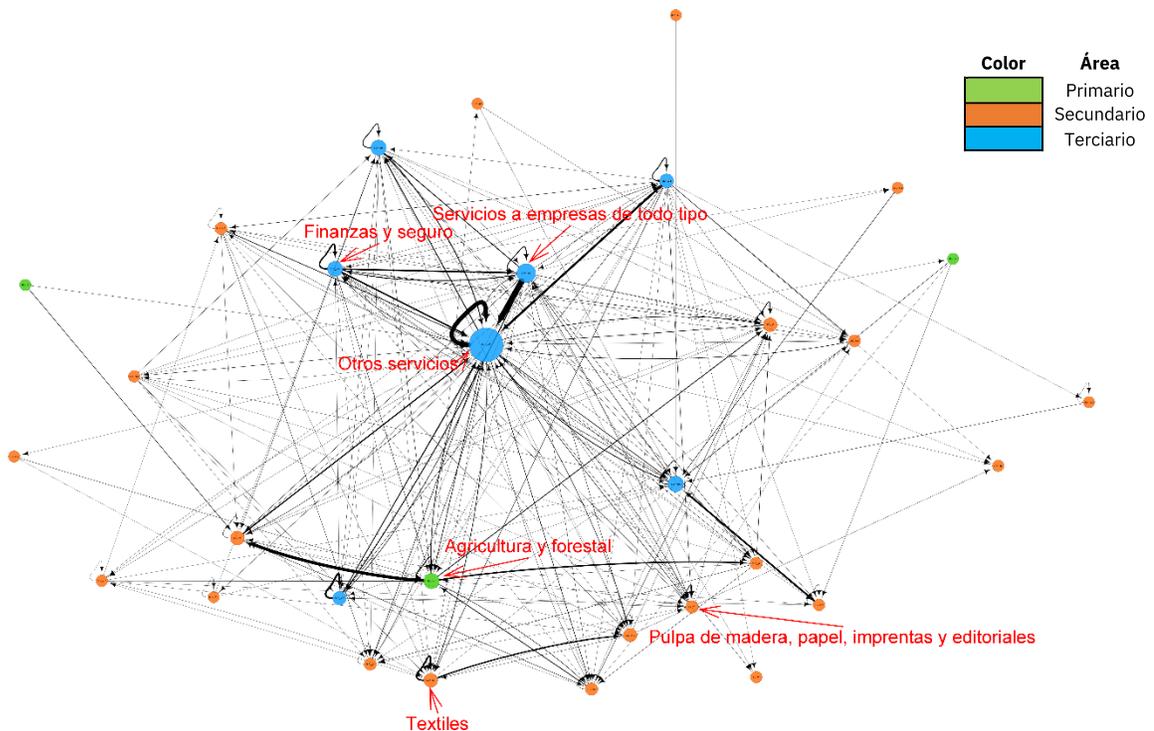


a) Red visualizada a partir del algoritmo *prefuse force directed*, centralizada por el VBP. El tamaño del nodo refleja la suma de los flujos de salida del sector. Las transacciones están filtradas por valores de al menos \$5 millones. Fuente: elaboración propia con datos de la MIPCA2011, Cepal.

En el caso de El Salvador (gráfico 12), son también los sectores de “Otros servicios” y “Servicios a empresas de todo tipo” los que ocupan las posiciones centrales. Estos tienen el mayor peso en la red pues ambos acumulan poco más del 30% de la actividad y se conectan con bastantes sectores. En particular llama la atención que el sector de “Otros servicios” tiene un flujo de provisión de insumo a una gran cantidad de sectores, mientras que el sector de “Servicios a empresas de todo tipo” principalmente recibe flujos de los sectores. En esta red varias actividades que pertenecen al área de la industria (sector secundario de la economía) muestran una mayor relevancia e involucramiento en las transacciones de alto valor. Particularmente, los sectores “Textiles” y “Pulpa de madera, papel, imprentas y editoriales” mantienen un lugar en la red que se encuentra relativamente alejado del centro, pero con una interesante dinámica local entre industrias.

Además, varios sectores son intra-sectoriales. Esto ocurre en áreas de toda la economía (primarios, secundarios y terciarios). Finalmente se debe señalar que el sector de “Agricultura y Forestal” del sector primario el más relevante, concentra un 10% de la actividad agregada y se ubica cercana al centro de la red y con un flujo de salida muy importante hacia el sector de carne y derivados.

Gráfico 12
Red^{a)} de transacciones de insumo producto de El Salvador, por área productiva



a) Red visualizada a partir del algoritmo *prefuse force directed*, centralizada por el VBP. El tamaño del nodo refleja la suma de los flujos de salida del sector. Las transacciones están filtradas por valores de al menos \$5 millones. Fuente: elaboración propia con datos de la MIPCA2011, Cepal.

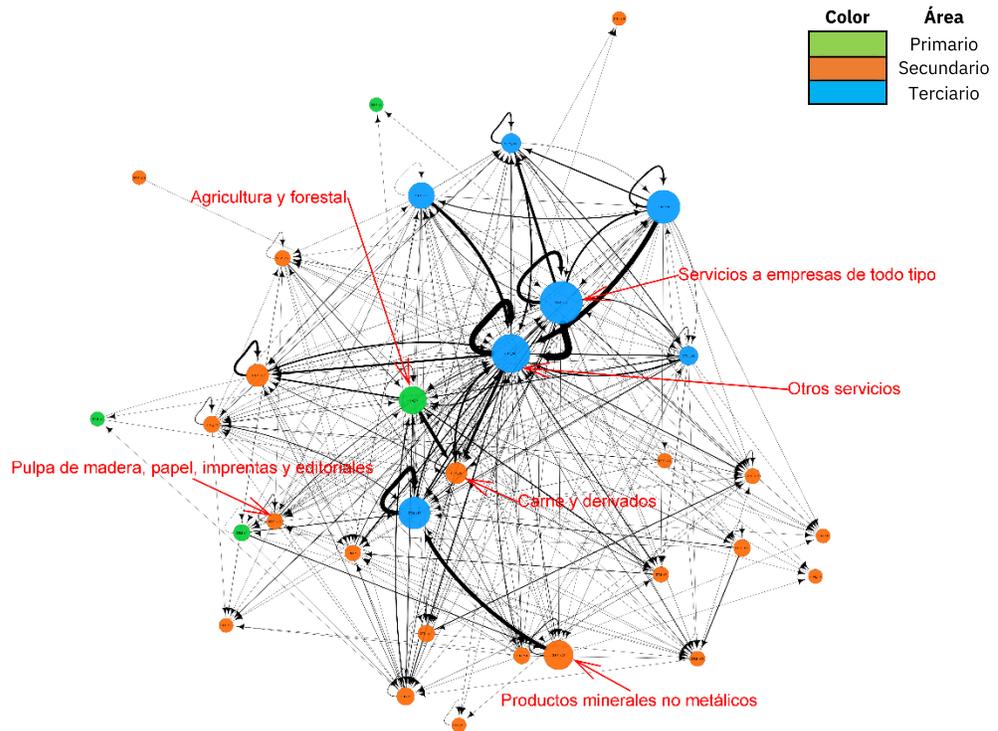
En el caso de Guatemala (gráfico 13), se encuentra que son los sectores de “Otros servicios”, “Servicios a empresas de todo tipo” y “Construcción” los que ocupan las posiciones centrales en la red. Entre los tres agrupan un 43% aproximadamente de la actividad agregada y reciben y envían flujos a una amplia cantidad de sectores, aunque todas poseen al menos un flujo preponderante. En el caso de “Otros sectores” este recibe un gran flujo del sector de “Finanzas y Seguros”, y por otro lado un gran flujo de su producto tiene como destino su propio sector. En el caso de “Servicios a empresas de todo tipo” sus flujos van con dirección a “Otros servicios” o sí mismo. Por otro lado, el sector “Construcción” recibe un gran flujo de parte de “Productos minerales no metálicos” y similar al caso de “Otros servicios” una gran magnitud de su producto fluye hacia él mismo.

En esta red y al igual que en El Salvador, los sectores de las industrias (sector secundario) se encuentran mucho más integradas en la red, es decir una gran cantidad se encuentran mucho más cercanas al centro en comparación con las redes de los

demás países de Centroamérica y República Dominicana, esto implica una mayor conexión con diversos sectores de esta economía.

Gráfico 13

Red^{a)} de transacciones de insumo producto de Guatemala, por área productiva



a) Red visualizada a partir del algoritmo *prefuse force directed*, centralizada por el VBP. El tamaño del nodo refleja la suma de los flujos de salida del sector. Las transacciones están filtradas por valores de al menos \$5 millones. Fuente: elaboración propia con datos de la MIPCA2011, Cepal.

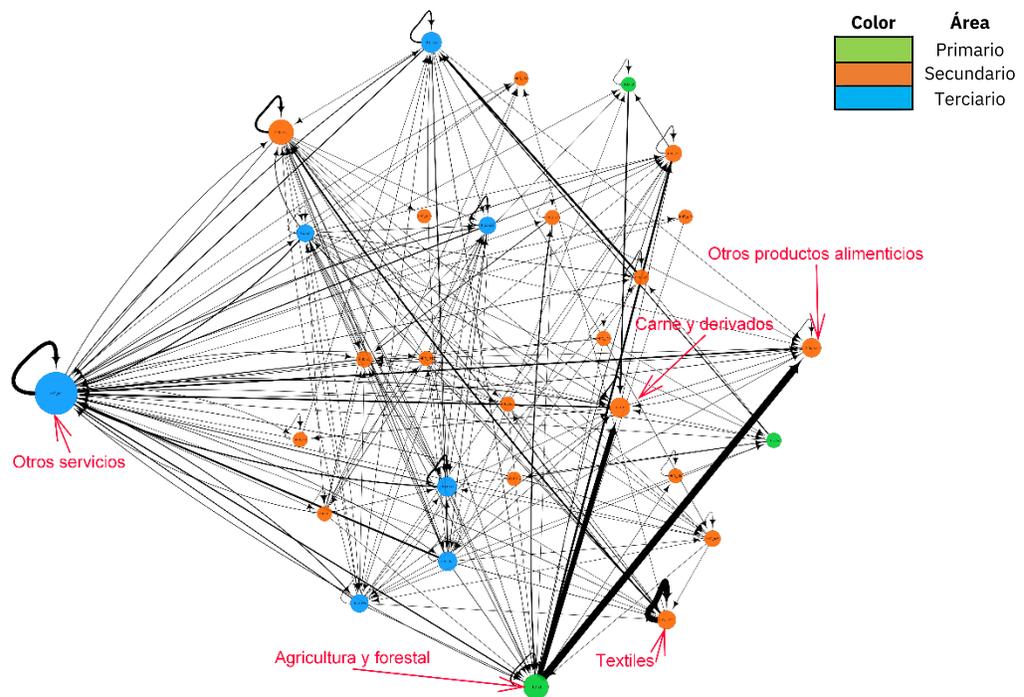
En el caso de la red de Honduras (gráfico 14) la posición central la ostenta el sector de “Otros servicios”, aunque muy de cerca le acompaña el sector de “Agricultura y Forestal”. En particular este sector concentra por sí solo un 20% de la actividad agregada, recibe flujos de una gran cantidad de sectores, y su producto se destina en flujos grandes a los sectores “Carne y derivados” y “Otros productos alimenticios” principalmente. Por otro lado, el sector de “Otros servicios” concentra poco más del 15% de la actividad económica, los flujos que salen del sector son mucho más pequeños y su principal flujo es hacia él mismo.

En una segunda jerarquía de las conexiones podemos ubicar los sectores de “Finanzas y Seguros”, “Textiles” y “Confecciones”, ya que entre las 3 acumulan un 20% de la actividad económica. Esto por supuesto resalta la importancia del sector de maquilas

dentro de la economía hondureña, como uno que se encuentra integrado y conectado con diversidad de sectores y que posee un peso importante en la actividad económica agregada.

Respecto del resto de sectores, la mayoría suelen operar de forma aislada pues se ubican en extremos de la red con tres flujos (contando los de entrada y salida de valor) en promedio. Fuera de los sectores mencionados anteriormente cada sector acumula por si solo en promedio alrededor de un 1.5%. En su mayoría son además pertenecientes al sector secundario de la economía.

Gráfico 14
Red^{a)} de transacciones de insumo producto de Honduras, por área productiva



a) Red visualizada a partir del algoritmo *prefuse force directed*, centralizada por el VBP. El tamaño del nodo refleja la suma de los flujos de salida del sector. Las transacciones están filtradas por valores de al menos \$5 millones. Fuente: elaboración propia con datos de la MIPCA2011, Cepal.

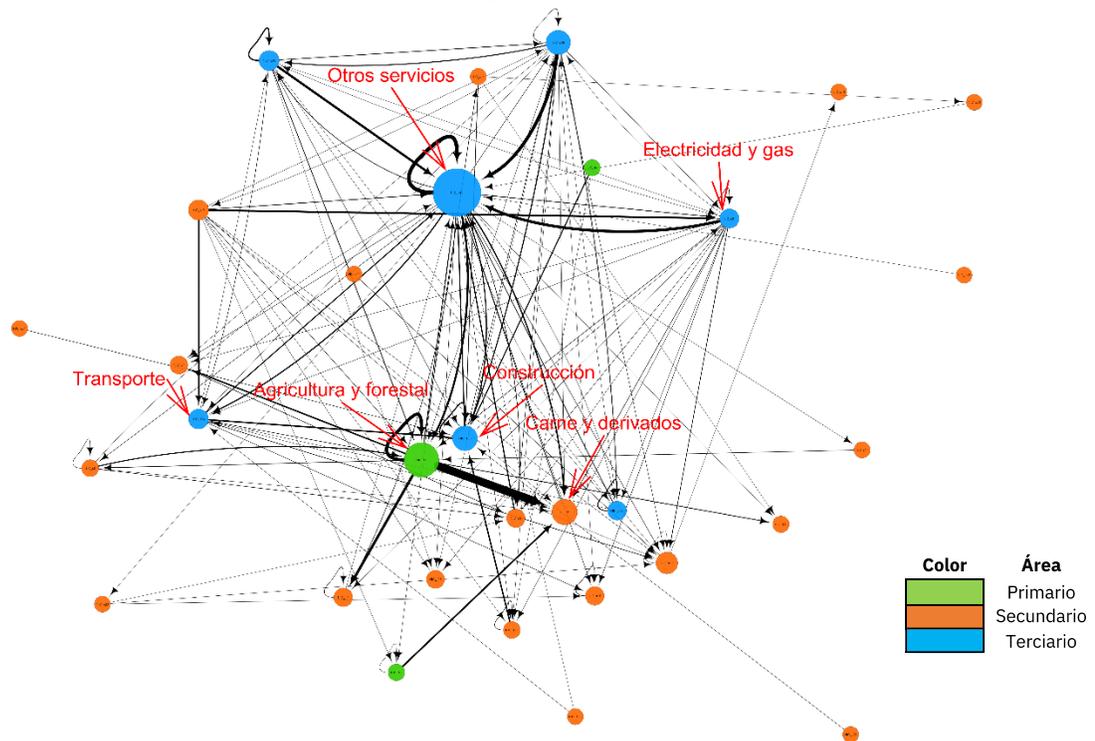
La red de Nicaragua (gráfico 15) tiene la particularidad de presentar un centro claro (sector de “otros servicios”), y rodeando este, otros clústeres sectoriales. Alrededor del sector de “Otros servicios” (que concentra un 16.7% de la actividad económica) se agrupan la mayoría de los sectores de servicios, con especial relación con los sectores de “Finanzas y Seguros” y de “Servicios a empresas de todo tipo” que son con los que mantiene los mayores flujos comerciales. Por otro lado, el sector “Agricultura y Forestal”

(que concentra un 21.6% de la actividad económica) mantiene a su alrededor diversos sectores industriales, aunque también recibe flujos de parte de sectores de servicios.

Los demás sectores, aunque alrededor en su mayoría de su respectivo centro, realmente reflejan una economía integrada con una gran de flujos comerciales a través de ellos; son pocos los sectores que se encuentran en extremos y con pocos flujos que operan de forma aislada, ejemplos de ellos son “Textiles” y “Otro equipo de transporte”.

Gráfico 15

Red^{a\} de transacciones de insumo producto de Nicaragua, por área productiva



a\ Red visualizada a partir del algoritmo *prefuse force directed*, centralizada por el VBP. El tamaño del nodo refleja la suma de los flujos de salida del sector. Las transacciones están filtradas por valores de al menos \$5 millones.

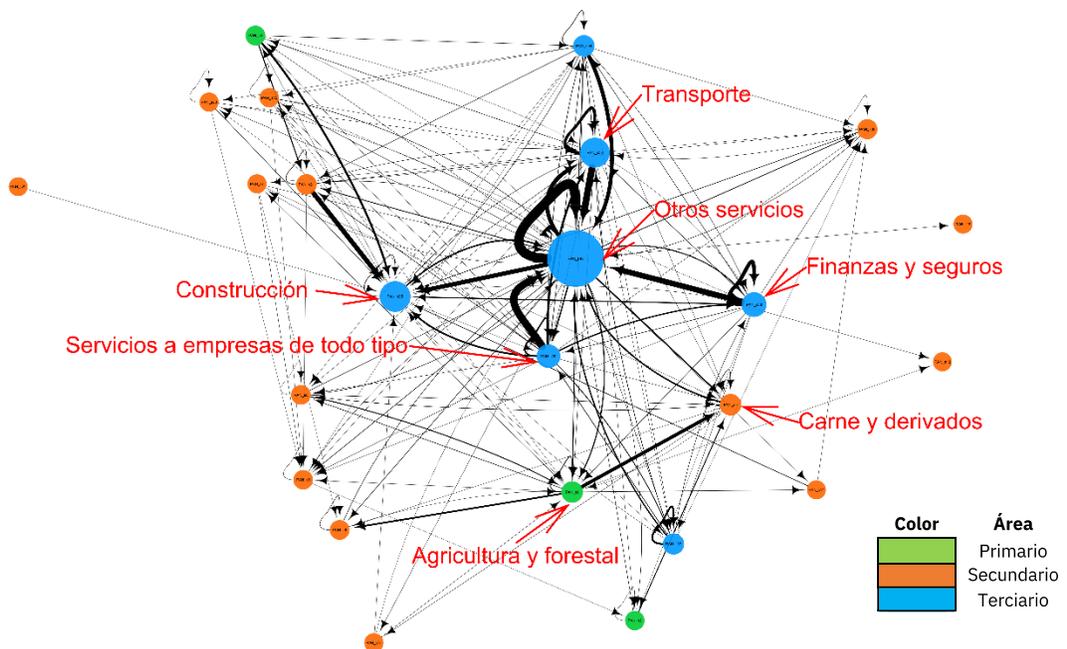
Fuente: elaboración propia con datos de la MIPCA2011, Cepal.

En el caso de la red de Panamá (gráfico 16) esta tiene un centro muy definido concentrado en el sector “Otros servicios” que por sí solo acumula un 25% de la actividad económica representada en la red, lo que evidencia el gran peso que ostenta en la economía panameña. Recibe flujos comerciales de parte de la mayoría de los sectores representados, pero en particular recibe grandes flujos de parte de sectores como “Finanzas y Seguros”, “Transporte” y “Electricidad y gas” y por otro lado destina sus flujos comerciales en parte dentro del propio sector, pero también hacia el sector “Construcción” y el de “Transporte”.

Es llamativo que, aunque no concentran gran valor de la producción, los sectores de “Construcción” y “Agricultura y Forestal” se encuentran considerablemente integrados en la red recibiendo flujos de una importante cantidad de sectores. Industrias pertenecientes al sector secundario de la economía se encuentran también bien conectados en la red, pues, aunque no mantienen el número de flujos de los sectores mencionados anteriormente, sí mantienen diversos flujos con varios sectores, solo los sectores de “Productos farmacéuticos” e “Hierro y Acero” son ejemplos de sectores aislados que tienen un papel menos representativo dentro de la red.

Gráfico 16

Red^a de transacciones de insumo producto de Panamá, por área productiva



a) Red visualizada a partir del algoritmo *prefuse force directed*, centralizada por el VBP. El tamaño del nodo refleja la suma de los flujos de salida del sector. Las transacciones están filtradas por valores de al menos \$5 millones.

Fuente: elaboración propia con datos de la MIPCA2011, Cepal.

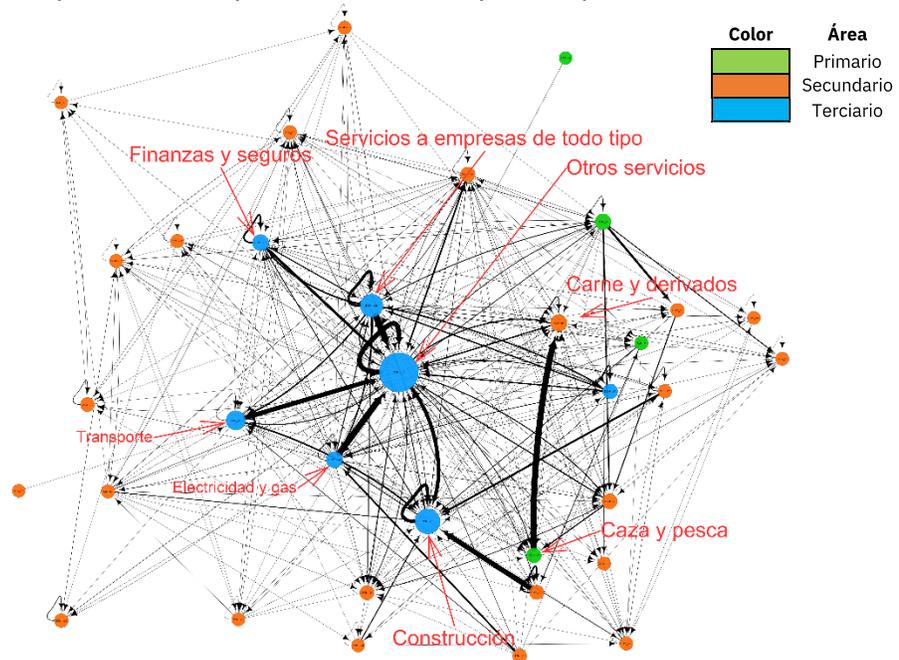
En el caso de República Dominicana (gráfico 17) esta es de las redes con mayor cantidad de flujos dentro de las analizadas, tiene un claro centro en el sector “Otros servicios” que se alimenta de flujos grandes que recibe de los sectores “Servicios a empresas de todo tipo”, “Finanzas y Seguros”, “Transporte” y “Electricidad y Gas” así como de una amplia cantidad de flujos más pequeños de parte de una variedad de sectores. Por otro lado, envía los flujos más grandes a sí mismo y al sector “Construcción”, con estas características acumula casi un 15% del valor bruto de la producción total de la red.

El sector construcción se encuentra muy conectado una gran cantidad de sectores, recibe muchos flujos, pero en particular el mayor proviene desde el sector de “Productos minerales no metálicos”. Los sectores de “Carne y derivados” y “Bebidas” también se reciben una gran cantidad de flujos dentro de la red, aunque ese valor se mueva posteriormente afuera del sector. Luego destacan los sectores de “Calzado” y de “Madera y productos de madera y corcho” por su aislamiento. Contrario a la mayoría de los sectores que se ubican en la red, estos sectores se caracterizan por estar lejano de la misma con muy pocos flujos que entran o salen de este, esto por supuesto se evidencia en los datos pues sus nodos juntos apenas acumulan un 0.3% del valor de la producción bruta de la red.

En síntesis, las redes, centralizadas por el valor de producción producido por cada nodo revelan estructuras muy similares, con centros dominados por sectores productivos que pertenecen al área terciaria, especialmente “otros servicios”. A este se le suma el sector de agricultura, el cual se acerca a los centros de las redes en la mayor parte de los casos y en las afueras de las redes, en los anillos más externos, se suelen encontrar las actividades de industrial (sector secundario de la economía).

Gráfico 17

Red^{a)} de transacciones de insumo producto de República Dominicana, por área productiva



a) Red visualizada a partir del algoritmo *prefuse force directed*, centralizada por el VBP. El tamaño del nodo refleja la suma de los flujos de salida del sector. Las transacciones están filtradas por valores de al menos \$5 millones. Fuente: elaboración propia con datos de la MIPCA2011, Cepal.

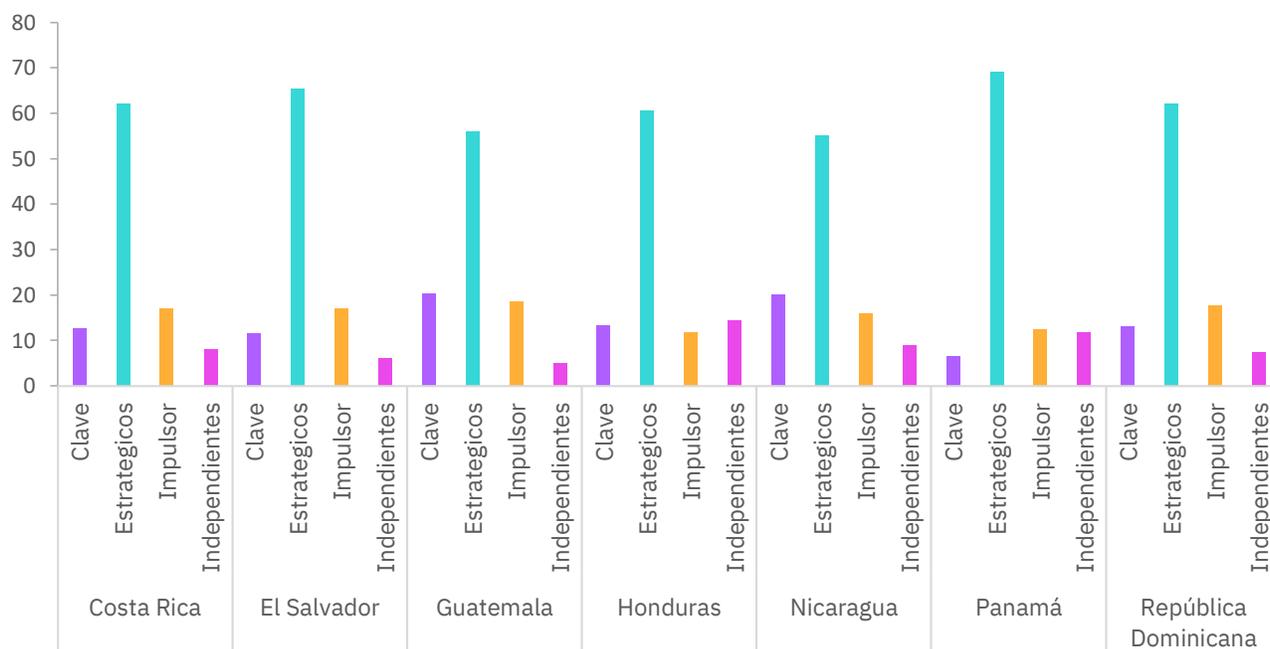
Análisis de encadenamientos productivos

Esta sección busca caracterizar las redes productivas con los tipos de encadenamientos productivos, con el objetivo de entender cómo se configuran los sectores en la red por su capacidad de afectar el resto de la economía. La centralidad de la red está definida el indicador de grado total (suma de flujos de entrada y flujos de salida).

Al dar una primera mirada a cómo se distribuyen los tipos de encadenamiento en términos de generación de VBP, en todos los casos el sector estratégico es el que genera el mayor (gráfico 18). Para todos los países la producción en este tipo de encadenamiento supera el 50%. Es decir, la mayor parte de la producción se realiza en industrias que tienen un perfil de encadenamiento estratégico (son importantes proveedores de la economía y empujan hacia adelante la producción).

Gráfico 18

Porcentaje del VBP producido por tipo de encadenamiento productivo de los países de la MIPCA2011



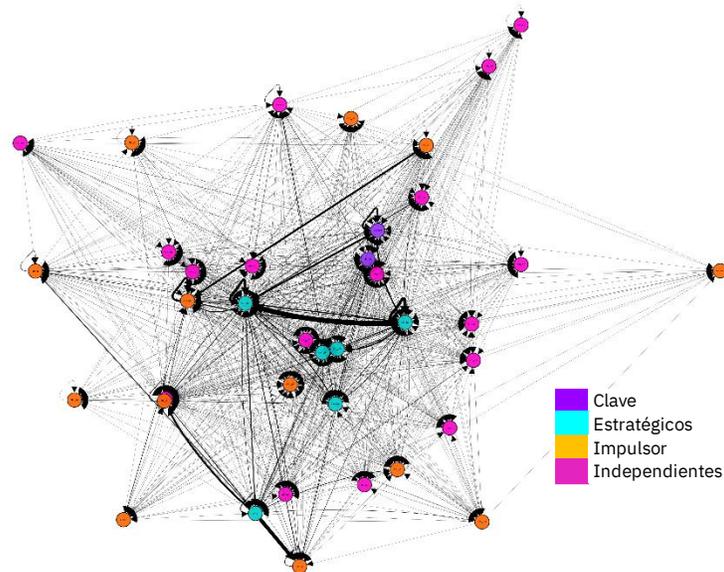
Fuente: elaboración propia a partir de Guzmán, Meneses y Córdova (2021) con datos de la MIPCA2011, Cepal.

Al analizar las redes por tipo de encadenamiento productivo, se puede observar que, en la mayoría de los países, los sectores estratégicos (proveedores) tienen un lugar central en la red. Los sectores independientes, es decir que no se encadenan hacia adelante ni hacia atrás tienden a estar en la periferia de la red, y en la mayoría de los casos, estos mantienen pocas conexiones con el resto de la red y se mantienen relativamente aislados del resto de los nodos. Los nodos que pertenecen a sectores claves son pocos,

y en la mayoría se encuentran conectados con el centro de la red, pero no siempre son parte de este. Por otro lado, como se observó en el gráfico anterior, son sectores que en general, no tienen gran peso en la estructura económica, a pesar de las capacidades que estos puedan tener para impulsar y arrastrar a la economía.

En la red de Costa Rica (gráfico 19), el centro de la red está compuesto por sectores estratégicos, específicamente: correo y telecomunicaciones; electricidad y gas; otros servicios; servicios a empresas de todo tipo y transporte. Es decir, sectores que proveen de servicios básicos para operar y transportar. Además, en el área central se encuentran también un sector independiente: otros productos químicos y un sector impulsor: maquinaria y equipos. El sector clave más cercano es el de pulpa de madera, papel, imprentas y editoriales. La tiene también un anillo alrededor de los sectores mencionados que está compuesto principalmente por sectores impulsores (demandantes, de arrastre) e independientes. Es decir, los sectores que se encuentran en el centro neurálgico son principalmente importantes proveedores para el resto de la economía, y no tanto demandantes. Un aspecto importante de esta red es que parte del valor es autocontenido pues un 22.7% en promedio, es reinvertido dentro de cada propio sector.

Gráfico 19
Red^{a)} de Costa Rica, por tipo de encadenamiento productivo

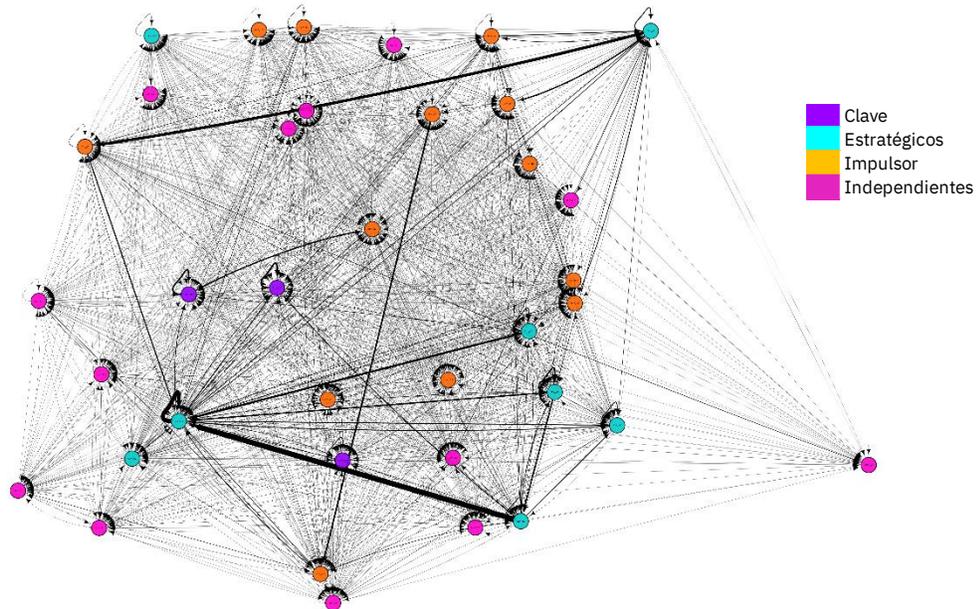


a) Red visualizada a partir del algoritmo *prefuse force directed*, centralizada por grado total.
Fuente: elaboración propia con datos de la MIPCA2011, Cepal.

En la red salvadoreña (gráfico 20), contrario al caso anterior, no tiene una configuración con un centro claro. Se observan los tres sectores claves (pulpa de madera, papel,

imprentas y editoriales; textiles; y correo y telecomunicaciones) cercanos al área central de la red, pero la periferia está compuesta por sectores estratégicos, impulsores e independientes. Es decir, no se evidencia una jerarquía clara en cuanto a conectividad por tipo de encadenamientos. Otro aspecto es que los sectores estratégicos no están posicionados en áreas más alejadas, por lo que los sectores estratégicos no son los más céntricos en términos de conectividad. Si bien son importantes proveedores, estos sectores (servicios a empresas de todo tipo; finanzas y seguros; transporte; electricidad y gas; hierro y acero; y agricultura y forestal), a pesar de tener transacciones de alto valor, no tienen una posición central en la red. Llama la atención además el sector independiente de caza y pesca, el cual está bastante desconectado del resto y se aleja del engranaje principal en la parte inferior derecha de la red.

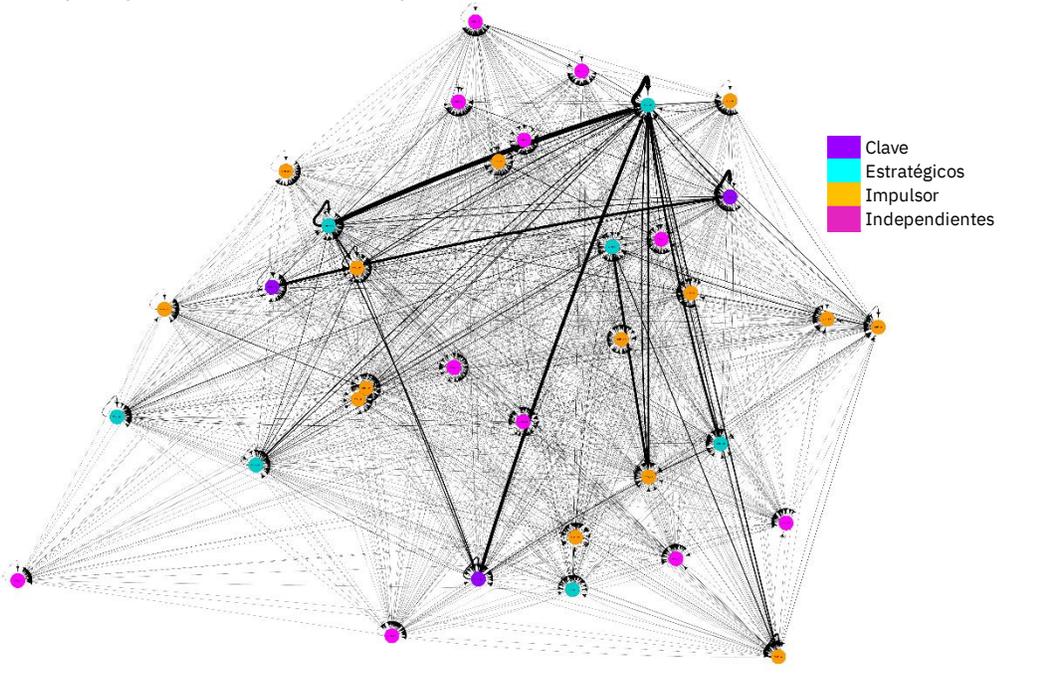
Gráfico 20
Red^{a)} de El Salvador, por tipo de encadenamiento productivo



a) Red visualizada a partir del algoritmo *prefuse force directed*, centralizada por grado total.
Fuente: elaboración propia con datos de la MIPCA2011, Cepal.

El caso guatemalteco (gráfico 21), tampoco muestra una centralidad clara ni un patrón de tipo de encadenamiento. Los sectores claves (transporte; productos minerales no metálicos; y finanzas y seguros) no están posicionados en el centro de la red, y se observa una dispersión de los nodos bastante similar entre los sectores impulsores y estratégicos. En la periferia más alejada se observan principalmente sectores independientes (caza y pesca; y productos de caucho y plástico, los más alejados del resto de la red).

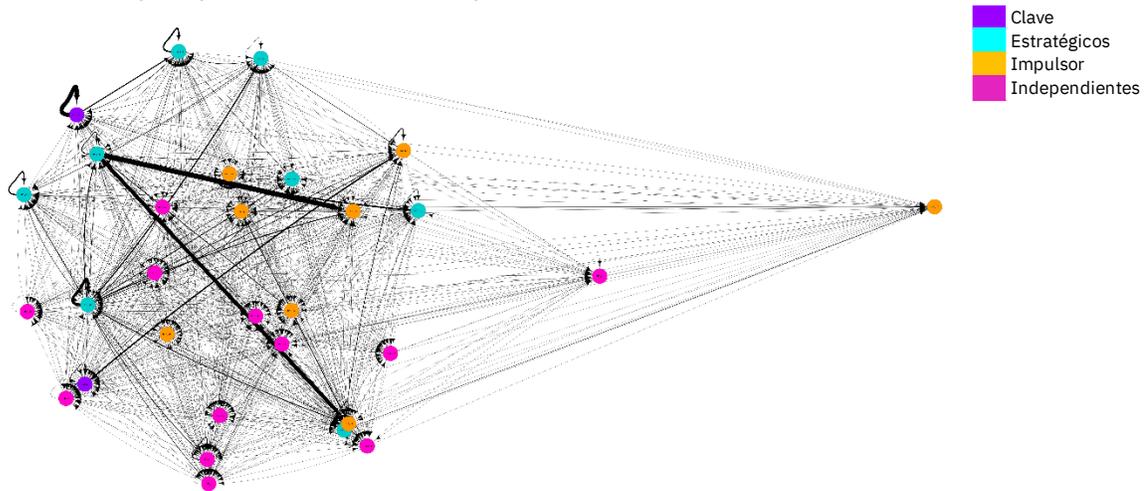
Gráfico 21
Red^{a)} de Guatemala, por tipo de encadenamiento productivo



a) Red visualizada a partir del algoritmo *prefuse force directed*, centralizada por grado total.
Fuente: elaboración propia con datos de la MIPCA2011, Cepal.

La red de Honduras (gráfico 22) tampoco tiene un centro claro en cuanto a grado total de conectividad. Los sectores que se encuentran en la zona más central del conjunto son principalmente impulsores (caza y pesca; productos de tabaco; y azúcar y confitería) e independientes (pulpa de madera, papel, imprentas y editoriales; productos fabricados de metal; productos químicos básicos y productos fabricados de metal). Los dos sectores claves (productos minerales no metálicos y textiles) se encuentran en la periferia de la red, teniendo el segundo un importante flujo hacia sí mismo. Destacan además dos sectores que se alejan de la red en términos de relevancia como conectores: calzado (independiente) y metales no ferrosos (impulsor).

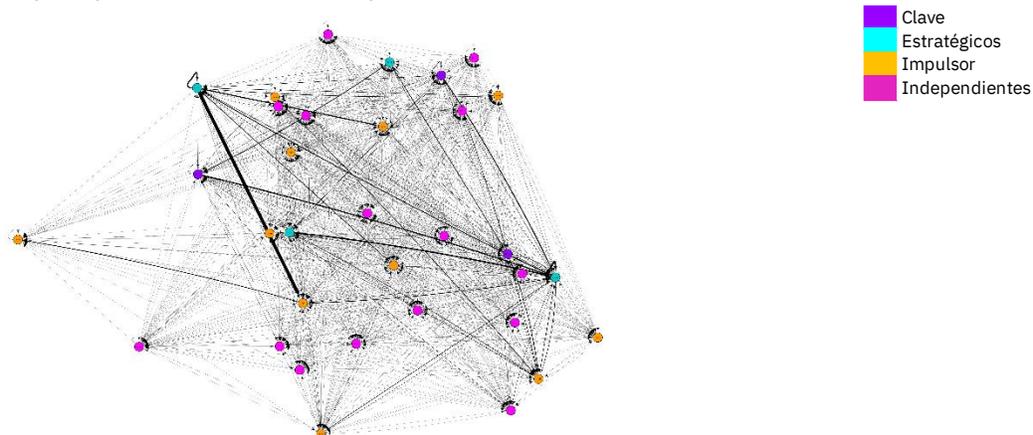
Gráfico 22
Red^{a)} de Honduras, por tipo de encadenamiento productivo



a) Red visualizada a partir del algoritmo *prefuse force directed*, centralizada por grado total.
Fuente: elaboración propia con datos de la MIPCA2011, Cepal.

En cuanto a la red de Nicaragua (gráfico 23), no se muestra una centralidad clara por grado de conexión total ni patrones por tipo de encadenamiento. Los sectores claves (electricidad y gas; finanzas y seguros; y transporte) no muestran una posición neurálgica en cuanto al resto del sistema. Los sectores estratégicos, que son los que poseen los flujos de mayor peso (agricultura y forestal; y otros servicios) se encuentran en la periferia de la red. Esta red no posee una jerarquía clara por conectividad, pero se observa que el sector de caza y pesca, al igual que en El Salvador y Guatemala, se aleja del resto de la red. Esta red además destaca por tener pocos sectores estratégicos o proveedores (únicamente cuatro). En su mayoría, los sectores son impulsores (importantes demandantes) o independientes.

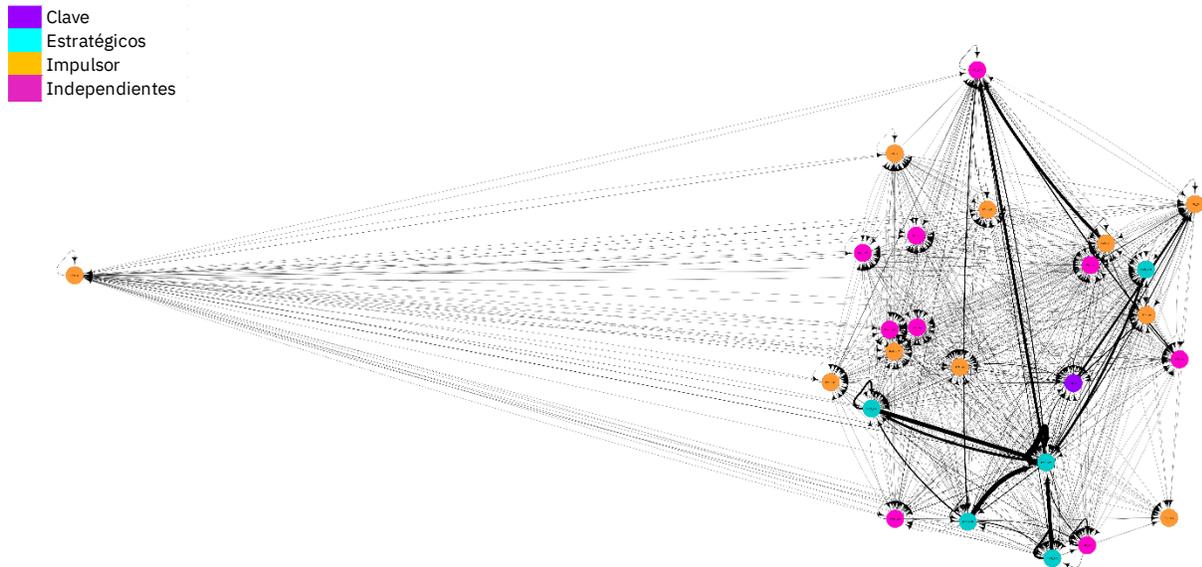
Gráfico 23
Red^{a)} de Nicaragua, por tipo de encadenamiento productivo



a) Red visualizada a partir del algoritmo *prefuse force directed*, centralizada por grado total.
Fuente: elaboración propia con datos de la MIPCA2011, Cepal.

La red panameña (gráfico 24), tiene una centralidad de grado principalmente ocupada por el sector de otros servicios, el cual además conecta de manera importante a otros sectores del tipo estratégico (finanzas y seguros; transporte; y servicios a empresas de todo tipo). En este caso, el sector de otros servicios es además el principal motor a nivel nacional, pues tiene el mayor valor transaccional de toda la estructura, donde destaca el flujo intra-sectorial (por un valor de \$1589 millones). El único sector clave (agricultura y forestal) se encuentra en una posición central también, con respecto al resto de los sectores, mientras que se observan en la parte superior de la red dos agrupamientos de sectores que contienen principalmente sectores impulsores (importantes demandantes) e independientes. Destaca en esta red el sector de bebidas ampliamente separado del resto de los sectores.

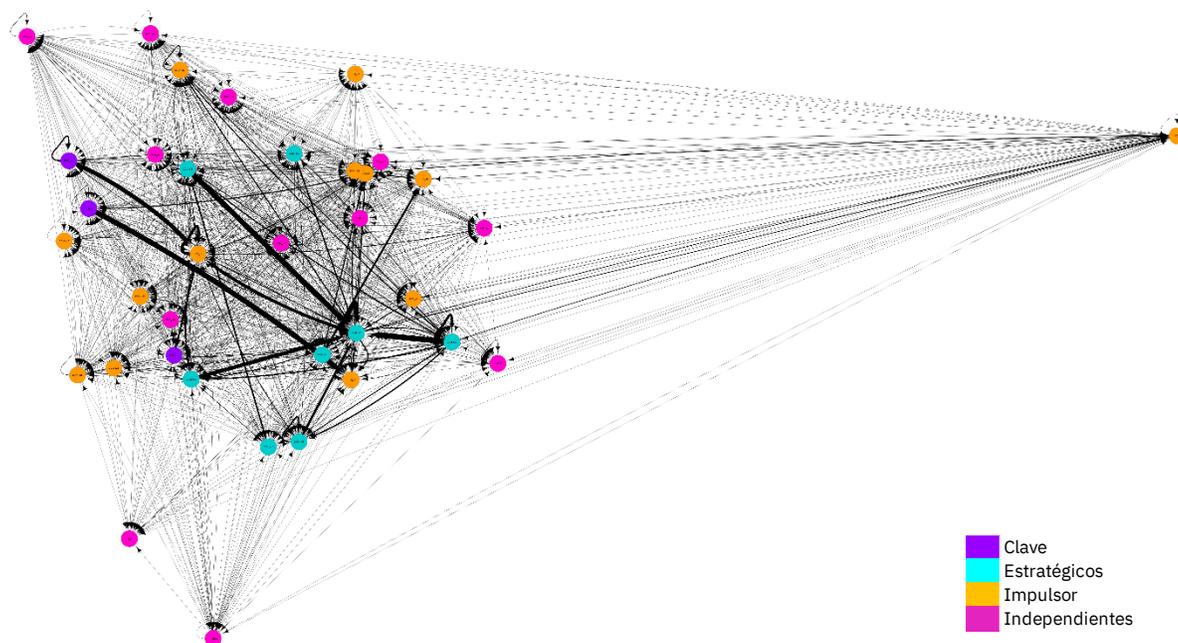
Gráfico 24
Red^{a)} de Panamá, por tipo de encadenamiento productivo



a) Red visualizada a partir del algoritmo *prefuse force directed*, centralizada por grado total.
Fuente: elaboración propia con datos de la MIPCA2011, Cepal.

Finalmente, la red de República Dominicana (gráfico 25) muestra una configuración con algunos patrones por tipo de encadenamientos. Los sectores estratégicos se encuentran relativamente cercanos al centro de la red, donde destacan el sector de otros servicios y el de agricultura y forestal. En las áreas más alejadas, muestran una menor relevancia los sectores del tipo estratégicos y los independientes. En el caso dominicano, los sectores clave (productos minerales no metálicos; caza y pesca; y hierro y acero) no poseen una localización central en la red. Destaca, además, al igual que en el caso panameño, el sector de bebidas (estratégico) se separa ampliamente del resto de los sectores.

Gráfico 25
Red^{a)} de República Dominicana, por tipo de encadenamiento productivo



a) Red visualizada a partir del algoritmo *prefuse force directed*, centralizada por grado total.
Fuente: elaboración propia con datos de la MIPCA2011, Cepal.

En síntesis, las redes de cada país tienen diversas configuraciones al centralizar los nodos por grado de conectividad total. Algunos tienen redes que muestran una jerarquía un poco más clara (República Dominicana, Panamá y Costa Rica); mientras que en las demás no se observa. Un sector que sin importar el tipo de encadenamiento suelen situarse en regiones cercanas a los centros de las redes es el de otros servicios, el cual además es un importante generador de VBP en varios países. Este es un sector proveedor para las economías por lo que es de gran importancia para garantizar la producción de gran cantidad de otros bienes, sin embargo, no es un sector altamente demandante en las economías locales por lo que suele no ser un sector clave (no tiene el perfil completo de encadenamiento). Además, otros sectores del área primaria también se muestran con una alta relevancia en la configuración de la red para algunos países. En este sentido, destaca la caza y pesca en República Dominicana y la agricultura y forestal en Panamá. En otros casos, los sectores de bebidas y caza y pesca se alejan de gran manera del resto de los sectores, lo cual muestra que tienen una menor relevancia en términos de conectividad, medida por su grado total.

Conclusiones

La caracterización elaborada en este documento permite identificar cómo se conectan o relacionan distintos sectores productivos que se detallan en la MIPCA2011. A partir de un ejercicio en el cual se analiza la sensibilidad de la densidad de conexiones de las redes por país, se observa que en su mayoría tienen un tejido transaccional débil, con pocos flujos a lo interno del país con alto valor bruto de la producción, superior a \$1 o \$5 millones. Esto es en parte el reflejo de ser economías pequeñas, pero también altamente orientadas a la apertura comercial, por lo que una parte importante de la actividad productiva se destina a al comercio intrarregional o a socios comerciales externos. El bajo tejido productivo refleja también otro aspecto importante: la informalidad en las economías de la región. Este es un aspecto que se puede desarrollar con mayor profundidad en futuros análisis.

El análisis de la topología de las redes de los países, a partir de indicadores propios del análisis de redes, revela que son sistemas altamente conectados y densos, como suelen ser redes derivadas de matrices insumo-producto. La cantidad de pasos que son necesarios para recorrer toda la red son menos de dos, lo que implica que una mayor parte de los sectores está conectada con el resto de sectores, y esto es positivo. Lo que se debe de considerar es el VBP de estas conexiones tienen y de qué manera se fortalecen las relaciones productivas entre sectores.

El fortalecimiento de los flujos productivos en la región debe considerar características como su capacidad de encadenar su producción en las cadenas productivas de las economías. En los países de Centroamérica y República Dominicana, la mayoría de los sectores en las economías presentan algún tipo de encadenamiento (impulsores, estratégicos), pero son muy pocos los sectores con el encadenamiento completo (clave). En estos tres tipos de sectores se concentra la mayor cantidad de VBP que se genera a nivel de país, pero existe una amplia cantidad de sectores que producen de manera mucho más aislada (los que tienen tipo de encadenamiento independiente). Estos sectores además pertenecen principalmente a la industria, o sector secundario, y precisamente son sectores enfocados en el mercado interno.

Algunos procesos productivos por su naturaleza demandan una gran cantidad de insumos, sin embargo, no todas las economías de la región tienen la capacidad de proveer estos insumos. A pesar de esto, con intermediación oportuna, se pueden conectar sectores que de momento no se están hablando y por otro lado fortalecer las capacidades internas para que los insumos que si se pueden potencialmente producir en suelos nacionales se generen a lo interno y ayuden a robustecer los mercados nacionales.

Bibliografía

Acemoglu, D; Akcigit, U y Kerr, W. 2016. *Networks and the Macroeconomy: An Empirical Exploration*. National Bureau of Economic Research (NBER).

Blöchl, F; Theis, F; Vega-Redondo, F y Fisher, E. 2011. Vertex centralities in input-output networks reveal the structure of modern economies. *Physical Review*, E83m 046127.

CEPAL. 2016. *La matriz de insumo-producto de América del Sur. Principales supuestos y consideraciones metodológicas*. Comisión Económica para América Latina; Instituto de Pesquisa Economica Aplicada. Santiago.

Chaverri, C. 2016. *Encadenamientos productivos: una aplicación a partir de los datos de la Matriz Insumo Producto*. Departamento de Investigación Económica. Banco Central de Costa Rica. DI-001-2016.

González, V. y Durán, E. 2017. *Análisis de redes de la Matriz Insumo-Producto de Costa Rica*. Ponencia preparada para el Informe Estado de la Nación 2017. San José: PEN, Conare.

Guzmán, M.; Meneses y Córdova (2020). *Estimación de encadenamientos productivos, multiplicadores de empleo y redes productivas de la MIPCA2011*. San José: PEN, Conare.

Hirschman, A. O. 1985. *The Strategy of Economic Development*. New Haven.

Jiménez Fontana, P. y Guzmán, M. 2020. *Análisis de redes de la Matriz de Transacciones Regionales*. Ponencia preparada para el Informe Estado de la Nación 2020. San José: PEN, Conare.

Leontief, W. 1965. *Analysis Input-Output*. En *Análisis Económico Input-Output*. España: Editorial Orbis

Meneses, K. y Córdova, G. 2017. *Crecimiento económico y encadenamientos de empleo*. Ponencia preparada para el Informe Estado de la Nación 2017. San José: PEN.

Meneses, K; Córdova, G. y Oleas, K. 2019. *Crecimiento económico y encadenamientos de empleo*. Ponencia preparada para el Informe Estado de la Nación 2019. San José: PEN. San José: PEN.

Meneses, K y Córdova, G. 2020. *Análisis de encadenamientos productivos y de empleo en Costa Rica*. Ponencia elaborada para el Sexto Informe del Estado de la Región. San José: PEN.

Milgram, S. 1967. *The Small World Problem*. *Psychology Today*, 2, 60-67

Minzer, R. y Orozco, R. 2019a. *Análisis estructural de la economía hondureña: el mercado laboral*. (LC/TS.2019/123, LC/MEX/TS.2019/30), Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Minzer, R. y Orozco, R. 2019b. *Análisis estructural de la economía panameña: el mercado laboral*. (LC/TS.2019/123, LC/MEX/TS.2019/30), Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Orozco, R. 2020. *Valor agregado inducido por el comercio entre Centroamérica, México y la República Dominicana*. Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/144; LC/MEX/TS.2020/37), Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Orozco, R. y Minzer, R. 2020. *Integración productiva a través del comercio intrarregional de insumos intermedios en Centroamérica, México y la República Dominicana: un análisis basado en indicadores de especialización vertical*. Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/101; LC/MEX/TS.2020/23), Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Rasmussen, P. N. 1963. *Relaciones Intersectoriales*. Madrid: Aguila

Reka, A. y Barabási, A.L. 2002. *Statistical mechanics of complex networks*. *Reviews of modern physics*, Vol 74, January.

Schuschny, A. 2005. *Tópicos sobre el modelo de insumo-producto: teoría y aplicaciones*. Estudios estadísticos y prospectivos (37). Santiago de Chile: CEPAL.

Rodríguez, J. y Sánchez, K. 2019. *Mapeando encadenamientos productivos en El Salvador*. Dirección de Estudios y Propuestas del SELA. SELA-SE/2019-1.

Soyyigit, S. y Boz, Ç. *Global Input-Output Analysis: A Network Approach*. *Yildiz Social Science Review*.

Torres, L. D. y Zafra, K. 2020. *Distribución funcional del ingreso inducido por el comercio entre los países de Centroamérica, México y la República Dominicana*. Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/114; LC/MEX/TS.2020/28), Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Vargas, J. 2015. *Prospectiva del empleo en Costa Rica a partir de la matriz insumo producto, 2011*. Ponencia preparada para el Informe Estado de la Nación 2016. San José: PEN. San José: PEN.

Wellman, B. 1983. *Network Analysis: Some Basic Principles*. Sociological Theory, Vol. 1 (1983), pp. 155-200.

Wood, R. y Lenzen, M. 2006. *Aggregate Measures of Complex Economy Structure and Evolution: A Review and Case Study*. Journal of Industrial Ecology, Vol 13, N°2: Sydney.