



---

**Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2020**

---

## **Investigación de base**

---

Redes productivas regionales y sectoriales en  
Costa Rica

### **Investigadoras**

Pamela Jiménez Fontana  
Marisol Guzmán Benavides

San José | 2021



338  
J61r

Jiménez Fontana, Pamela

Redes productivas regionales y sectoriales en Costa Rica : investigación de base / Pamela Jiménez Fontana, Marisol Guzmán Benavides. -- Datos electrónicos (1 archivo : 2.800 kb). -- San José, C.R. : CONARE - PEN, 2021.

ISBN 978-9930-607-98-5

Formato PDF, 54 páginas.

Investigación de Base para el Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2020 (no. 26)

1. REDES PRODUCTIVAS. 2. CENTROAMÉRICA. 3. ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS. 4. ECONOMÍA. 5. INTEGRACIÓN REGIONAL. I. Guzmán Benavides, Marisol. II. Título.



## Tabla de contenidos

Presentación .....	3
Antecedentes .....	3
Abordaje metodológico.....	4
Fuentes de información y creación de variables.....	4
Métodos: matriz de transacciones regionales.....	6
Métodos para el análisis de las redes productivas .....	8
Indicadores globales .....	10
Indicadores locales.....	11
Métodos: tipología para el agrupamiento de los nodos de la MTR.....	12
Métodos: Dependencia Estructural de la red.....	14
Resultados .....	14
Análisis de indicadores de red: MTR .....	15
Caracterización de redes regionales y sectoriales.....	21
Red productiva nacional depende en gran medida del comercio y transporte de la Central-GAM .....	22
Red productiva nacional tiene baja articulación local y entre regiones fuera de la GAM ...	26
Caracterización de redes locales.....	32
<i>Región Central-GAM</i> .....	32
<i>Red del parque productivo fuera de la región Central-GAM</i> .....	33
<i>Región Central-Periferia</i> .....	36
<i>Región Brunca</i> .....	37
<i>Región Pacífico Central</i> .....	38
<i>Región Huetar Norte</i> .....	39
<i>Región Chorotega</i> .....	40
<i>Región Huetar Caribe</i> .....	41
Dependencia estructural .....	42
Conclusiones .....	46
Bibliografía .....	48
Anexos.....	50

## Presentación

Esta Investigación se realizó para el Informe Estado de la Nación 2021. El contenido de la ponencia es responsabilidad exclusiva de su autor, y las cifras pueden no coincidir con las consignadas en el Informe Estado de la Nación 2021 en el capítulo respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

## Antecedentes

Desde que el país se recuperó de la crisis financiera del 2008-2009, el crecimiento de la economía ha sido moderado, por debajo del nivel potencial (PEN, 2019). Sin embargo, el bajo crecimiento no ocurre con la misma intensidad en todas las regiones y sectores del país. De acuerdo a Jiménez-Fontana y Segura (2021), las regiones Chorotega y Pacífico Central experimentaron la mayor desaceleración en las ventas entre el 2016 y 2017, por debajo de un 1%. Por otro lado, el comportamiento promedio de la estructura productiva y el crecimiento económico no reflejan las brechas que se dan entre las distintas regiones del país (Durán Monge et al., 2021).

En el país existen múltiples estudios sobre las redes productivas, cadenas de valor, y encadenamientos (Meneses Bucheli y Córdova, 2020; Guzmán, Meneses y Córdova, 2021; Guzmán y Piedra, 2021; Meneses Bucheli, K. y Córdova, G. 2017; González Gamboa, V. y Durán Monge, E., 2017; Chaverri Morales, C., 2016) sin embargo, la mayoría de estudios están basados en estadísticas regionales. En Costa Rica no existen estadísticas oficiales de producción a nivel regional, por lo que en muchas ocasiones la política pública se basa en los promedios nacionales. Dado este vacío de información, el Programa Estado de la Nación en el 2019 inició una línea de investigación para analizar con nuevas fuentes de información la estructura de la economía con perspectiva regional (PEN, 2019; Jiménez-Fontana y Segura, 2019; Jiménez-Fontana y Segura 2021).

En el caso del análisis de redes para el sector productivo, existe literatura con datos de otros países (Blöchl et al., 2011; Acemoglu et al. 2016, Soyyigit y Boz, 2017) sin embargo, los datos usualmente son de relaciones entre empresas y otros niveles de compra y venta en el sector productivo, o por otro lado, se enfocan en *clusters* geográficos. Por otra parte, Orozco y Torres (2020), Guzmán y Piedra, 2020 analizan las interacciones de comercio a nivel centroamericano y de República Dominicana y a nivel local de cada país, pero sin entrar a niveles subregionales.

Otra vertiente de literatura pertinente a este estudio es la geografía económica, la cual, en el caso de Costa Rica ha generado avances en el estudio de la territorialidad de los aparatos productivos desde la geografía económica. Entre estos trabajos destacan Girot (1989), Sandner (1982), Sandner y Nuhn (1966) y Sandner (1962) los cuales han sido además la base de la regionalización que hoy emplean Mideplan y el INEC, por medio de las regiones de planificación las cuales además son utilizadas en este documento.

Esta investigación pretende dar seguimiento a la línea de investigación de estructura productiva del Programa Estado de la Nación, con una profundización por medio del análisis de redes productivas a nivel de regiones en Costa Rica para el año 2017. El objetivo principal de esta investigación es brindar un panorama y herramientas para identificar la conexión y desconexión de los sectores de las regiones, en términos de compras y ventas, para identificar las capacidades de estos en términos de políticas de fomento productivo.

## **Abordaje metodológico**

### **Fuentes de información y creación de variables**

Las principales fuentes de información de esta investigación son el Registro de Transacciones y el Registro de Variables Económicas (Revec) del BCCR. El procesamiento requerido para esta investigación se realizó en el BCCR<sup>i</sup>, bajo las condiciones de seguridad tecnológica necesarias para garantizar la integridad y confidencialidad de la información. Las autoras no tuvieron acceso a información sensible ni confidencial. Los procesamientos para realizar este estudio fueron efectuados con STATA 14 y la librería Igraph de R. Para la visualización de datos se utilizó Cytoscape y Tableau<sup>ii</sup>.

El Registro de Transacciones del BCCR permite estimar los flujos de transacciones entre regiones y sectores económicos. Esta fuente de información incluye las transacciones de compra o venta de bienes y servicios de personas físicas o jurídicas, con las siguientes consideraciones: i) no incluye las transacciones correspondientes a importación o exportación de bienes, ii) contabiliza solo las transacciones mayores a 2.500.000 colones realizadas en el territorio nacional<sup>iii</sup>, iii) las transacciones no incluyen impuestos de ventas o de consumo, iv) excluye las empresas informales sin registros administrativos, y v) las ventas no equivalen a valor agregado (pues no se descuentan los costos intermedio, no es consumo final). Además, dado que esta fuente de información solo contempla las transacciones mayores a 2.500.000 colones anuales, muy probablemente se están excluyendo emprendimientos o microempresas cuyas ventas sean pequeñas. En el presente estudio, las referencias a montos de compras o ventas por sectores y regiones se refiere a cifras anuales.

Una de las limitaciones de la fuente de información es que, al cierre de edición de este estudio, el último año disponible del Revec era el 2017; sin embargo, este estudio se enfoca en analizar a fondo la estructuras productivas, sin entrar en detalle en cambios coyunturales.

Una de las particularidades de el Revec (2017) es que contiene información detallada de la ubicación de la producción que realizan las empresas dentro del territorio nacional. La ubicación de las empresas (provincia, cantón, y distrito) el BCCR la determina según registros administrativos, lo cual no necesariamente corresponde al lugar donde se generó la actividad productiva. Dado lo anterior, en el 2020, un equipo de investigación del BCCR<sup>iv</sup> realizó un ajuste para corregir la ubicación de las empresas según donde se residan la mayoría de los empleados. Esto generó un ajuste del 15% del total de registros en Revec, principalmente en los sectores de agricultura, construcción, y comercio<sup>v</sup>. Para efectos de la presente investigación se excluyeron las empresas que no contaban con el registro geográfico.

En la presente investigación se construye la variable “Región” a partir de la clasificación de las cinco regiones de planificación de Mideplan: Central, Brunca, Pacífico Central, Huetar Norte, Chorotega, y Huetar Norte. En este estudio se desagrega la región Central en dos grupos: Central-GAM y Central-Periferia, dado que existen diferencias significativas en la dinámica y estructura productiva (Jiménez-Fontana y Segura, 2020). La región Central-Periferia se compone de los siguientes cantones: Puriscal, Tarrazú, Acosta, Turrubares, Dota, León Cortés, San Ramón, Grecia, Naranjo, Palmares, Zarcerro, Valverde Vega, Jiménez, y Turrialba.

Una particularidad de este estudio es que la desagregación por actividad económica va más allá de los grandes grupos establecidos en el Manual de Cuentas Nacionales de Naciones Unidas que utiliza el BCCR. Específicamente, en esta investigación la variable sector económico se construyó a partir de una clasificación que considera la dinámica productiva, y la intensidad tecnológica y de conocimiento, según lo planteado en OCDE (2011). Esta clasificación permite visibilizar actividades económicas estratégicas para la economía de mayor intensidad tecnológica. Entre los principales aspectos de la clasificación destaca que se desagrega la industria en dos grupos: tradicional y manufactura tecnológica. En el caso de Costa Rica, esta separación es de suma relevancia para diferenciar actividades tradicionales como la agroindustria de los dispositivos médicos. Además, también se agrupan los servicios de mercado intensivos en conocimiento como una categoría, entre los que se encuentran los servicios financieros y profesionales. El cuadro 1 muestra con detalle la agrupación que se utilizó.

**Cuadro 1**  
**Agrupación de la variable de sector económico**

Grupos	Sectores económicos	Descripción de principales actividades
1	Agropecuario	Agricultura, ganadería, caza, silvicultura, extracción de madera pesca, acuicultura, y servicios conexos
2	Industria tradicional	Elaboración de productos alimenticios Elaboración de bebidas Fabricación de productos textiles Fabricación de papel Fabricación de productos metálicos Fabricación de muebles Evacuación de aguas residuales Recolección, tratamiento, y eliminación de desechos Extracción de carbón de piedra Explotación de minas y canteras Fabricación de productos de caucho y plástico
3	Manufactura tecnológica	Reparación de equipo electrónico y óptico Fabricación de productos farmacéuticos y sustancias químicas medicinales Fabricación de equipo eléctrico Fabricación de productos informáticos, electrónicos, y de óptica Fabricación de instrumentos y suministros médicos y odontológicos Fabricación de vehículos automotores, remolques, y semirremolques

**Cuadro 2**  
**Representación de la Matriz de Transacciones Regionales (MTR)**

		Comprador			
		Región 1		Región n	
Vendedor		Sector 1	Sector n	Sector 1	Sector n
	Región 1	Sector 1			
Sector n					
Región n	Sector 1				
	Sector n				

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se detallan los principales aspectos metodológicos y supuestos que se implementaron durante la construcción de la MTR:

- Las matrices insumo producto son la base para la construcción de las estadísticas macroeconómicas de un país. En términos generales, una MIP es una versión desagregada de las Cuentas Nacionales. En el caso de la MTR que se construyó en este estudio, dado que esta no es un registro oficial, no cuenta con ningún ajuste que refleje o empate con las estadísticas de las Cuentas Nacionales o la Matriz Insumo Producto del BCCR.
- Dado que el enfoque de la MTR es regional y sectorial, en este análisis no se consideraron aquellos registros en el Revec o el Registro de Transacciones que no contaran con el detalle de la ubicación de la empresa y/o el sector económico.
- Dado que la MTR utiliza registros administrativos para su construcción, en este análisis se excluye el sector informal de la economía costarricense que es invisible en los registros oficiales del BCCR.
- Para la construcción de la MTR, se excluyen las transacciones del sector público reportadas en el Registro de Transacciones. Específicamente no se consideran la administración pública y planes de seguridad social; servicios públicos en salud y educación; organizaciones sin fines de lucro, actividades de los hogares como empleadores, y actividades no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio.

Dadas estas consideraciones, este estudio no analiza toda la actividad productiva que se realiza en el país (PIB), sino que se delimita a la “Actividad productiva interna del sector privado formal”.

## Métodos para el análisis de las redes productivas

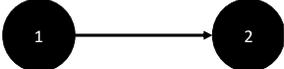
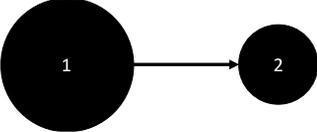
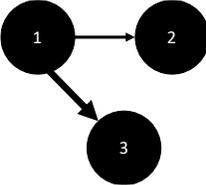
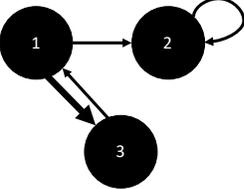
La red productiva que se genera a partir de la MTR refleja todas las distintas transacciones que se dan entre los sectores de cada región, a lo interno y a lo externo de cada una. En este estudio se combinan el análisis de redes con una tipología creada mediante la identificación de conglomerados estadísticos, para analizar la MTR. Es importante subrayar que un conglomerado estadístico no es equivalente a un *clúster productivo* empleado en la teoría de desarrollo.

En esta investigación, el concepto de red se basa en la noción subyacente de que los fenómenos sociales pueden entenderse como sistemas, es decir, como componentes que interactúan entre sí de acuerdo con ciertos patrones discernibles. La teoría del análisis de redes tiene una sofisticada gama de indicadores con base en las relaciones entre los grafos<sup>vi</sup>, con el propósito de examinar y visualizar la composición y topología de los sistemas. Para esto, se aplica una serie de análisis dirigidos a desengranar distintas características de la conectividad<sup>vii</sup>, así como la capacidad de afectar a otros sectores y regiones de la MTR.

Una red, en su nivel más básico, está compuesta por dos elementos: los nodos y los vínculos entre los nodos. En el presente estudio, cada nodo constituye una combinación de región y sector productivo. En el Cuadro 3, se observa cómo se representan las relaciones de la MTR y sus múltiples características. Se parte de las dos unidades básicas mencionadas, y a partir de ello se caracterizan sus relaciones. En este caso, la red que se desprende de la MTR es dirigida, es decir, las flecha o vínculos tiene dirección, es decir, indica el origen y el destino de cada transacción, en este caso quien emite la venta y quien realiza la compra. El tamaño de cada nodo refleja un peso relativo con respecto a otros nodos. Además, las relaciones comerciales en la red tienen distintos pesos, y esto se muestra por medio del tamaño del flujo o transacción la cual es más gruesa cuando la transacción es más grande, y esta es comparable con el resto de las transacciones. Un nodo o vértice puede ser vendedor y comprador de otro nodo. Dado que se están analizando sectores productivos, es posible que un sector sea comprador y vendedor de diversas industrias que pertenecen a un mismo sector productivo, o que sea comprador y vendedor en distintas etapas de su proceso productivo.

Cuadro 3  
Representación de los elementos que visualizan la red de la MTR

Nombre	Representación	Significado
Nodo (círculo)		Representa una combinación de región y sector.
Flecha (flujo)		Indica la dirección del flujo; es decir, hay un origen y un destino de cada transacción.

Nombre	Representación	Significado
Representación básica		El nodo 1 envía un flujo hacia el nodo 2.
Tamaño del nodo		Refleja la importancia entre dos nodos. El peso del nodo 1 es mayor que el del nodo 2.
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 distinto a la del flujo que sale del nodo 1 hacia el nodo 3.
Múltiples flujos entre nodos		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		Representa el clúster al cual pertenece o el nivel del nodo en el indicador.

Fuente: Elaboración propia con base en las características de la MTR.

Una vez identificados los elementos de las redes que se desprenden de la MTR, se realiza la estimación de los indicadores de redes. Para efectos de la identificación de cada uno de los nodos de las redes que se analizan en este estudio, el cuadro 4 muestra el número asignado para cada uno donde el primer dígito representa la región (números del 1 al 7) y el último dígito representa el sector productivo (números del 1 al 9).

Cuadro 4  
Codificación de los nodos de la MTR por sector y región

Sector productivo	Central-GAM (1)	Central- Periferia (2)	Brunca (3)	Pacífico Central (4)	Huetar Norte (5)	Chorotega (6)	Huetar Caribe (7)
(1) Agropecuario	101	201	301	401	501	601	701
(2) Industria tradicional	102	202	302	402	502	602	702
(3) Manufactura tecnológica	103	203	303	403	503	603	703
(4) Servicios intensivos en conocimiento	104	204	304	404	504	604	704
(5) Comercio y transporte	105	205	305	405	505	605	705
(6) Construcción e inmobiliarias	106	206	306	406	506	606	706
(7) Alojamiento y comida	107	207	307	407	507	607	707
(8) Educación y salud	108	208	308	408	508	608	708
(9) Otros servicios	109	209	309	409	509	609	709

Fuente: Elaboración propia.

### **Indicadores globales**

El primer tipo de indicadores es de carácter global, y se refieren a la totalidad de la red pues describen y caracterizan como es la conectividad vista como un sistema de elementos con cierto nivel de conexión. El cuadro 5 describe en detalle cada uno de estos indicadores empleados en el análisis. El primer indicador, la densidad es una medida global de conectividad, entre más cercano a uno sea el indicador, más cercano a la conectividad perfecta, donde todos los sectores están conectados con todos los demás. El segundo indicador, la distancia promedio se refiere a la cantidad de “saltos” que hay que dar entre un nodo (sector productivo) y otro para llegar a otro sector. Es decir, si se parte de un sector  $X_i$ , cuántos saltos de un sector a otro, en promedio, se deben dar para llegar a otro sector  $X_j$ , donde  $i \neq j$ . El tercer indicador global es la transitividad global y resumen la probabilidad de que dos nodos que son adyacentes, es decir, que están conectados de manera directa, estén ambos conectados a un tercer nodo, creando transitividad entre ellos.

Cuadro 5  
Indicadores globales de redes<sup>a/</sup>

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 <sup>viii</sup> . El coeficiente es un número entero que representa cantidad de “saltos” entre nodos.

Indicador	Descripción
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.
Reciprocidad	La reciprocidad entre dos nodos se da cuando hay flujos entre ellos en ambas direcciones.

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

Fuente: Guzmán y Piedra, 2021.

El objetivo primordial de utilizar este tipo de indicadores en el análisis es partir de una caracterización del núcleo productivo que se deriva de la MTR. Este núcleo tiene características específicas de conectividad como un sistema, pero también a nivel interno, cada sector tiene características específicas de conectividad que se discutirán a continuación. El cuarto indicador es la reciprocidad. Este fenómeno se da entre dos nodos cuando existen flujos en ambas direcciones entre ellos. En términos de la red productiva, este fenómeno se da cuando un sector (nodo) es comprador y vendedor, simultáneamente de otro.

### **Indicadores locales**

El segundo grupo de indicadores realiza un análisis de redes desde una perspectiva local. Para ello, se estiman una serie de índices que se asocian a cada nodo (sector económico) dentro de la MTR. Estos indicadores permiten centralizar la red por medio de la jerarquización los sectores productivos dependiendo de una serie de características. Estos indicadores locales describen una topología de la MTR que permite identificar roles específicos que tienen algunos sectores productivos al interactuar en una economía vista como un sistema. El cuadro 6 resume los indicadores locales que se estiman en la MTR.

#### **Cuadro 6**

##### **Indicadores locales de redesa/**

Indicador	Descripción	
Centralidad de grado	Grado de entrada	Cantidad de flujos de entrada del nodo. Un valor entre 0-63.
	Grado de salida	Cantidad de flujos de salida del nodo. Un valor entre 0-63.
	Grado total	Cantidad de flujos de entrada y salida del nodo. Un valor entre 0-126.
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.	
Centralidad por cercanía	Mide el nivel de independencia que tiene un nodo con respecto al resto de los nodos de la red. La cercanía es la suma de las distancias geodésicas <sup>ix</sup> de un nodo hacia todos los otros.	
Eigen	Indicador utilizado principalmente en redes sociales, y hace referencia la popularidad de una persona, medida por la popularidad de sus propias conexiones. Así, un nodo con alto valor del indicador está conectado a nodos que a su vez están bien conectados.	

Fuente: Elaboración propia a partir de Aguilar et al. (2017) y Freeman (1979).

El primer tipo de indicador local es la *centralidad de grado*. Este puede ser de salida (cantidad de flujo que salen de un nodo, es decir, cantidad de flujos de ventas emitidas por un sector económico), de entrada (cantidad de flujos que entran a un nodo, es decir, cantidad de flujos de compras realizadas por un sector productivo), o total, la suma del grado de entrada y grado de salida. El tipo de *centralidad* descrito anteriormente permite localizar nodos (sectores productivos) claves en términos de conectividad: los sectores que venden a más sectores (importantes proveedores de la red); los sectores que más compran (importantes compradores) y en general, nodos que tienen el potencial de convertirse en un cuello de botella en caso de que algo le suceda, o a su vez, un nodo que al afectarse tengan graves consecuencias en las ventas de las cadenas productiva, así como el caso contrario: sectores con grandes potenciales para incentivar una cadena productiva.

El segundo tipo de indicador es la *intermediación*. Esta indica cuántas veces un nodo (sector productivo) es el camino más corto entre otros dos nodos. Para ello, se miden las rutas más cortas de cada nodo hacia todos los demás, y se cuentan cuántas veces un nodo en particular es parte del camino más corto entre otros sectores. La importancia de este indicador yace en que permite identificar sectores que son “puentes” en la estructura productiva. Estos nodos además tienen un nivel de influencia importante en el resto de la red, pues los sectores considerados como importantes “puentes” son los que aseguran la comunicación sectorial, y son una especie de “controladores” de la red. En términos de la estructura productiva derivada de la MTR, un sector que tiene un importante rol de intermediación puede servir de puente como comprador y como vendedor o ambos.

El tercer tipo de indicador es la *centralidad por cercanía*. Este refleja qué tan cercano es un nodo al resto de la red. Esta métrica permite diferenciar los sectores que están altamente conectados de los que se encuentran más aislados al resto de los sectores que componen el sistema productivo.

El cuarto indicador local que se analiza en esta investigación es el *eigen value*. Este identifica la conectividad de un nodo con otros que sí están altamente conectados. Si se entiende el sistema productivo como un grupo de personas, de los cuales algunos están mejor conectados (tienen más contactos) que otros, el *eigen value* indica qué tanto un sector está enlazado con los sectores que son “lo más conectados”. Para entender mejor este concepto, es como si se midiera qué tan cercano es uno a un “clique” social, el cual goza de una posición de gran conectividad.

Además de las características de la red mencionadas anteriormente, se utilizan distintos algoritmos para visualizar y ordenar las relaciones en la red. Específicamente, en la herramienta de visualización Cytoscape para correr el algoritmo *Prefuse-Force Directed*, el cual considera la centralidad de la red, a partir de la cantidad y el peso de los flujos desde y hacia de cada nodo, y centraliza los que tienen mayor relevancia en estos términos (Kobourov, 2012).

### **Métodos: tipología para el agrupamiento de los nodos de la MTR**

A partir de los indicadores del análisis de redes y el valor de los flujos de venta y compra de cada sector, se agruparon los sectores de cada región por medio de una estimación de conglomerados. Para elaborar este agrupamiento (*clústeres*) se utilizó un algoritmo de tipo *K-*

*means*, el cual minimiza las diferencias entre los valores de las variables de los miembros de cada clúster. Lo anterior permitió clasificar en cuatro grupos las regiones por sector (cuadro 7), los cuales se detallan a continuación:

- **Alto** (alta conectividad y altas transacciones): está compuesto únicamente por tres nodos, los cuales generan y reciben flujos de muy alto valor, además de tener el mayor nivel de conexión promedio (venden a 62 nodos y compran a 60 de los 63, en promedio). El promedio del valor de ventas de este grupo es de 2.100.000 millones de colones, mientras el promedio de compras es de 1.621.000 millones de colones.
- **Intermedio** (conectividad y transacciones de nivel intermedio): es el grupo más grande, el cual está compuesto por 34 nodos. Tiene un nivel de conexión intermedio-alto (vende a 53 nodos y compra a 31 nodos de 63 posibles, en promedio), pero sus nodos venden y compran mucho menos en promedio con respecto al primer grupo (147.000 y 107.000 millones de colones, respectivamente).
- **Bajo** (baja conectividad y transacciones): está constituido por 20 nodos que se distinguen por tener un nivel intermedio-bajo de capacidad de conexión (34,9 nodos a los que vende y 38,6 nodos a los que compra, en promedio). Las ventas promedio de este grupo son de 9.800 millones de colones, mientras el valor promedio de las compras es de 13.600 millones de colones.
- **Desarticulado:** incluye seis nodos, por lo cual es el segundo más pequeño. Estos nodos poseen baja conectividad (trece nodos de ventas y dieciséis de compras, en promedio), y no representan ni el 1% en compras ni en ventas (ambos por debajo de los 2.000 millones de colones).

Cuadro 7  
Descripción de los clústeres de tipo de conectividad de la MTR

Clúster	Tamaño (cantidad de nodos)	Ventas		Promedio o grado de salida	Compras		Promedio o grado de entrada
		Promedio	Porcentaje		Promedio	Porcentaje	
Alto	3	2.100.786,8	62,1	62,3	1.621.141,9	47,9	60,0
Intermedio	34	107.249,0	35,9	53,5	147.215,6	49,3	51,1
Bajo	20	9.802,5	1,9	35,0	13.669,1	2,7	38,6
Desarticulados	6	1.353,8	0,1	13,3	1.810,3	0,1	16,2

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

## Métodos: Dependencia Estructural de la red

Por último, se elaboró un ejercicio de análisis de dependencia, conocido como DEPNA (Jacob *et al.*, 2016), consistente en identificar en qué grado los vecinos inmediatos (conexiones inmediatas) de cada región-sector se verían afectados ante un cambio considerable en esa región-sector. Es decir, se procura visualizar la dimensión de la afectación si se diera un *shock* (positivo o negativo) en los sectores más neurálgicos de la red. Para esto, se crea una matriz de dependencia de la red, la cual utiliza correlaciones parciales para cuantificar el nivel de influencia de cada nodo. El objetivo de este ejercicio es determinar cuáles nodos tendrían altos niveles de influencia, medidos por el nivel de dependencia, para transmitir un *shock* positivo de demanda, y cuáles serían sectores sin gran capacidad de afectación en la red.

Un tercer nivel de análisis para entender el funcionamiento del aparato productivo nacional más allá de la intensidad de la conexión de un nodo sector-región consiste en determinar su capacidad para influir en sus *vecinos* inmediatos. Un vecino inmediato se define como una conexión directa que tenga un nodo con otro sin necesidad de un intermediario. Esto permitiría conocer, en caso de un *shock*, tanto positivo como negativo, quiénes serían los más afectados por una disrupción. Un análisis así es especialmente importante debido a las graves implicaciones de la pandemia del covid-19 sobre la economía nacional. Para esto, se parte de la estimación de la matriz de dependencia (MD), la cual proviene del área de la neurociencia, en la cual se analiza la comunicación entre las regiones del cerebro por medio de correlaciones aplicadas al análisis de redes (Jacob *et al.*, 2016). La MD asigna un coeficiente (estimado como una correlación parcial) de dependencia a cada flujo de la MTR, el cual indica en qué proporción el nodo X depende del nodo Y. Esta operación se realiza en ambas direcciones; es decir, las relaciones de dependencia no son simétricas: un nodo Z puede tener una mayor o menor dependencia de otro nodo K, que la que el nodo K tenga del nodo Z. Para efectos de este estudio, se calcula la relación de dependencia hasta el primer vecino, es decir, conexiones directas existentes entre los nodos, y no se llega a un segundo nivel por cuanto los datos no posibilitan extraer las características necesarias para estimarlo.

## Resultados

A partir de las herramientas metodológicas descritas anteriormente se analizan con detalle el nivel de conexión de los sectores productivos a nivel regional. Esta sección se divide en tres apartados. El primero analiza con detalle los indicadores de la red MTR a nivel global. El segundo describe los perfiles de las redes regionales y sectoriales, en el que se identifica la articulación intra e inter regiones. El tercer apartado caracteriza las redes locales internas de las siete regiones que se utilizan en esta investigación, en esta se analiza la articulación interna de cada una y la importancia de las transacciones locales dentro de la economía regional. Finalmente, el último apartado estima la dependencia estructura de las redes con el fin de determinar su capacidad de para influir en el resto de la economía.

## Análisis de indicadores de red: MTR

Esta sección se enfoca en describir los principales resultados descriptivos de los indicadores de redes descritos en la sección 2.3 de este documento. El cuadro 8 detalla las características básicas de la red de grafos a partir de la MTR. Está compuesta por 63 nodos (cada uno representando una combinación de sector-región y existen 2.785 flujos de compras y ventas. El tamaño de la red es de diámetro 3, radio 1, con una distancia promedio de 1,3 nodos y una densidad de 0,7 (considerada alta, al ser superior a 0,5). En este caso, la distancia promedio indica que, para recorrer la red, desde cualquier nodo, hacia cualquier otro nodo de la red se llega por medio de 1,3 nodos en promedio.

### Cuadro 8

#### Resumen de estadísticas de la red de la MTR

Indicador	
Cantidad de nodos	63
Cantidad de flujos	2785
Cantidad promedio de vecinos	49,683
Diámetro	3
Radio	1
Distancia promedio	1.305
Transitividad (Coeficiente de <i>clustering</i> )	0,807
Densidad de la red	0,713
Componentes conectados	1
Pares de nodos con múltiples flujos	1.163
<i>Loops</i> <sup>x</sup>	57

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

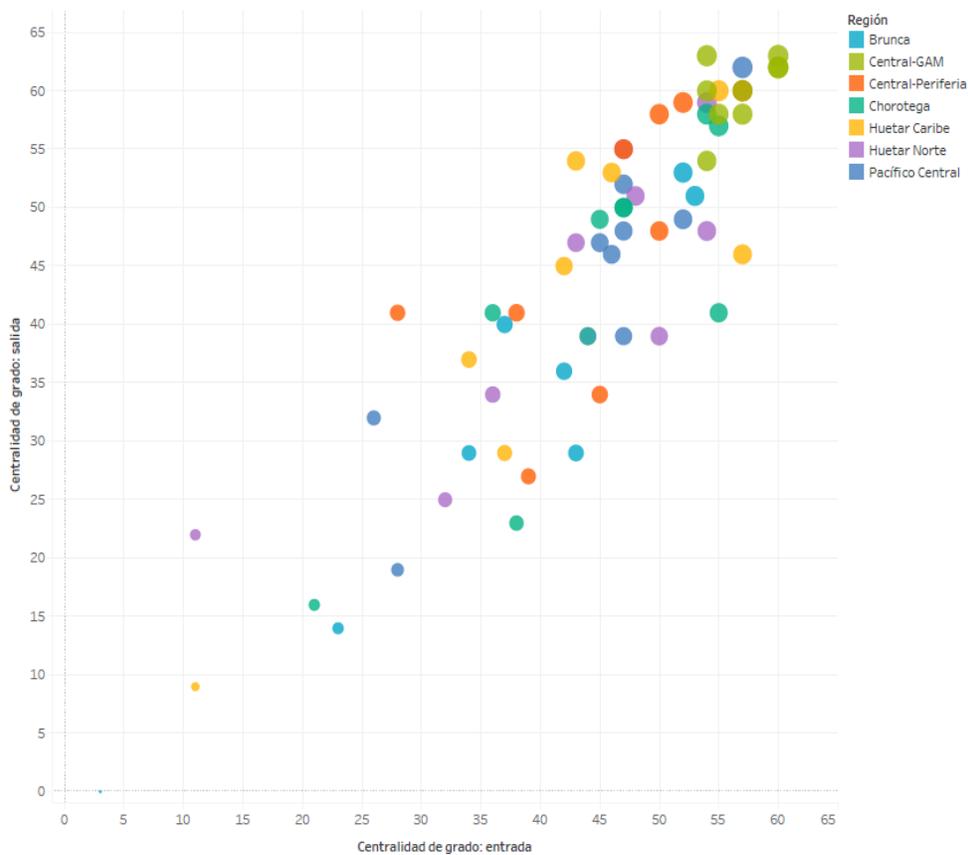
En cuanto a la transitividad global (el coeficiente de *clustering*) es decir la probabilidad de que dos nodos adyacentes a un tercer nodo estén conectados, es de 0,8 sin ponderar por el peso del flujo (superior a 0,5 y se considera alto). Este representa el *ratio* de las triadas (tres nodos conectados de manera adyacente) entre la cantidad de triadas conectadas en la red. Por otro lado, la reciprocidad de un par de nodos se da cuando hay flujos entre ambos, en las dos

direcciones. Ella indicada la proporción de todos los posibles pares de nodos que son recíprocos, tomando que hay al menos un flujo entre estos pares. Esta red presenta un coeficiente de reciprocidad de 0,85, también considerado alto.

En términos general, es una red densa, con bastantes conexiones, sin embargo, es de interés identificar diferencias en las estructuras de conexión de los nodos, para valorar características sectoriales y regionales, que permitan tener mayor claridad de como interactúan estos. Para ellos, se analizan los indicadores de redes, de manera global (a nivel de red completa) y a nivel local (a nivel de nodo: sector-región).

La centralidad de grado se observa a nivel de nodo en el gráfico 1. Este concepto de centralidad se puede entender mejor si se conceptualiza como una priorización, donde los nodos con mayor número de flujos de entrada y de salida, tiene un rol mucho más central en la red, pues tienen prioridad por estar más conectados. Por la naturaleza de la producción de algunos sectores, algunos tienden a estar mucho más conectados que otros, sin embargo, incluso entre los mismos sectores se observan importantes diferencias a nivel de territorial. Como se muestra en el gráfico, hay regiones altamente conectadas como la Central-GAM (los círculos verdes en la parte superior derecha), mientras que otras regiones tienen sectores de alta y baja conectividad como es el caso de la región Pacífico Central (con los círculos azul oscuro, esparcidos a lo largo del gráfico). Es importante mencionar que, en este caso, se hace referencia únicamente a la cantidad de flujos, y no al valor de estos, lo cual se analizará con mayor detalle más adelante.

Gráfico 1  
Dispersión de la centralidad por grado de entrada y salida, según región



a/El tamaño del círculo muestra la suma de la centralidad de grado de entrada y salida, es decir, representa la centralidad de grado total.

b/Cada nodo representa una combinación de región-sector.

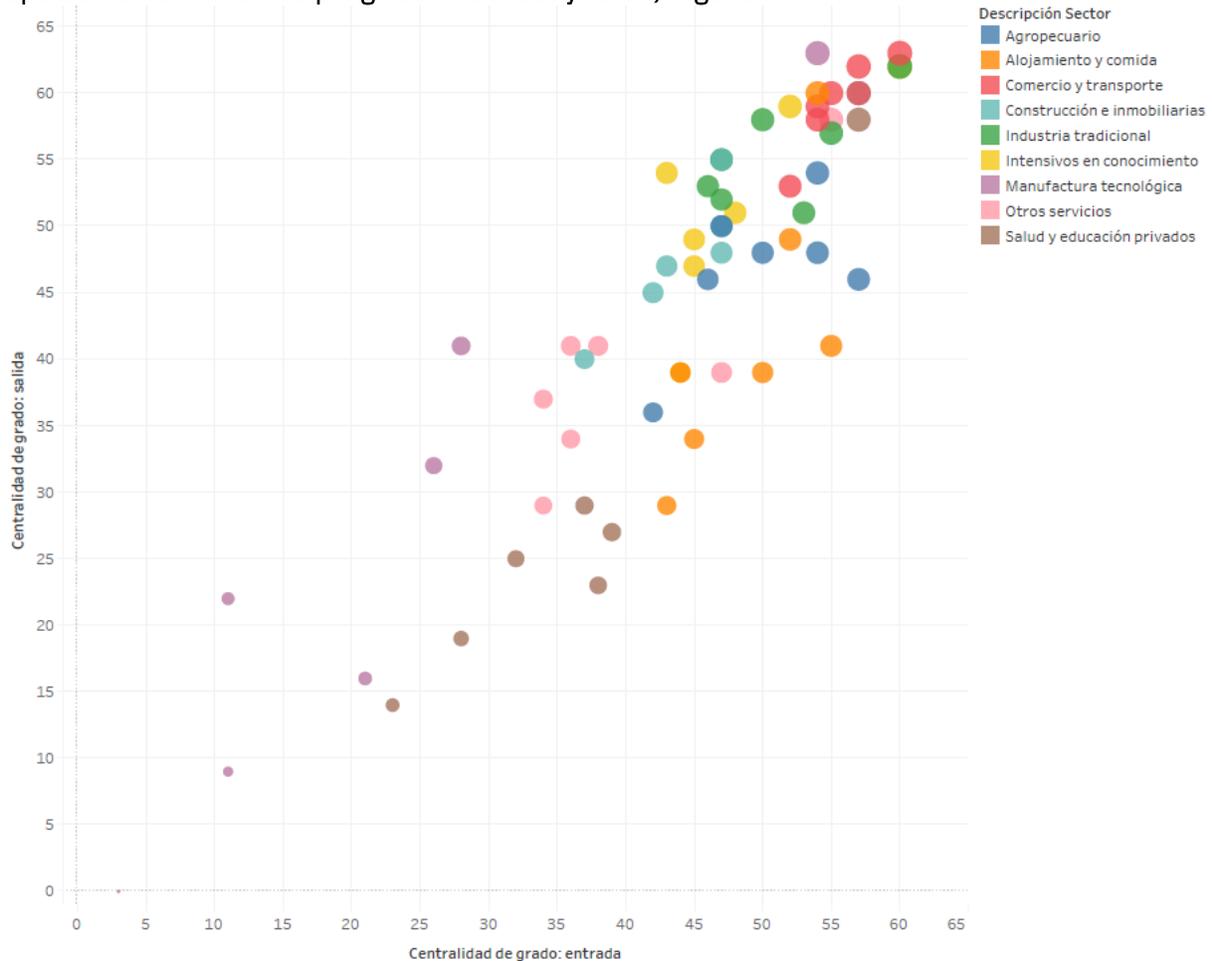
Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

Además, como se puede observar, la región Central-GAM tiene todos sus nodos, incluido el de manufactura tecnológica, agrupados en la parte superior derecha del gráfico, esto implica un alto nivel de conectividad entre los distintos sectores. Por otro lado, si se analiza la dispersión

de los nodos, también en términos de centralidad de grado de entra y de salda, pero diferenciando por sector productivo, claramente se observan los agrupamientos, principalmente del sector de comercio y transporte (círculos rojos en la parte superior derecha, por ejemplo) en cuanto a conectividad a lo largo del gráfico 2.

Gráfico 2

Dispersión de la centralidad por grado de entrada y salida, según sector



a/El tamaño del círculo muestra la suma de la centralidad de grado de entrada y salida, es decir, representa la centralidad de grado total.

b/Cada nodo representa una combinación de región-sector.

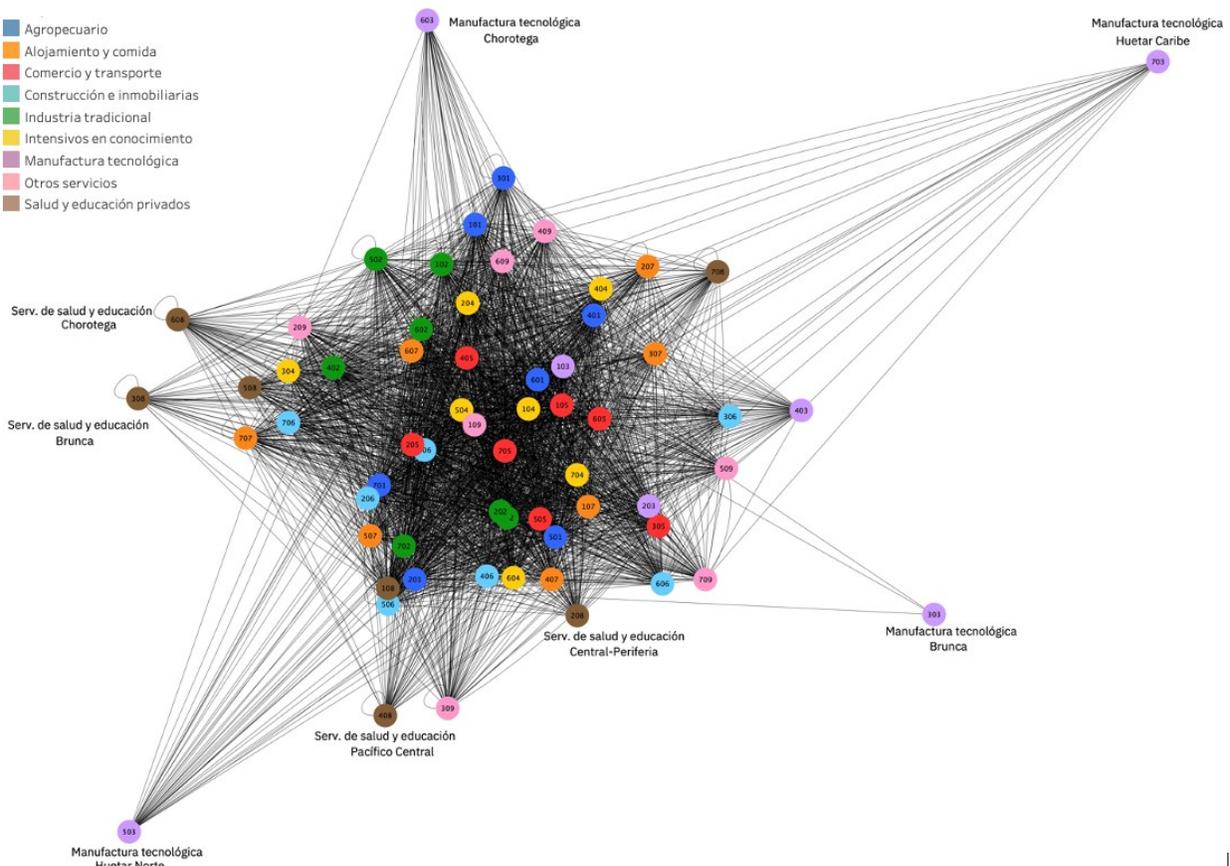
Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

Si se toman los nodos, y se visualiza la red de transacciones, utilizando el algoritmo *prefuse-force-directed*, este centraliza en el corazón de la visualización los nodos que tienen más relevancia a partir de la centralidad total (la suma de la cantidad de flujos de entrada y flujos de salida), y deja en la periferia de la visualización los sectores de menor relevancia en términos de conectividad (red 1). En efecto, los sectores de manufactura tecnológica (en morado en la visualización), principalmente de las regiones Chorotega, Huetar Caribe, Brunca y Huetar Norte son los sectores que más se alejan, reflejo de su baja relevancia en términos de conectividad,

mientras que el sector de servicios de salud y educación privados (en café en la visualización) se encuentran también en una periferia, un tanto más cercana al centro de la visualización, pero mostrando una importante distancia en casi todas sus regiones, pero especialmente en las regiones Chorotega, Brunca, Pacífico Central y Central-Periferia. Por otro lado, en rojo destacan los sectores de comercio y transporte de las distintas regiones, los cuales están relativamente concentrados en la parte central de la red.

## Red 1

Red regional de transacciones de compras y ventas, centralizada por grado total, según sector



a/Cada nodo representa una combinación de región-sector.

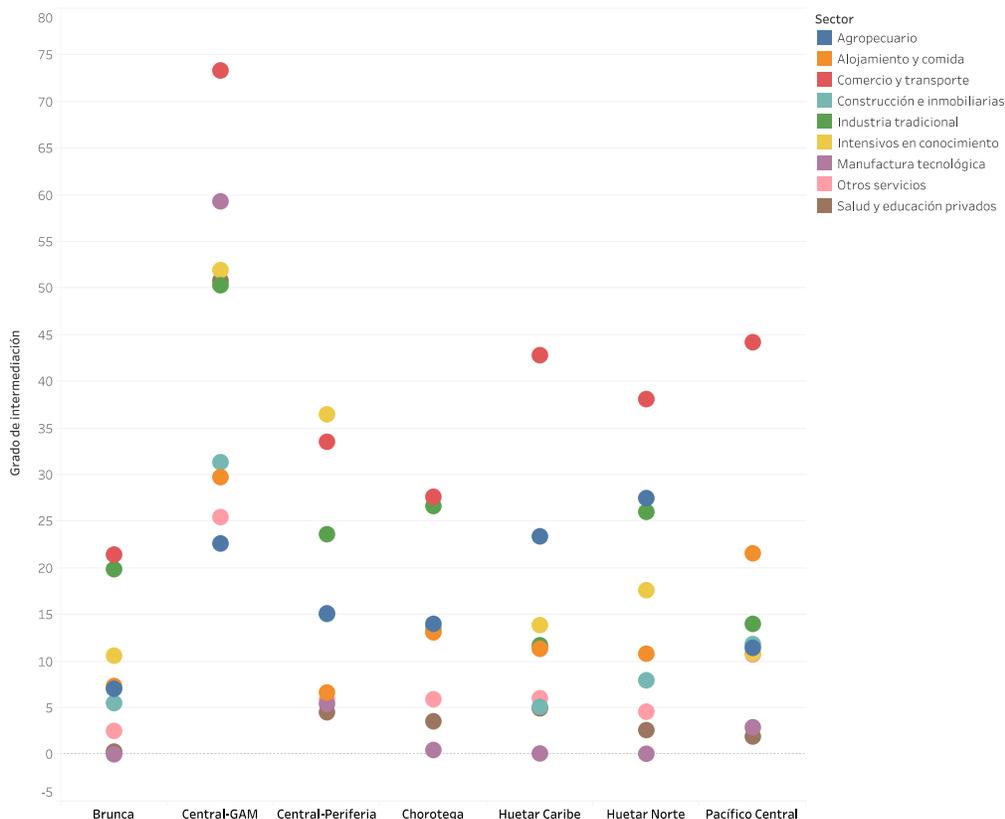
Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

Otro indicador de gran interés es la intermediación, la cual mide cuantas veces un nodo funge de “puente” entre otros dos, como la distancia más corta. La razón de interés de este es que si bien algunos sectores no son los que están más conectados en la totalidad de la red, si pueden tener un rol importante de conector entre otros, lo cual implica características especiales a considerar a la hora de desarrollar política productiva a nivel sectorial, y en este caso, también a nivel regional, pues se puede tomar en cuenta este tipo de características, de puente, para reforzar las relaciones productivas tomando en cuenta que este tiene el potencial de ser un cuello de

botella, y a su vez, transmitir impulsos productivos, por medio de shocks de demanda en otros sectores.

Como se muestra en el gráfico 3, el sector de comercio y transporte (los círculos en rojo) son, con excepción de la región Central-Periferia, el sector con mayor intermediación en todas las regiones. Es decir, es el que más funge como puente entre los demás sectores. Por el contrario, la manufactura tecnológica tiene el menor grado de intermediación en casi todas las regiones, con la excepción de la Central-GAM, en la cual más bien tiene un grado de intermediación alto, posicionándose como el segundo de mayor importancia en esta región.

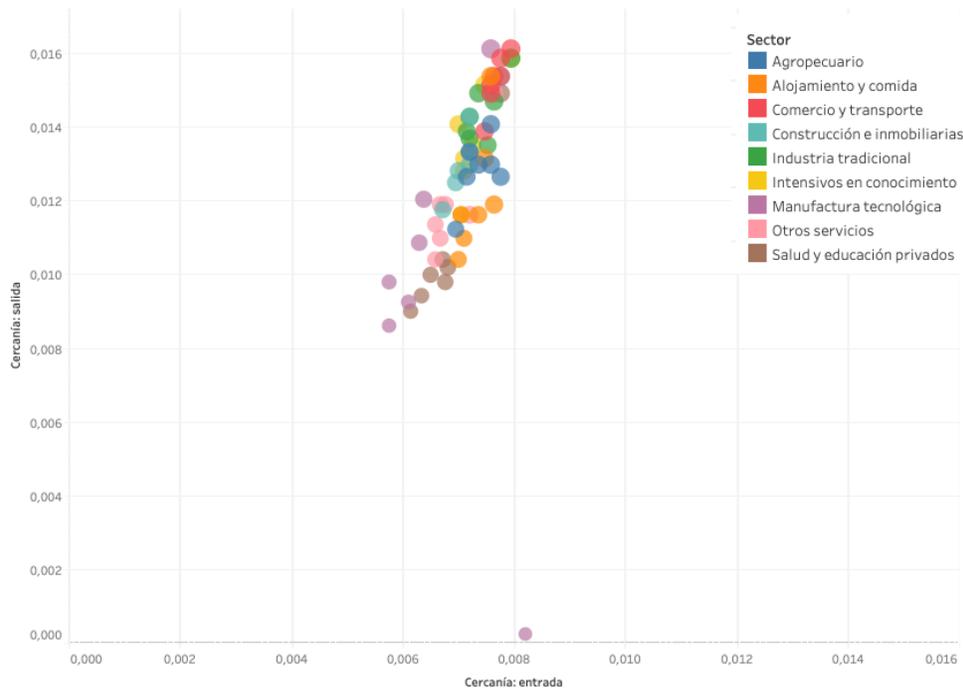
**Gráfico 3**  
Grado de intermediación por región, según sector



Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

El siguiente indicador es el grado de cercanía de los nodos. Como se indica en el cuadro 6, la cercanía mide el nivel de independencia que tiene un nodo con respecto al resto de los nodos de la red. En este caso, se mide a nivel de flujos de entrada y flujos de salida. El gráfico 4 muestra como no hay grandes diferencias en materia de cercanía, lo cual es esperable al ser una red densa, si embargo, se pueden apreciar algunos agrupamientos sectoriales también, con el alojamiento y comida, otros servicios, manufactura tecnológica y servicios de salud y educación privados en un nivel inferior de cercanía al resto de los sectores de la red.

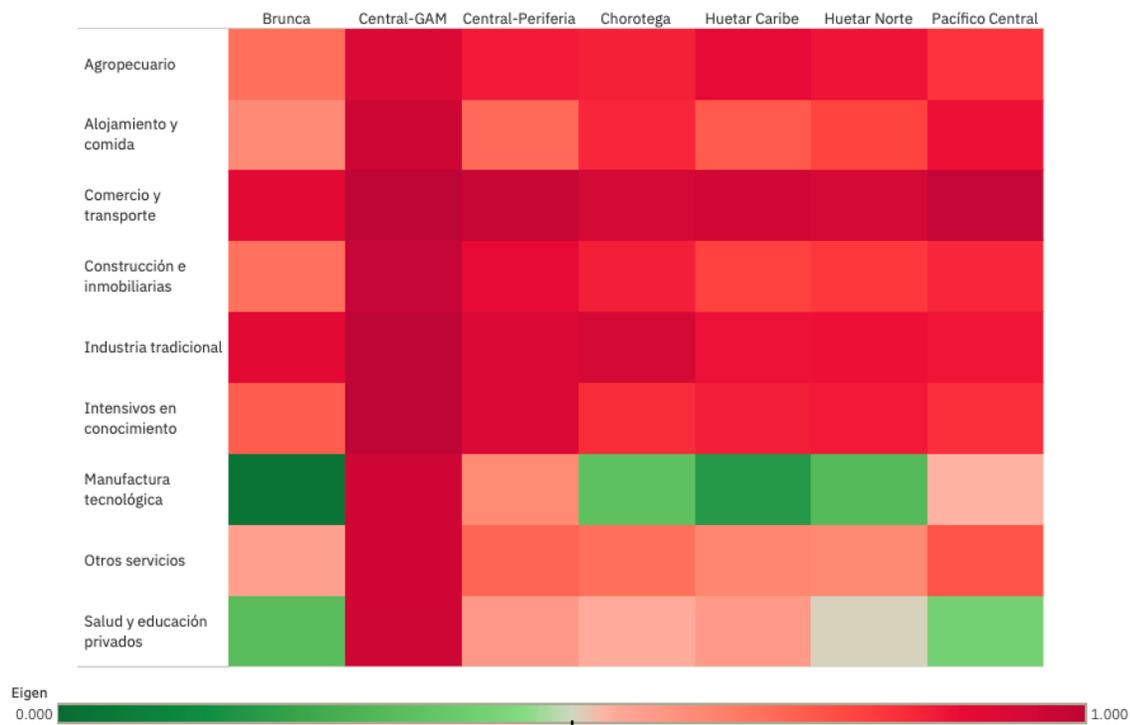
Gráfico 4  
 Dispersión del grado de cercanía de entrada y salida, según sector



Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

El último indicador que se analiza en esta red es el *eigen*. Este muestra en qué medida un nodo (sector-región) está enlazado con otros sectores altamente conectados. Es decir, está altamente relacionado con el grado de conectividad general, descrito al inicio de esta sección, sin embargo, no es exactamente lo mismo, pues el *eigen* se basa en conexiones “populares”, en este caso medidas por conexiones. El gráfico 5 visualiza como el sector de manufactura tecnológica en la región Brunca y Huetar Caribe, y en menor medida, en la Chorotega y Huetar Norte no solo están altamente desconectadas, sino que los sectores a los que se conectan tampoco están altamente conectados, y esto en general lleva a una situación estructural de desconexión de los sistemas productivos locales.

Gráfico 5  
Grado de eigen por sector y región



Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

En resumen, a partir de los indicadores de redes, se identificó que la red a partir de las transacciones regionales y sectores del Revec es bastante densa y conectada, pero con algunas diferencias en sectores y regiones. Específicamente, se identifican distintos niveles de conectividad entre la región Central-GAM con respecto al resto de las regiones y sectores como la manufactura tecnológica y los servicios de salud y educación privados están estructuralmente más desconectados del resto de las actividades productivas. El sector de comercio y transporte tiene un rol importante de intermediación, lo cual es consistente con su naturaleza de distribución de producción, pero dependiendo de la región, también los sectores de manufactura tradicional y actividades intensivas en conocimiento también. Estas diferencias entre sectores y regiones se ahondarán con más profundidad en las siguientes secciones.

### Caracterización de redes regionales y sectoriales

Este apartado realiza una caracterización de las redes productivas regionales a nivel sectorial y regional. Además, se analiza la estructura de la red según el peso relativo de las transacciones en cada nodo y el desempeño económico, este último aproximado a partir de un análisis de clústeres que valoran tanto la conectividad como el valor económico de las transacciones.

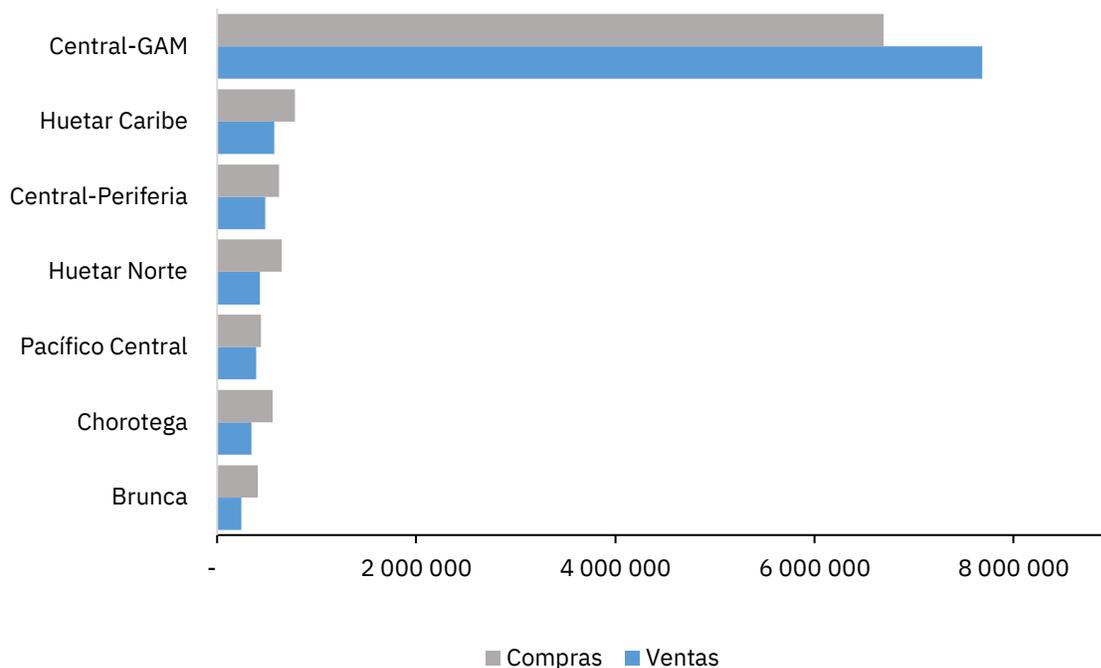
### **Red productiva nacional depende en gran medida del comercio y transporte de la Central-GAM**

La región Central-GAM tiene el registro más alto de ventas en el país, alrededor de un 82% del total nacional de ventas registradas en el 2017. También, concentra la mayor parte del parque empresarial y de la dinámica económica (Fontana y Segura, 2019). La mayoría de los flujos o transacciones en todo el país ocurren desde o hacia ella y generan el 76 y 66% de la totalidad de los flujos de ventas y compras, respectivamente. Por lo tanto, queda claro que es el motor de actividad del sector privado formal. Además, sobresale el hecho de que la región Central-GAM es vendedora neta, mientras que las demás regiones del país tienen un perfil de compradoras netas (gráfico 6).

**Gráfico 6**

**Valor de las transacciones de compras y ventas<sup>a/</sup> por regiones. 2017**

(Millones de colones del 2017)



a/ La suma total de las ventas es igual a la suma total de las compras. Esto implica que el gráfico visualiza la misma información, pero vista desde el origen (ventas) y el destino (ventas) de la transacción.

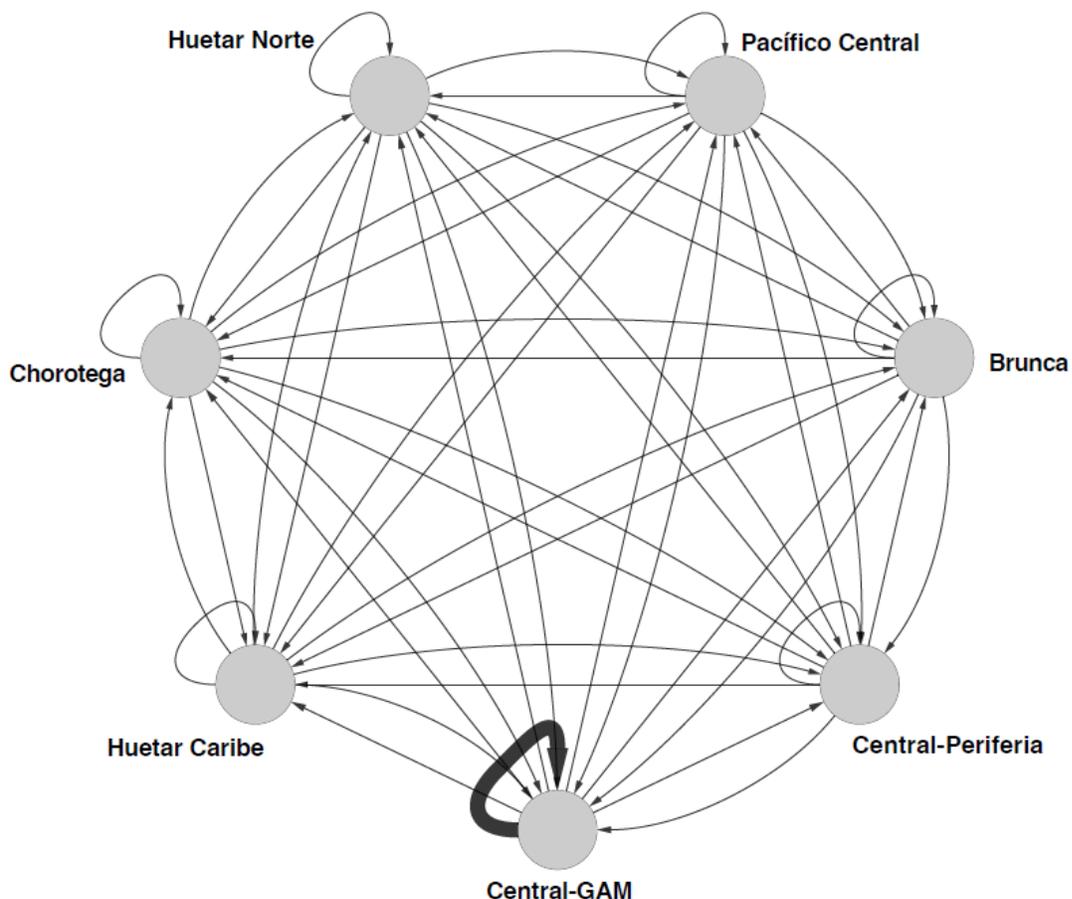
Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

Si se analizan las transacciones del gráfico 1 con una óptica de red se puede analizar cual es la configuración de las transacciones a nivel nacional. Siguiendo con lo establecido en la metodología, cada región se visualiza como una unidad de análisis (nodo), donde se puede observar claramente el peso que tiene la región Central-GAM en la estructural nacional (flecha más gruesa en la visualización de la Red 2). Esta flecha que nace en la región Central-GAM y que llega al mismo nodo, indica que el principal flujo transaccional a nivel nacional es el que se da a

lo interno de la propia región Central-GAM, y el resto de las regiones se encuentran en un nivel mucho más bajo en términos de peso transaccional (valor de las compras y ventas). Como han documentado Jiménez Fontana y Segura (2019b), la región Central-GAM concentra la mayor parte del parque empresarial y de la dinámica económica, la cual, incluso en el nivel cantonal, está más concentrada en San José (17% del total en 2017). El flujo que nutre a esta región, desde sí misma, representa el 56,5% del total de los flujos de toda la red (5.742.000 millones de colones), y el resto de las transacciones mostradas en la Red 2 no superan el 4% del total (413.000 millones de colones). Los flujos más importantes de compras y ventas que realizan las regiones distintas de la Central-GAM son, precisamente, los que los conectan con esta región y no se muestra una fuerte conexión entre las demás. Las regiones Huetar Caribe, Huetar Norte y Chorotega se nutren de sí mismas y estos flujos ocupan el segundo lugar en importancia para cada una de ellas, después de sus conexiones directas con la región Central-GAM. Las regiones Central-Periferia, Pacífico Central y Brunca tienen flujos hacia sí mismas aún menores. Esto sugiere que la articulación ocurre sobre todo con la región Central-GAM, pero entre el resto de las regiones y dentro de ellas sucede con una menor intensidad.

## Red 2

Red<sup>a/</sup> nacional de transacciones de compras y ventas por región. 2017



a/ Cada nodo es una región. El grosor de las flechas refleja el peso del flujo con respecto a la totalidad de los flujos. Cada flujo tiene dirección, la cual se identifica con la dirección de la flecha.

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

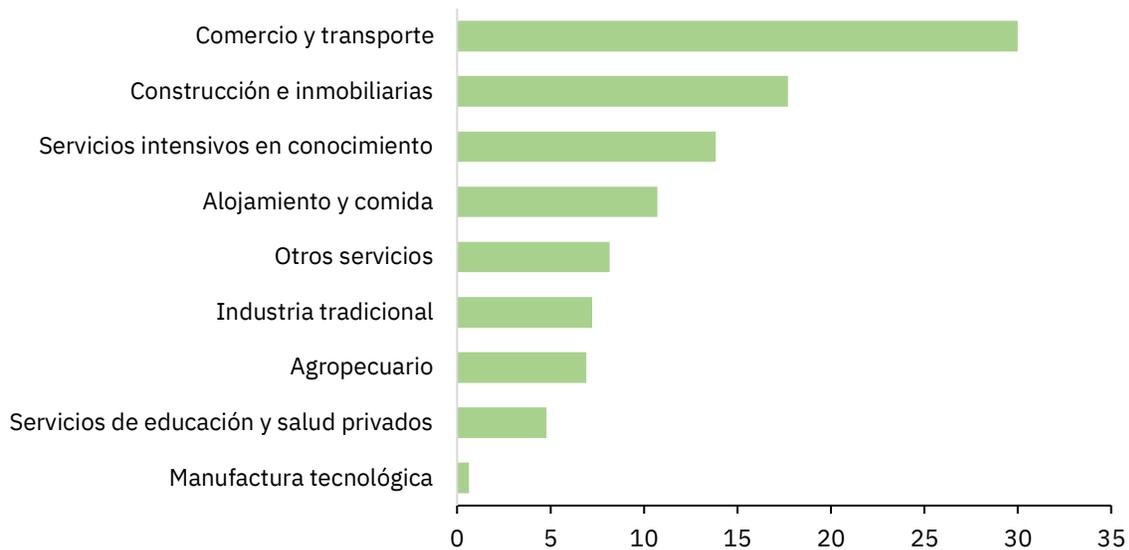
Es necesario recordar que las regiones fuera de la Central-GAM concentran niveles considerables de actividades informales, no reportadas en el Revec, y esto podría subestimar el nivel de actividad local en las regiones. Lo anterior repercute en el alcance de las conclusiones que se pueden obtener del análisis. Es decir, no se puede afirmar que lo que se está representando con la red visualizada (red 2) sea la totalidad de la actividad medida por transacciones de estas regiones. No obstante, los datos brindan un panorama general de la actividad formal, la de mayor peso en la economía y que también se interrelaciona con la actividad informal.

Por otro lado, se deben contemplar las diferencias en los niveles de productividad entre las regiones, en especial entre las regiones fuera de la Central-GAM y esta. Ese es uno de los factores que inciden en la distribución de empresas en el territorio nacional y, en consecuencia, afectan el nivel de transacciones que se originan en cada una. Las aglomeraciones de empresas (clústeres) se dan en ciertas regiones o determinados espacios geográficos por características que los posicionan como mejores ambientes para establecerse, entre ellos la concentración de población y mano de obra, infraestructura, derrame de conocimiento y servicios disponibles (Strøjer, Smith y Dilling-Hansen, 2003; Almazan, De Motta y Titman, 2007). Esto es relevante por cuanto en las regiones donde hay más aglomeraciones empresariales (importante presencia de industrias relacionadas) se suele dar un mayor crecimiento en la formación de empresas, y a su vez, la presencia o no de esos conglomerados impacta la decisión de establecer nuevas empresas (Delgado, Porter y Stern, 2010).

Otra óptica de interés es el peso que tienen las transacciones a nivel sectorial. La estructura sectorial de la economía tiene relieves básicos influyentes en los modos en que se articulan las actividades productivas en las regiones. Visto el país en su conjunto en términos de parque empresarial (gráfico 7), el sector de comercio y transporte registra el mayor porcentaje de empresas (30%); a la vez<sup>xi</sup>, las empresas de este sector generan una gran actividad comercial entre sí: un flujo total de 2.144.000 millones de colones (21% de toda la actividad sectorial del país).

Gráfico 7

Valor Empresas registradas en el Revec, según sectores económicos agregados. 2017  
(porcentajes)

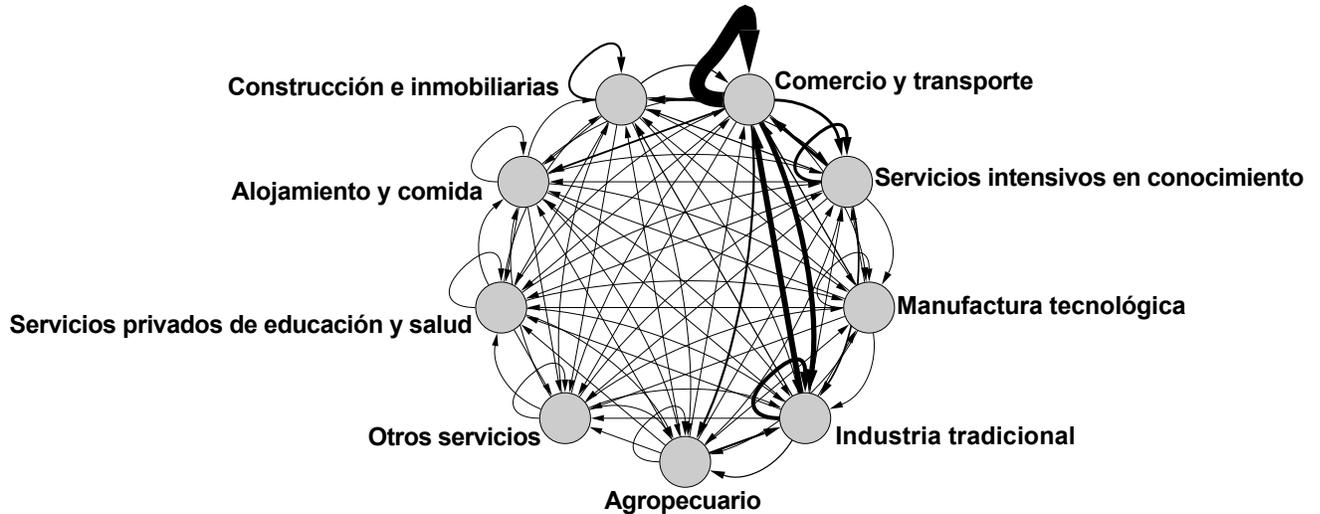


Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

El sector de comercio y transporte se relaciona fuertemente con otros sectores productivos, como la industria tradicional, que también tiene un considerable mercado interno (539.000 millones de colones; red 3). La industria tradicional le vende al comercio y transporte alrededor de 804.000 millones de colones, lo cual representa el 8% de la actividad total de la red. Por su parte, el sector de servicios intensivos en conocimiento posee un mercado interno que mueve 432.000 millones de colones, y es el tercer mercado sectorial más relevante. Además de esto, es un destacado comprador del sector de comercio y transporte, y brinda servicios a la industria tradicional por un monto de 449.000 millones de colones. Estos tres sectores configuran la más importante dinámica de transacciones sectoriales en el país. Cabe señalar que los sectores con el parque empresarial más amplio no necesariamente representan una mayor relevancia en cuanto a red sectorial, como es el caso del sector de construcción e inmobiliarias, así como el de alojamiento y comidas.

Red 3

Red<sup>a/</sup> nacional de transacciones de compras y ventas por sector económico. 2017



a/ Cada nodo es un sector económico. El grosor del flujo representa el peso que tiene esa transacción con respecto a la totalidad de transacciones.

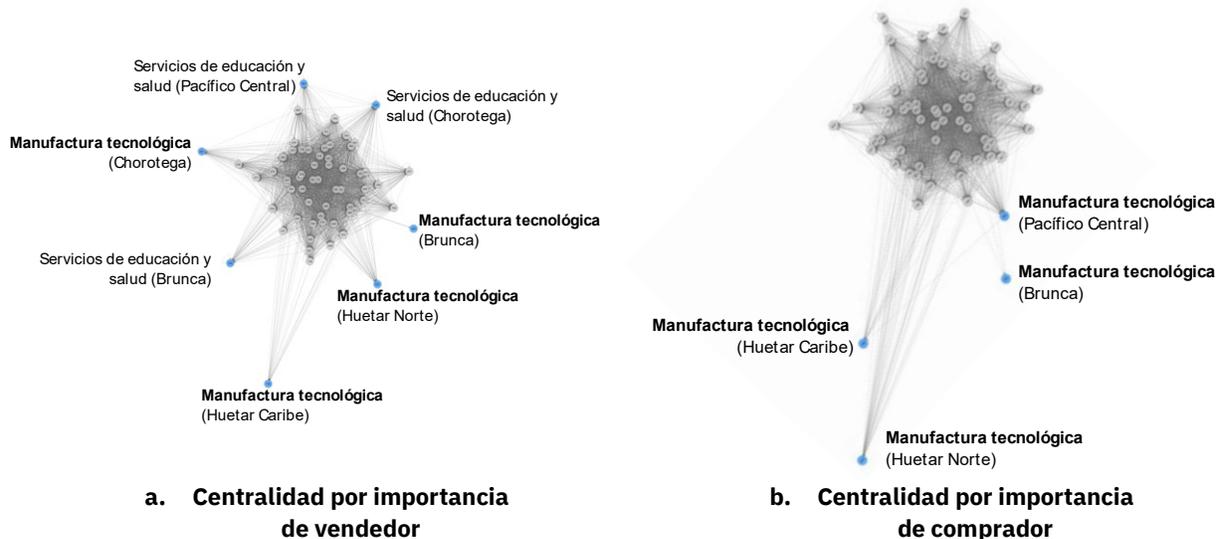
Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR, 2020.

**Red productiva nacional tiene baja articulación local y entre regiones fuera de la GAM**

En esta sección se analizan las relaciones comerciales entre nodos que representan sectores específicos de cada una de las regiones, es decir, la unidad de análisis es: sector-región. Esta perspectiva más local permite analizar la configuración de la red productiva a partir de los indicadores descritos en el apartado metodológico. En este sentido, se toman los indicadores locales de compradores (grado de entrada) y vendedores (salida), descritos en la sección 3.1. Las redes de importancia de vendedores (4.a) y de compradores (4.b) agrupan en el centro (el cual se aprecia en color gris) los nodos de mayor importancia, y alejan del centro los sectores de menor importancia (en azul).

## Red 4

Red<sup>a/</sup> de transacciones regionales, centralizada por importancia del sector-región como vendedor y como comprador



a/Se utiliza el algoritmo *Prefuse Force-Directed*. Los servicios de educación y salud son privados.

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

A partir del análisis de centralidad de las redes regionales-sectoriales se identifican grupos económicos que destacan por estar desconectados de la red. Este es el caso de los sectores de manufactura tecnológica, tanto en la red de vendedores como en la de compradores. Otros sectores que también sobresale por estar poco vinculados con el resto del parque productivo son los servicios de educación y salud privados en varias regiones. Lo anterior es un hallazgo esperable, pues ambos (educación y salud) tienen un componente de provisión muy alto por parte del Estado, en especial en regiones fuera de la Central-GAM, por lo cual la oferta es relativamente reducida.

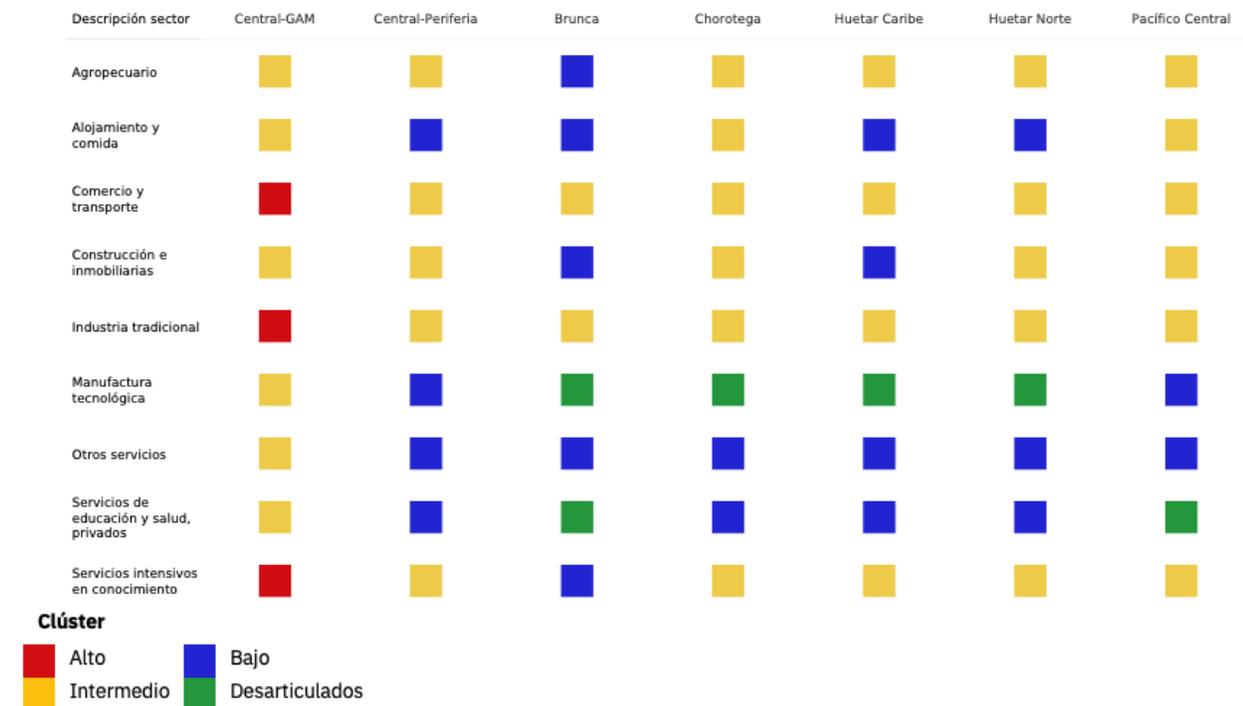
En la red de transacciones de venta (red 4.a), la manufactura tecnológica tiene menor relevancia en términos de conectividad como vendedor en las siguientes regiones: Brunca, Chorotega, Huetar Caribe y Huetar Norte. Destaca la región Brunca, la cual no generó ventas del todo. Por su parte, la región Huetar Caribe solo vendió a 9 sectores de distintas regiones (nodos) de 63 posibles y generó 2 millones de colones (solo 0,36% de las ventas de la región). La región Chorotega vendió a 16 nodos un total de 2.900 millones de colones, apenas 0,87% de las ventas de la región. Por su parte, la Huetar Norte vendió a 22 nodos 2.000 millones de colones (0,47% de las ventas de la región). Estos resultados evidencian que, en estas regiones, la manufactura tecnológica no solo es poco relevante en cuanto al valor de las ventas (no es un importante proveedor a escala nacional), sino que también se identifica una considerable desconexión de este sector con el resto de la red.

Por otra parte, en la red de transacciones de compra (red 4.b) se observa una situación similar a lo planteado anteriormente: el sector de manufactura tecnológica tampoco es un importante comprador de una amplia gama de sectores ni de regiones. Esto se evidencia con los nodos que se aleja, de las regiones Huetar Caribe, Huetar Norte, Brunca y Pacífico Central. Si bien esto no tiene una interpretación equivalente al encadenamiento productivo del sector, se puede inferir que este sector posee bajos niveles de conectividad en la estructura productiva nacional. Además, no está conectado entre sí, entre las regiones, con excepción de un flujo procedente de la región Pacífico Central con destino a la Huetar Caribe. Es decir, regionalmente este sector productivo no se está comunicando, y sus conexiones se dan sobre todo con la Central-GAM.

Además del análisis de conectividad expuesto anteriormente, se analizan los sectores regionales de la red productiva considerando el valor de las transacciones. En el gráfico 8 se muestra cada sector región según el clúster asignado descrito en la metodología, el cual puede ser: alto, intermedio, bajo y desarticulado. Este análisis permite identificar que solo tres sectores regionales (nodos) se clasifican en el nivel alto, en los que todos son de la región Central-GAM, estos son: comercio y transporte, industria tradicional y servicios intensivos en conocimiento. En el otro extremo se encuentra la región Brunca, la cual contiene la mayor cantidad de nodos con nivel bajo (agropecuario, alojamiento y comida, otros servicios, y servicios intensivos en conocimiento) y desarticulados (manufactura tecnológica y educación y salud privada). Estos resultados evidencian la desigualdad en el desempeño de la estructura económica y las dificultades que enfrentan las políticas públicas para mejorar el desarrollo productiva en las distintas regiones. Las acciones focalizadas que incentiven el crecimiento en la GAM, probablemente no tendrán mayor efecto en regiones más desarticuladas fuera de la Central.

Gráfico 8

Caracterización de los nodos a partir de la tipología de intensidad de la conexión y magnitud del valor de las transacciones

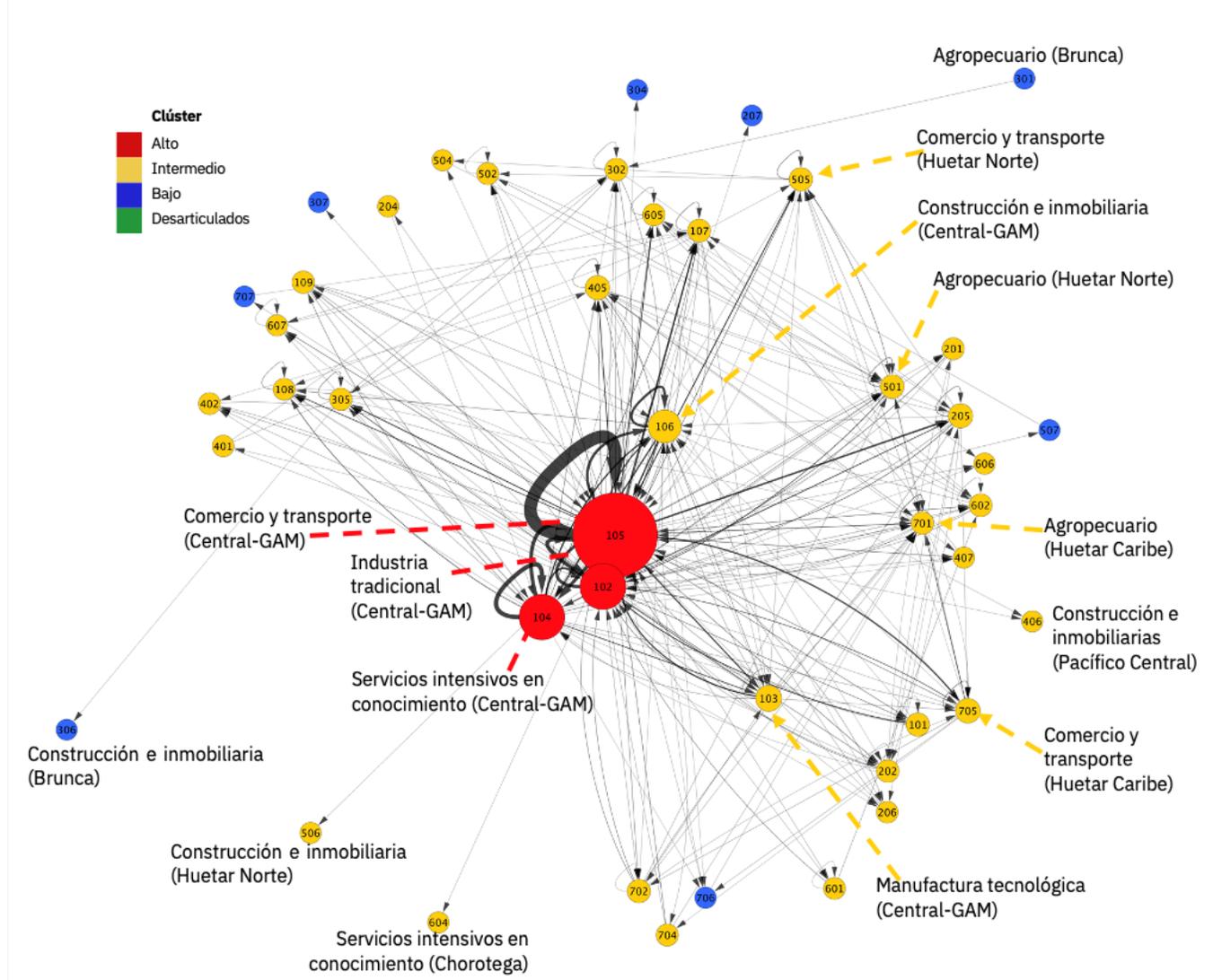


Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

En los apartados anteriores se expuso como hay regiones con niveles de conectividad más altos que otro. Para profundizar un poco más en esta desigualdad entre las regiones, a continuación se realiza un ejercicio para ilustrar la gravedad de esto. La red 5 muestra cómo se verían las relaciones comerciales con y sin la región Central-GAM. Para visualizarlo, se parte de la red completa expuesta en el gráfico red 5.a, se filtran los flujos de transacciones y se dejan únicamente aquellos con un peso igual o mayor al 0,05% de la totalidad de la actividad comercial (red 5.b). Al aplicar el filtro, quedan únicamente 252 transacciones las cuales representan el 86,94% del valor total de las transacciones de la MTR; incluso se pierden algunos nodos de la visualización, pero su poca importancia no altera la estructura básica de la red.

Red 6

Red de transacciones<sup>a/</sup> de los sectores económicos regionales (nodos) por el peso de las ventas y centralizados por el valor los flujos<sup>b/</sup>, según clústeres productivos



a/ Las transacciones se refiere a las compras y ventas entre sectores-regiones. Se filtran las transacciones y se visualizan únicamente las que representan al menos 5.120 millones de colones (0,05% de la suma de transacciones de la MTR, suma equivalente a 10.152.900 millones de colones).

b/La red se visualiza con el algoritmo *Prefuse Force-Directed* (ver anexo metodológico), centralizada por el valor de las transacciones. El tamaño de los nodos refleja el peso en términos de valor de los flujos salientes (ventas) que se originan en ese nodo, con respecto a la totalidad de las transacciones. El color del nodo denota el grupo al cual pertenece este.

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

Si esta red se viera como un sistema solar, el centro neurálgico es la estrella alrededor de la cual orbitan todos los cuerpos. Esta estrella está compuesta por los tres nodos mencionados antes, alrededor de los cuales orbitan otros nodos que tienen canales de transacciones importantes con la estrella del sistema y, además, están orbitando a diversas distancias. El más cercano es el de construcción e inmobiliario de la Central-GAM (106), también conectado con otros sectores que no son únicamente la estrella.

En un principal anillo alrededor de la estrella central está compuesto por sectores de conectividad intermedia (en amarillo) contiene sectores como la manufactura tecnológica de la región Central-GAM (103), y se encuentran sectores que funcionan como *hubs de comercio y transporte* de las regiones Pacífico-Central (405), Brunca (305) y Huetar Caribe. En las afueras de este anillo se encuentran sectores con baja capacidad (en azul), entre los que destacan la construcción en inmobiliaria de la región Brunca (306), el sector de alojamiento y comida de la región Huetar Norte (507), el sector agropecuario de la región Brunca (301), así como los servicios intensivos en conocimiento de esta misma región, entre otros.

### **Caracterización de redes locales**

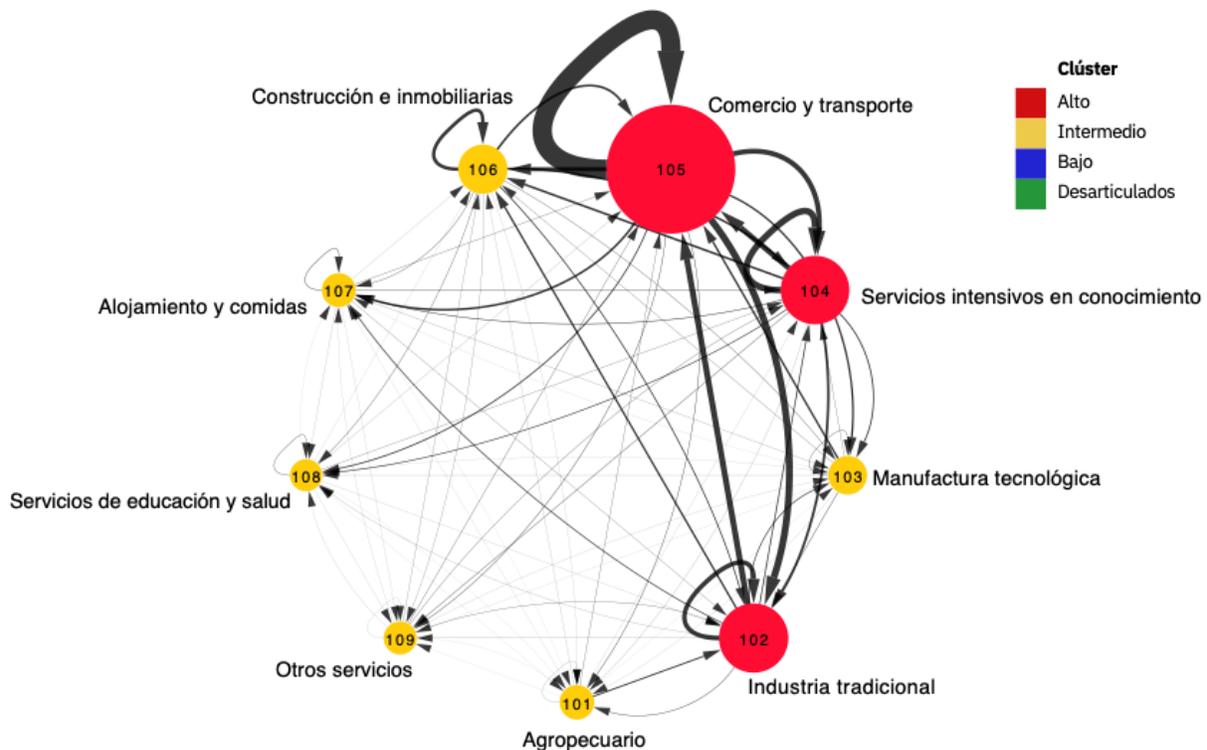
En esta sección se analizan de forma individual las estructuras productivas de cada región, con el fin de identificar el nivel de articulación interna de cada una. Este análisis permite perfilar los ejes productivos en cada territorio del país y la importancia de las transacciones locales dentro de la economía regional. Estos aspectos son medulares para establecer políticas de desarrollo productivo específicas, que consideren los retos y el potencial específico de cada región.

#### ***Región Central-GAM***

La red 7 muestra las interacciones y dinámica productiva de la región Central-GAM, en el que el tamaño del círculo indica el peso de cada sector en las ventas de la región y el grosor de las conexiones se refiere al valor de las compras y ventas. Los ejes de actividad económica con alta conectividad (nodos en rojo) reflejan una dinámica en la que se relaciona principalmente tres sectores: comercio y transporte, industria tradicional y servicios intensivos en conocimiento. En cambio, el sector agropecuario, otros servicios, servicios de educación y salud están más desvinculados de la dinámica local. Este patrón se repite en la mayor parte de las regiones analizadas. Estos resultados coinciden con los estudios sobre encadenamientos en Costa Rica que identifican que los servicios de educación y salud tienen baja capacidad de generar encadenamientos productivos (Meneses y Córdova, 2021).

Red 7

Red<sup>a</sup> del peso de las ventas de los sectores económicos (nodos) de la Central-GAM, según clústeres productivos



a/Red circular de la Central-GAM. Cada círculo es un sector. El tamaño del círculo denota el peso del sector en las ventas de la región, y el grosor de las conexiones corresponde al valor de la transacción.

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

**Red del parque productivo fuera de la región Central-GAM**

En Costa Rica, es poco conocida la estructura y dinámica económica de las regiones fuera de la Central-GAM. Este apartado se enfoca en analizar la dinámica productiva de estos territorios, que usualmente por su bajo peso relativo en la economía, no se ven representados en los promedios nacionales.

La red 7 representa la red productiva de transacciones regionales sin la región Central-GAM y considerando los flujos que representan al menos un 0,05% de la totalidad. En primer lugar, se observa la falta de una centralidad clara. Los sectores productivos agropecuario, industria tradicional y comercio y transporte son los más presentes en la parte central, mientras que los sectores de construcción e inmobiliarias, alojamiento y comida, y los servicios intensivos en conocimiento se encuentran en las afueras de la visualización. Por otro lado, no hay una gran cantidad de nodos ni de conexiones, lo cual indica la baja densidad del tejido de conexiones de alto valor entre las regiones. La falta de centralidad y conexiones de la red productiva periférica (sin Central-GAM) es un reflejo de dos de las debilidades estructurales de la economía costarricense. Primero, existe una desconexión entre las regiones periféricas, y segundo, una



Cuadro 9

Resumen de redes<sup>a/</sup> de relaciones entre sectores-regiones fuera de la Central-GAM

Sector	Principales hallazgos
<b>Agropecuario</b>	<p>El sector agropecuario refleja algunas conexiones interesantes, principalmente el de la región Huetar Norte (501), el cual recibe de varios sectores agropecuarios y de otros pertenecientes a otras regiones.</p> <p>El sector agropecuario de la región Huetar Caribe (701) también es un sector que compra de varios otros sectores no necesariamente de su región, como el comercio y transporte del Pacífico Central (405) y la Brunca (305).</p> <p>El resto de los sectores agropecuarios se ven más aislados de la estructura regional y venden solo a uno o dos nodos de la red. Este es el caso de la Central-GAM, Central-Periferia y Pacífico Central.</p>
<b>Industria tradicional</b>	<p>La industria tradicional de las regiones Brunca (302), Chorotega (602), Huetar Caribe (702), Huetar Norte (502) y Central Periferia (702) mantienen relaciones al menos con cuatro nodos productivos regionales, mientras que el Pacífico Central (402) cuenta únicamente con una relación relevante (compras al sector de comercio y transporte de su propia región).</p>
<b>Servicios intensivos en conocimiento</b>	<p>El sector de los servicios intensivos en conocimiento regionales tiene dos sectores con flujos relevantes: Huetar Norte (504) y Huetar Caribe (704), los cuales además no se relacionan entre ellos.</p> <p>El resto de los nodos de servicios intensivos en conocimiento regionales ni siquiera superan el filtro de flujos al menos de un 0,05% y, por ello, no están reflejados en la red.</p>
<b>Comercio y transporte</b>	<p>El sector de comercio y transporte es el que muestra los nodos de mayor importancia, lo cual confirma la relevancia generalizada de este sector, mencionada antes. En este caso, el Pacífico Central (405) posee el mayor peso en la red, lo cual se explica en parte por la importancia portuaria y de logística y transporte de la región. Destaca, además, el sector de la Huetar Caribe (405) y Huetar Norte (505) con un número considerable de relaciones productivas con otras regiones y sectores.</p> <p>Los nodos de las regiones Chorotega y Brunca son los que se encuentran menos conectados.</p>
<b>Alojamiento y comida</b>	<p>En los sectores de alojamiento y comida solo se quedan dos nodos con importancia en cuanto a flujos regionales: el de la región Pacífico Central y el de la Chorotega. Ambos representan a dos de los principales polos turísticos del país. Estos sectores presentan flujos de compras al comercio y transporte, pero de su propia región.</p>
<b>Construcción e inmobiliaria</b>	<p>Este sector productivo tiene pocas relaciones con otros sectores fuera de la Central-GAM, pero casi en todos los casos su relación se da con el sector de comercio y transporte de su misma región.</p>
<b>Manufactura tecnológica, servicios de salud y educación, y otros servicios</b>	<p>Su actividad productiva no refleja flujos superiores al filtro, por lo que no se contemplan en este nivel de análisis regional.</p>

En paréntesis se indica el código de nodo que se representa en la red 8.

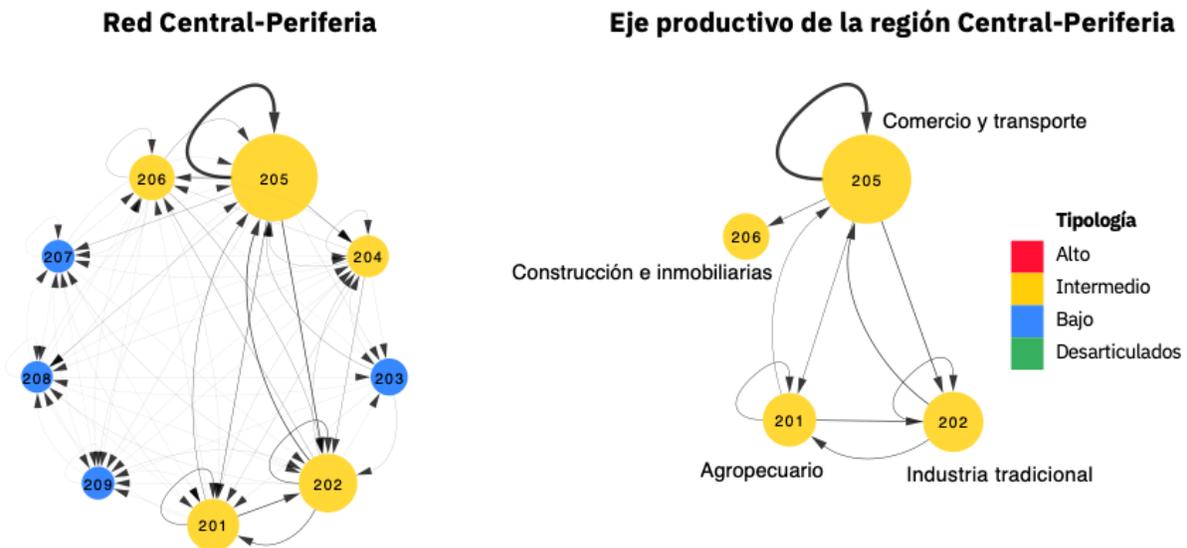
Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

### Región Central-Periferia

Respecto a la región Central-Periferia, esta tiene niveles muy bajos de conexión interna (red 9). Sectores como alojamiento y comida, servicios de educación y salud, otros servicios y manufactura tecnológica están prácticamente desconectados del resto de los sectores de la región, excepto por las compras que realizan al sector de comercio y transporte. Además, tienen poco peso en el valor de las ventas de la región (0,1-3%). Respecto a los sectores con mayor dinamismo, destaca el comercio y transporte que provee a otros sectores de la región y a sí mismo, con ventas de 56.600 millones de colones. En el caso de los sectores agropecuario e industria tradicional hay una relación recíproca: agropecuario vende a industria tradicional el 8,4% de sus ventas totales, e industria vende a agropecuario el 8,3% de sus ventas totales. Esta relación es el eje productivo de la región Central-Periferia, junto con el comercio y transporte, pues se nutren de sí mismos. En esta región destaca que la industria manufacturera se dedica especialmente a la agroindustria y la manufactura tradicional (Jiménez Fontana y Segura, 2019b). La existencia de esta cadena productiva es un dato relevante al diseñar política de fomento productivo.

#### Red 9

Red<sup>a/</sup> de transacciones de los sectores económicos (nodos) de la Central-Periferia por el peso relativo de las ventas, según clústeres productivos



a/Utiliza el algoritmo circular. El tamaño del nodo señala el peso del valor de las ventas del sector con respecto al total de las ventas de la región. El grueso de la flecha corresponde al tamaño del flujo. El código de cada nodo de la red se puede extraer del cuadro A1 del anexo metodológico.

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

Otro sector destacado en este ecosistema productivo regional es el de servicios intensivos en conocimiento, un proveedor del sector de industria tradicional. Cabe mencionar, también, que los nodos de esta subred pertenecen a los grupos de conectividad intermedia y baja, y son el

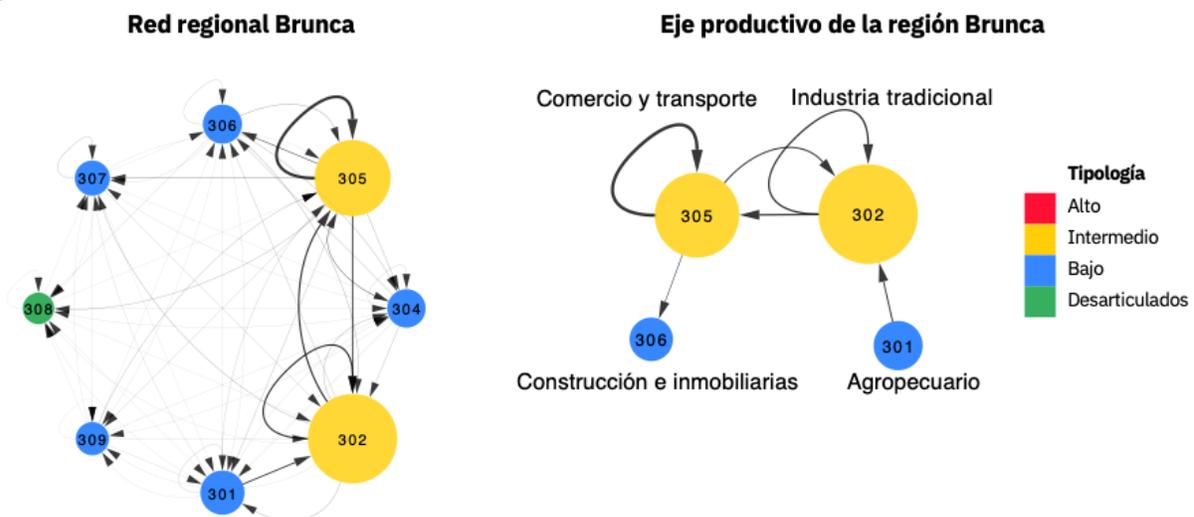
principal motor regional de conectividad intermedia, lo cual indica que, si bien son sectores con varias conexiones, es importante fortalecer estos flujos.

### Región Brunca

Respecto a la región Brunca (red 10), se observa que, aunque es similar a la presentada anteriormente, destaca la relación (más unidireccional) entre el sector agropecuario hacia la industria tradicional (agroindustria principalmente). En este caso, el sector agropecuario provee insumos a la industria tradicional, y esta al sector de comercio y transporte. Esa es la principal cadena productiva de la región, junto con el flujo que se origina en el comercio y transporte hacia sí mismo. En términos generales, se trata de una red muy simple, cuyo eje productivo se centra en dos sectores.

#### Red 10

Red<sup>a/</sup> de transacciones de los sectores económicos (nodos) de la Brunca por el peso relativo de las ventas, según clústeres productivos



a/Utiliza el algoritmo circular. El tamaño del nodo refleja el peso del valor de las ventas del sector con respecto al total de las ventas de la región. El grueso de la flecha indica el tamaño del flujo.

El código de cada nodo de la red se puede extraer del cuadro de codificación disponible en el anexo metodológico.

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

El sector de industria tradicional es un importante comprador en la región Brunca, dado que recibe flujos de todos los sectores, excepto de los servicios de educación y salud. Incluso, este sector económico tiene un peso mayor que el de comercio y transporte, lo cual implica que este valor por concepto de ingresos por ventas lo genera vendiendo a sectores fuera de la región Brunca (67,6%), y específicamente un 41,5% a la región Central-GAM, seguido de un 8% a la Central-Periferia.

Un aspecto que llama la atención es que el sector de manufactura tecnológica está ausente por completo de la red regional: no posee ningún vínculo con otro sector de la región Brunca. Además, la mayor parte de sectores en este territorio (siete de los nueve) pertenecen a los

grupos desarticulados y con conectividad baja. En otras palabras, la región Brunca se ve afectada por la baja conectividad y con flujos débiles, lo cual implica que es un territorio altamente vulnerable y con poca capacidad para absorber mejoras (*shock* positivo) de crecimiento originado en otra región que no sea la región Central-GAM.

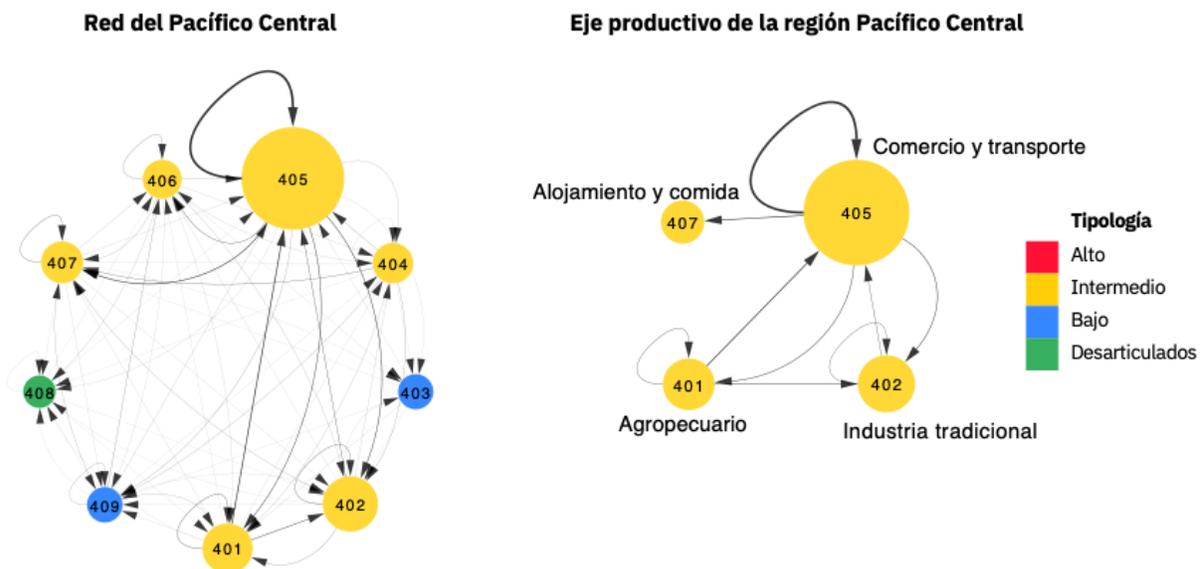
### Región Pacífico Central

En el caso de la región Pacífico Central, esta destaca por estar poco conectada internamente, dado que la mayor parte de sus transacciones son con la GAM. Los ingresos intrarregionales de transacciones por concepto de compras y ventas representan apenas el 23,5% (92.000 millones de colones) de las ventas totales de esa zona. El principal destino de ventas de su actividad económica es la región Central-GAM, con un peso del 39,4% (154.000 millones de colones).

Como ocurre en todas las demás regiones, en la región Pacífico Central el comercio y transporte constituye el nodo central de su eje productivo (red 11), así como el principal comprador del resto de los sectores (34.900 millones de colones, equivalentes al 38% del valor total de los flujos intrarregionales). Además, destaca la dinámica del sector agropecuario que vende 7.800 millones de colones a comercio y transporte. Por otro lado, el comercio y transporte, a la vez, un proveedor destacado de la industria tradicional (5.100 millones de colones) y del sector de alojamiento y comida (6.400 millones de colones).

#### Red 11

Red<sup>a/</sup> de transacciones de los sectores económicos (nodos) de la Pacífico Central por el peso relativo de las ventas, según clústeres productivos



a/Utiliza el algoritmo circular. El tamaño del nodo se refiere al peso del valor de las ventas del sector con respecto al total de las ventas de la región. El grosor de la flecha señala el tamaño del flujo.

El código de cada nodo de la red se puede extraer del cuadro de codificación disponible en el anexo metodológico.

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

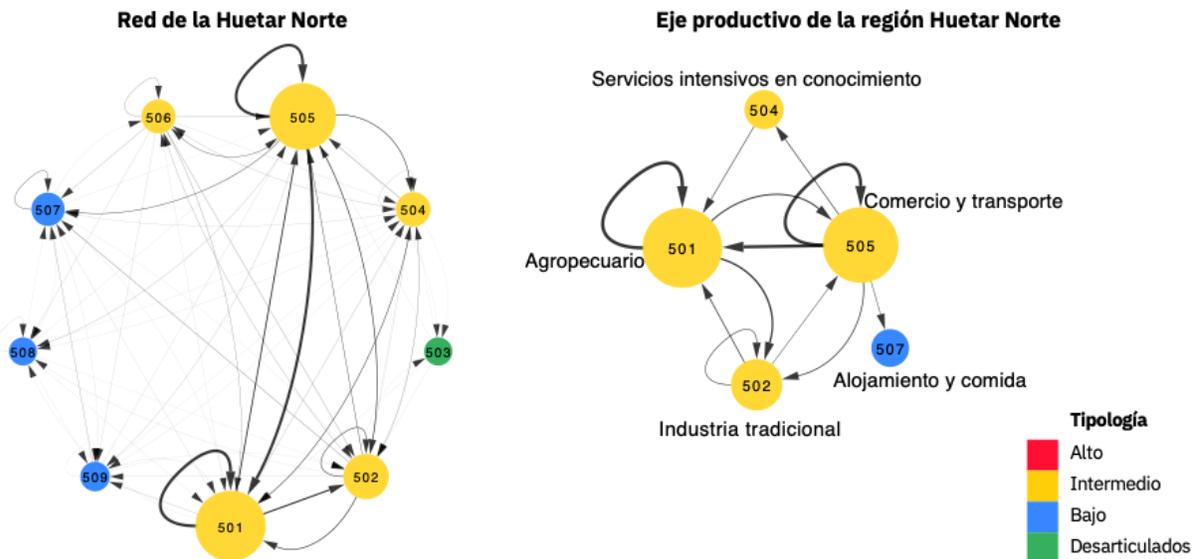
El resto de los sectores en la región Pacífico Central muestran flujos de magnitud muy baja. Esta dinámica se debe tomar en cuenta en el diseño de política para esta región, especialmente al considerar las posibilidades y efectos de incentivos y estímulos a distintos sectores. Eso, además, se ve reflejado en el hecho de que todos los nodos del eje productivo regional pertenecen al grupo de conectividad intermedia. Por lo tanto, son sectores que, de momento, están traduciendo sus flujos en transacciones de bajo valor, pero han establecido un buen número de canales susceptibles de fortalecer. En general, se trata de una red productiva más compleja que la de la región Brunca, e involucra una conectividad interesante con los sectores vinculados al turismo como alojamiento y comida.

### Región Huetar Norte

Al igual que las regiones anteriores, en la Huetar Norte, las ventas dentro de la propia región (intrarregionales) son las de mayor relevancia. Estas representan un 46,8% (202,600 millones de colones) del total de esa zona, mientras que en segundo lugar se encuentra la región Central-GAM (31,8%). Dentro de la propia región Huetar Norte se observa que los sectores de comercio y transporte y agropecuario poseen una alta conexión, pero con un valor de flujos de nivel intermedio (grupo de conectividad intermedia; red 12). Además, ambos sectores están altamente vinculados a sí mismos (28.900 millones de colones en el sector de comercio y transporte, y 30.900 millones de colones en el agropecuario) y entre sí, pues el agropecuario compra 28.800 millones de colones del sector de comercio y transporte.

#### Red 12

Red<sup>a/</sup> de transacciones de los sectores económicos (nodos) de la Huetar Norte por el peso relativo de las ventas, según clústeres productivos



a/Utiliza el algoritmo circular. El tamaño del nodo muestra el peso del valor de las ventas del sector con respecto al total de las ventas de la región. El grueso de la flecha señala el tamaño del flujo.

El código de cada nodo de la red se puede extraer del cuadro de codificación disponible en el anexo metodológico.

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

Por otra parte, el sector de manufactura tecnológica está muy desconectado de los otros sectores de la región, pese a que en esta zona se ha podido detectar una interesante actividad en el ámbito de las tecnologías de información (Hipatia, 2020). En términos generales, la región Huetar Norte cuenta con una gran dinámica intrarregional.

### ***Región Chorotega***

En términos generales, la región Chorotega tiene pocas conexiones y un bajo valor de las transacciones de compra y venta. Sin embargo, destaca al igual que el caso anterior, que en la región Chorotega el mercado local es uno de los principales motores de esta economía. En este territorio, las ventas locales son las que generan más ingresos en el territorio, las cuales significan un 41% del total (143.500 millones de colones), mientras que la Central-GAM es el segundo mayor comprador (37,7% de las ventas totales).

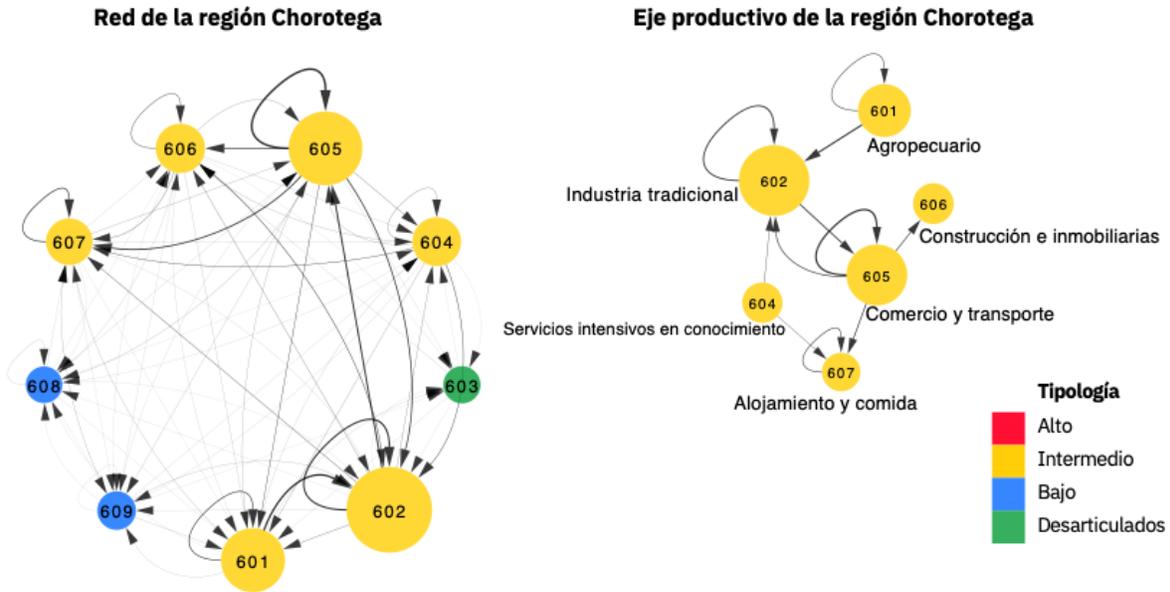
En la región Chorotega la industria tradicional es uno de los principales motores de la economía, seguido por el comercio (red 13) comercio y transporte, este último es un destacado proveedor de los sectores de alojamiento y comida, construcción e inmobiliarias y de la industria tradicional. Igual que en el caso de la región Huetar Norte, en la Chorotega el mercado local es de gran importancia para las políticas que busquen impulsar su crecimiento económico.

Un aspecto que llama la atención es que en esta región se observa una especie de autoabastecimiento, específicamente los sectores de comercio y transporte, alojamiento y comida, industria tradicional y el agro se nutren de sí mismos. Pareciera que la región ha sabido establecer mercados locales, que abastecen a los sectores de su propia región.

La red productiva de la región Chorotega está compuesta por nodos del grupo de conectividad intermedia, por lo cual un fortalecimiento de sus transacciones beneficiaría a una cantidad importante de sectores dentro de su región. En síntesis, la región Chorotega se parece a la Huetar Norte en cuanto a que el mercado local constituye un peso significativo en su economía. Sin embargo, se diferencia de ella porque su eje productivo está menos densamente conectado y el peso del turismo es mayor.

Red 13

Red<sup>a/</sup> de transacciones de los sectores económicos regionales (nodos) de la Chorotega por el peso relativo de las ventas, según clústeres productivos



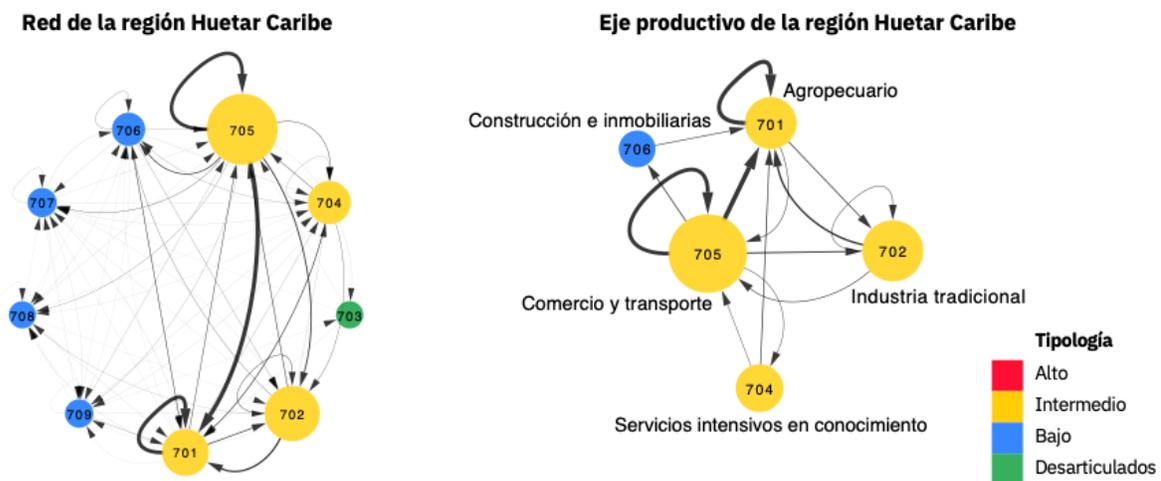
a/Utiliza el algoritmo circular. El tamaño del nodo indica el peso del valor de las ventas del sector con respecto al total de las ventas de la región. El grueso de la flecha se refiere al tamaño del flujo.  
 El código de cada nodo de la red se puede extraer del cuadro de codificación disponible en el anexo metodológico.  
 Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

**Región Huetar Caribe**

La región Huetar Caribe también destaca que la mayor cantidad de sus ingresos provienen del mercado local 43% (249.731 millones de colones) y el segundo principal comprador de esta es la Central-GAM, con el 37,8% de sus ventas totales. Posee dos sectores del tipo de alta conexión, pero bajo valor de transacciones: comercio y transporte y el agropecuario. Esta característica también la comparte con la región Huetar Norte. Asimismo, estos dos sectores se caracterizan por importantes flujos hacia sí mismos; es decir, son endógenos. El flujo más relevante ocurre por medio de la compra del sector agropecuario al sector comercio por 44.500 millones de colones, lo cual constituye un vínculo considerable. Por otro lado, los sectores de la industria tradicional y los servicios intensivos en conocimiento presentan otros vínculos notables también con los sectores motores de la región (comercio y transporte y agropecuario).

## Red 14

Red<sup>a</sup> de transacciones de los sectores económicos regionales (nodos) de la Huetar Caribe por el peso relativo de las ventas, según clústeres productivos



a/Utiliza el algoritmo circular. El tamaño del nodo refleja el peso del valor de las ventas del sector con respecto al total de las ventas de la región. El grueso de la flecha indica el tamaño del flujo.

El código de cada nodo de la red se puede extraer del cuadro de codificación disponible en el anexo metodológico.

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

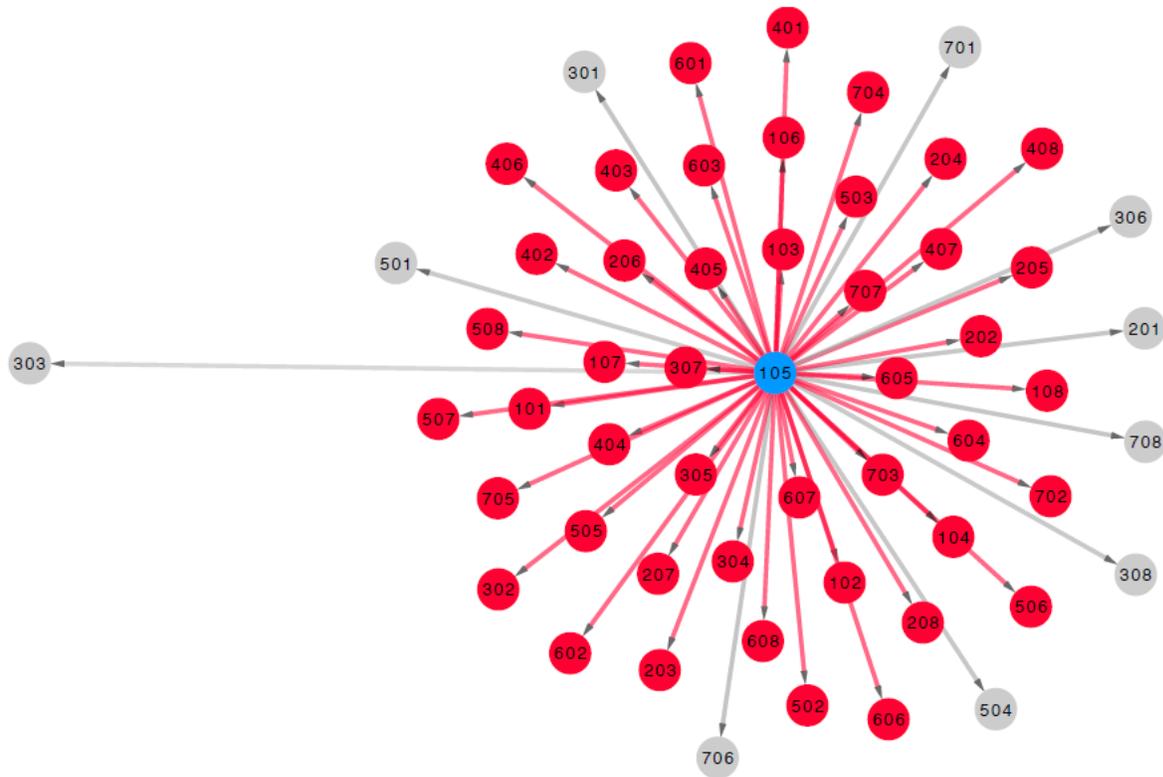
## Dependencia estructural

Dado los resultados presentados en las secciones anteriores, esta investigación realiza un tercer nivel de análisis del aparato productivo nacional, en el que se determina la capacidad de los sectores regionales para influir sobre otros sin necesidad de un intermediario. Esto se conoce como un “vecino inmediato”, lo cual consiste en la conexión directa que tenga un nodo con otro sin necesidad de un intermediario. Este tipo de análisis permite estimar quienes serían los más afectados por un golpe sobre la red productiva, como lo ha sido con las afectaciones económicas de la pandemia covid-19. Este apartado parte de la estimación de la matriz de dependencia, la cual se explica en la sección 2.5<sup>xii</sup>. Dada la relevancia del sector comercio y transporte, este apartado se concentra en el nivel de influencia que este sector pueda ejercer sobre sus vecinos más cercanos.

La red 15 visualiza la extracción de los nodos conectados directamente (los vecinos inmediatos) al sector de comercio y transporte de la región Central-GAM (105). En azul se muestran los nodos con una relación de dependencia mayor de 0,5 (en un rango de 0 a 1) y en rojo los vínculos pertenecientes a estas relaciones. En este estudio, se asigna 0,5 al punto de corte de las relaciones de *dependencia bajas* (menores de 0,5) y *dependencias altas* (iguales o superiores a 0,5).

Red 15

Red<sup>a/</sup> de coeficientes de dependencia de las ventas del sector comercio y transporte de la región Central-GAM



a/Utiliza el algoritmo *Prefuse Force-Directed* y centraliza los sectores con flujos con mayor coeficiente de dependencia. El color del flujo indica el nivel de dependencia: rojo es igual o mayor a 0,5 (alta dependencia), gris es menor a 0,5 (baja dependencia)  
Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

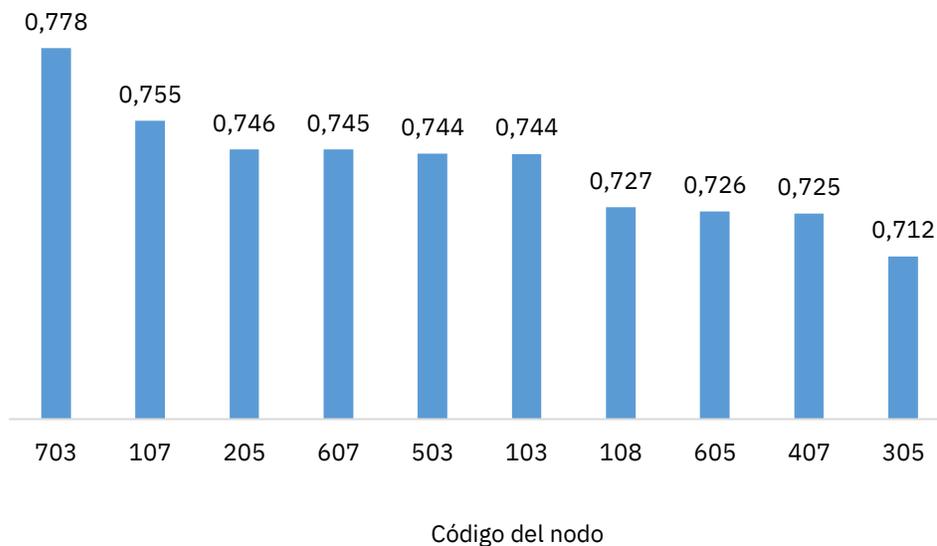
La mayor parte de las conexiones (vecinos inmediatos) del sector comercio y transporte de la región Central-GAM mantienen relaciones de alta dependencia, específicamente 45 de sus 55 conexiones inmediatas. Un aspecto relevante es que las relaciones de dependencia no son simétricas. Por ejemplo, un nodo puede ser altamente dependiente de otro, y este segundo no ser dependiente del primero. Este es el caso del sector de servicios intensivos en conocimiento de la Central-Periferia y el sector comercio y transporte de la Central-GAM. El primero tiene un coeficiente de dependencia de 0,62 con el segundo, pero el vínculo recíproco es más débil con un nivel de dependencia mucho menor (0,36).

La importancia de estas relaciones de dependencia se puede ilustrar mediante un caso. Si se presume una reducción en la actividad económica del sector de comercio y transporte de la Central-GAM, los diez primeros nodos (vecinos inmediatos) más afectados serían los que se incluyen en el gráfico 9. Todos estos nodos poseen un coeficiente de dependencia del nodo 105 (comercio y transporte de la Central-GAM) superior a 0,7. Además, la mayoría de los nodos se verían afectados, y únicamente diez de sus vecinos inmediatos no tienen altas relaciones de dependencia. Esto evidencia cuán frágil podría ser la estructura productiva en caso de que algo

paralice al sector de comercio y transporte. Por otro lado, desde una perspectiva de red, un *shock* en la Central-GAM, específicamente en este sector, tendría una gran transmisión en sectores que ni siquiera son de esta región.

Gráfico 9

Diez sectores<sup>a/</sup> con el mayor coeficiente de dependencia de las compras al sector de comercio y transporte de la región Central-GAM



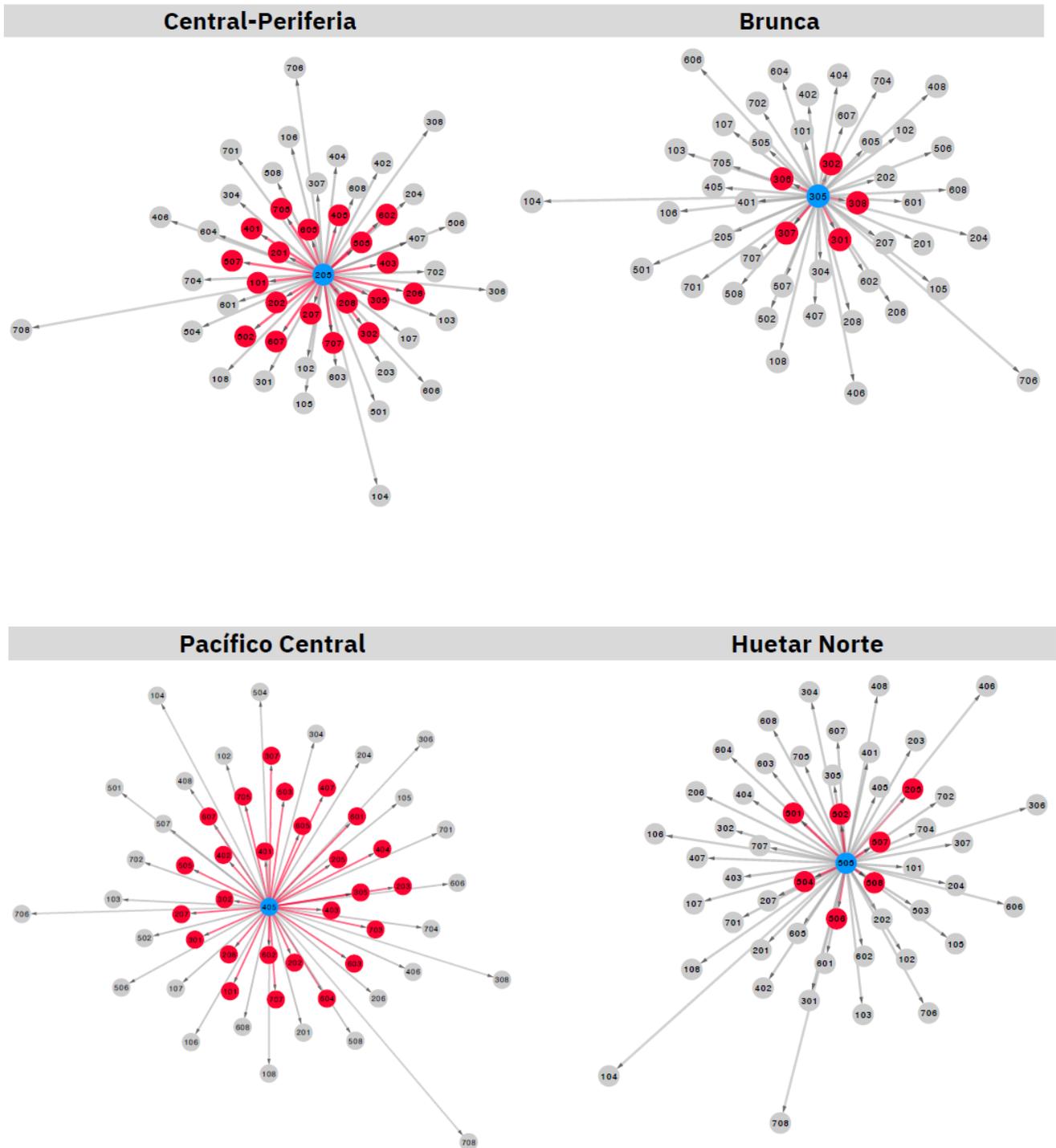
a/Léase el código de los nodos (sectores-regiones) de esta manera: 703: manufactura tecnológica en la Huetar Caribe, 107: alojamiento y comidas en la GAM-Central, 205: comercio y transporte de la Central-Periferia, 607: alojamiento y comida de la Chorotega, 503: manufactura tecnológica de la Huetar Norte, 103: manufactura tecnológica de la Central-GAM, 108: servicios de educación y salud de la Central-GAM, 605: comercio y transporte de la Chorotega, 407: alojamiento y comida de la Pacífico Central, y 305: comercio y transporte de la Brunca.

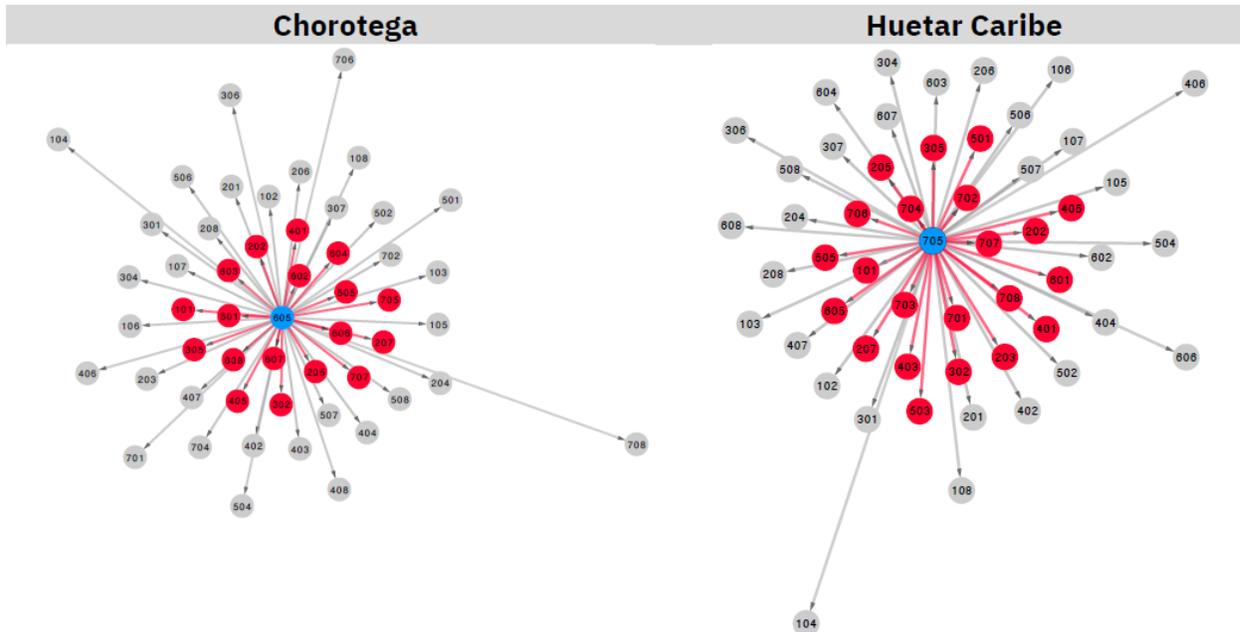
Fuente: Elaboración propia.

Al efectuar este ejercicio con los sectores de comercio y transporte de otras regiones fuera de la región GAM, se observa que no originan tantos flujos de alta dependencia como el caso presentado anteriormente (red 16). Esto sugiere que las regiones periféricas dependen más del comercio interno con la GAM que de sus propias estructuras locales. Considerando que existe esta asimetría, de las regiones fuera de la GAM se observa que el comercio y transporte de la Central Periferia y el de la Huetar Norte son las que tienen un poco más nodos dependencias de la red nacional. Mientras que, para las regiones Chorotega, Pacífico Central y Brunca presentan apenas entre trece y veintidós relaciones de alta dependencia.

Red 16

Red<sup>al</sup> de coeficientes de dependencia de las ventas del sector comercio y transporte de las regiones fuera de la Central-GAM





a/Utiliza el algoritmo *Prefuse Force-Directed* y centraliza los nodos con el mayor nivel de dependencia del nodo central. El color del flujo indica el nivel de dependencia.

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

## Conclusiones

El aparato productivo costarricense se puede visualizar como una red de transacciones de compras y ventas, a partir de la cual se pueden estimar los vínculos entre regiones y sectores. En este trabajo se identifica que la red productiva nacional es relativamente densa, tiene altos niveles de conectividad, pero están concentrados en pocos sectores y regiones. Esta concentración coexiste con sectores altamente desarticulados, tanto dentro de estas unidades subnacionales como entre ellas. Por lo anterior, unos sectores han establecido muchos vínculos con otros sectores y otras regiones, y por otra, algunos sectores no están altamente conectados, sino desarticulados del resto de los sectores.

Un hallazgo de esta investigación es que el sector más conectado en toda la red es el de comercio y transporte con transacciones (compra y venta) de muy alto valor, en especial dentro del mismo sector. De este sector, destaca la región Central-GAM con una alta dominancia en la red productiva: por este nodo pasan la mayoría de las transacciones del país. Lo anterior se explica porque la GAM es un territorio de mucho peso en el país: mayor disponibilidad de recursos humanos, servicios e infraestructura. Lo anterior explica en parte porque en este territorio se establecen la mayoría de las empresas del sector de comercio.

El comercio y transporte de la Central-GAM también es medular en la provisión de insumos para el resto de las regiones, lo cual implica que una afectación sobre este nodo productivo puede paralizar su capacidad de proveer al resto del país. En síntesis, la importancia del sector de comercio y transporte se da en toda la red, por ser uno de los principales generadores de transacciones y el principal conector local.

Por otra parte, el sector más desconectado en la red es la manufactura tecnológica en las regiones fuera de la Central-GAM. Esto revela la dualidad en la que coexisten las empresas dedicadas a una actividad con un alto contenido tecnológico y un fuerte componente exportador. Si bien son altamente relevantes en términos de crecimiento económico, no están conectadas con los mercados locales en la mayor parte del territorio nacional. Sumado a lo anterior, la manufactura tecnológica no es un gran consumidor de insumos locales ni un importante proveedor de otros sectores e, incluso, sus pocas transacciones con ellos son de bajo valor económico. Asimismo, los sectores de manufactura tecnológica de cada región no están conectados entre sí; sus conexiones son particularmente con la industria tradicional y otros sectores, pero en el país no hay un gran dinamismo transaccional sectorial.

En el contexto local se encuentran grandes desconexiones, reflejadas en unos pocos sectores que generan la mayor parte de la actividad regional, y el resto están conectados sobre todo con el sector de comercio y transporte de su región o de la Central-GAM. A partir de los agrupamientos de conectividad y valor de transacciones, se evidencia que algunas regiones están en una situación más crítica de desconexión que otras. La región Brunca resalta por su escasa conectividad y por la presencia de sectores que producen poco valor transaccional. En un nivel un poco menor de desconexión están la Huetar Caribe y Huetar Norte, mientras que en un mejor nivel se ubican regiones como el Pacífico Central y la Chorotega.

Un aspecto relevante que identifica este estudio es que algunas regiones han conseguido desarrollar mercados locales importantes, que podrían ser barreras de contención en caso de paralizarse eventualmente la Central-GAM. Por otro lado, se detectó una considerable dependencia de las regiones con la Central-GAM y, a la vez, una gran centralidad de todo el sistema con respecto al comercio y transporte de esta misma región. Estos resultados sugieren la necesidad de elaborar políticas de fomento productivo e iniciativas orientadas hacia una mejor conjugación local de actividades.

Para el diseño de políticas de desarrollo productivo, el comercio y transporte debe contemplarse como un sector central, especialmente considerando su gran capacidad de transmisión hacia el resto de la economía y las demás regiones. Considerando las brechas de las regiones, se plantean dos tipos de ejes de acción. Primero, en las regiones donde se observó mayor desconexión, se recomienda establecer canales de conectividad sectorial y hacer más densas las aglomeraciones regionales de actividades productivas. Segundo, en las regiones donde se encontró una mejor conectividad, se deben fortalecer los vínculos y canales de transacciones que ya existen y reducir la alta dependencia nacional hacia un único mercado regional y aprovechar mejor las ventajas locales.

## Bibliografía

- Acemoglu, D; Akcigit, U y Kerr, W. 2016. *Networks and the Macroeconomy: An Empirical Exploration*. National Bureau of Economic Research (NBER).
- Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., & Aguilar-Ávila, J. (2017). *Análisis de redes sociales: Conceptos clave y cálculo de indicadores*. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Serie: Metodologías y herramientas para la investigación, Volumen 5.
- 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.
- Chaverri Morales, C. 2016. Encadenamientos productivos en Costa Rica: una aplicación a partir de los datos de la matriz insumo producto. *Revista Economía y Sociedad*. Vol. 21, N°49
- Durán Monge, E.; Jiménez Fontana, P.; Santos, M. y Aragón A. 2021a. *Estructura productiva cantonal en Costa Rica*. Ponencia preparada para el *Informe Estado de la Nación 2021*. San José: PEN, Conare.
- Freeman, L. C. 1979. *Centrality in social networks: conceptual clarification*. *Social Networks*, 1(3), 215–239. [http://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](http://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)
- Giro, Pascal. 1989. Formación y estructuración de una frontera viva: el caso de la región norte de Costa Rica. *Geostmo*; vol. 3(2), pp.17-42. En: <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/77943>
- González Gamboa, V. y Durán Monge, 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.
- Guzmán, M y Piedra, S. 2021. *Análisis de redes productivas de Centroamérica y República Dominicana*. Ponencia elaborada para el Sexto Informe del Estado de la Región. San José: PEN.
- Guzmán, M; Meneses, K; y Córdova, G. 2021. *Estimación de encadenamientos productivos, multiplicadores de empleo y redes productivas de la MIPCA2011*. Ponencia elaborada para el Sexto Informe del Estado de la Región. San José: PEN.
- Jacob, Y. *et al.* 2016. Dependency Network Analysis (DEPNA) Reveals Context Related Influence of Brain Network Nodes. *Sci. Rep.* 6, 27444; doi: 10.1038/srep27444 (2016).

Jiménez-Fontana, P. y Segura, R. 2019. Análisis de sobrevivencia del parque empresarial costarricense. Ponencia preparada para el Informe Estado de la Nación 2019. San José: PEN.

\_\_\_\_\_. 2021. Estructura productiva regional en Costa Rica. Ponencia preparada para el Informe Estado de la Nación 2019. San José: PEN.

Kobourov, Stephen G. 2012. Spring Embedders and Force Directed Graph Drawing Algorithms. Universidad de Arizona. <https://arxiv.org/abs/1201.3011v1>

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

\_\_\_\_\_. 2017. Crecimiento económico y encadenamientos de empleo. Ponencia preparada para el Informe Estado de la Nación 2017. San José: PEN.

\_\_\_\_\_. 2021. *Perfil de encadenamientos productivo de Costa Rica: Un enfoque desde la MIP producto-producto 2017*. Ponencia preparada para el Informe Estado de la Nación 2021. San José: PEN, Conare.

Orozco Y Torres, 2021, “Redes intersectoriales de comercio entre Centroamérica, México y la República Dominicana: un análisis desde la perspectiva de la teoría de redes sociales”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/5; LC/MEX/TS.2021/1), Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.

OECD (2011), OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2011, OECD Publishing. [http://dx.doi.org/10.1787/sti\\_scoreboard-2011-en](http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2011-en)

PEN. 2019. *Informe Estado de la Nación 2019 en Desarrollo Humano Sostenible*. San José: Programa Estado de la Nación, Conare.

Sandner, G. 1982. Estructuración espacio-político- geográfica y la geopolítica en la región caribe. *Revista Geográfica de América Central*, 1(13-14), 41-66. En: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2970>

Sandner, G. y Nuhn, H. 1966. Estudio geográfico regional de la Zona Norte de Costa Rica. San José: ITCO.

Sandner, G. 1962. La colonización agrícola de Costa Rica. San José: ITCO

Soyyigit, S. y Boz, C. 2017. *Global Input – Output Analysis: A Network Approach*. Social Science Review

Nodo	Centralidad de grado			Transitividad	Intermediación	Centralidad por cercanía			Eigen
	Entrada	Salida	Total			Entrada	Salida	Total	
110	55	58	113	0,227	25,438	0,008	0,015	0,015	0,961
201	50	48	98	0,276	15,119	0,007	0,013	0,014	0,858
202	50	58	108	0,247	23,603	0,007	0,015	0,015	0,923
203	28	41	69	0,429	5,410	0,006	0,012	0,013	0,621
204	52	59	111	0,241	36,459	0,007	0,015	0,016	0,928
205	57	60	117	0,219	33,519	0,008	0,015	0,016	0,977
206	47	55	102	0,251	15,028	0,007	0,014	0,014	0,889
207	45	34	79	0,316	6,627	0,007	0,011	0,013	0,697
208	39	27	66	0,413	4,511	0,007	0,010	0,013	0,585
210	38	41	79	0,329	5,858	0,007	0,012	0,013	0,709
301	42	36	78	0,318	7,032	0,007	0,011	0,013	0,689
302	53	51	104	0,239	19,854	0,008	0,014	0,014	0,899
303	3	0	3	1,000	0,000	0,008	0,000	0,008	0,031
304	44	39	83	0,294	10,578	0,007	0,012	0,013	0,721
305	52	53	105	0,248	21,416	0,007	0,014	0,015	0,899
306	37	40	77	0,343	5,493	0,007	0,012	0,013	0,685
307	43	29	72	0,354	7,325	0,007	0,010	0,013	0,620
308	23	14	37	0,477	0,302	0,006	0,009	0,010	0,326
310	34	29	63	0,363	2,513	0,007	0,010	0,012	0,564
401	46	46	92	0,284	11,422	0,007	0,013	0,014	0,810
402	47	52	99	0,262	13,991	0,007	0,014	0,014	0,861
403	26	32	58	0,485	2,902	0,006	0,011	0,012	0,535
404	45	47	92	0,274	10,853	0,007	0,013	0,014	0,816
405	57	62	119	0,214	44,191	0,008	0,016	0,016	0,983
406	47	48	95	0,276	11,825	0,007	0,013	0,014	0,834
407	52	49	101	0,273	21,554	0,007	0,013	0,015	0,870
408	28	19	47	0,412	1,908	0,006	0,009	0,011	0,415
410	47	39	86	0,350	10,695	0,007	0,012	0,014	0,743
501	54	48	102	0,272	27,469	0,008	0,013	0,015	0,864
502	47	55	102	0,268	26,004	0,007	0,014	0,015	0,870
503	11	22	33	0,515	0,063	0,006	0,010	0,010	0,318
504	48	51	99	0,273	17,594	0,007	0,014	0,014	0,858
505	54	59	113	0,233	38,089	0,008	0,015	0,016	0,945
506	43	47	90	0,281	7,936	0,007	0,013	0,014	0,801

Nodo	Centralidad de grado			Transitividad	Intermediación	Centralidad por cercanía			Eigen
	Entrada	Salida	Total			Entrada	Salida	Total	
507	50	39	89	0,299	10,789	0,007	0,012	0,014	0,776
508	32	25	57	0,415	2,598	0,006	0,010	0,012	0,506
510	36	34	70	0,365	4,575	0,007	0,011	0,013	0,624
601	47	50	97	0,275	14,001	0,007	0,013	0,014	0,846
602	55	57	112	0,235	26,629	0,008	0,015	0,015	0,948
603	21	16	37	0,483	0,461	0,006	0,009	0,010	0,352
604	45	49	94	0,262	13,182	0,007	0,013	0,014	0,823
605	54	58	112	0,239	27,615	0,008	0,015	0,016	0,948
606	47	50	97	0,267	13,545	0,007	0,013	0,014	0,848
607	55	41	96	0,301	13,085	0,008	0,012	0,015	0,832
608	38	23	61	0,399	3,545	0,007	0,010	0,012	0,542
610	36	41	77	0,326	5,906	0,007	0,012	0,013	0,688
701	57	46	103	0,250	23,372	0,008	0,013	0,015	0,887
702	46	53	99	0,267	11,689	0,007	0,014	0,014	0,870
703	11	9	20	0,621	0,093	0,006	0,009	0,009	0,186
704	43	54	97	0,264	13,859	0,007	0,014	0,014	0,850
705	55	60	115	0,225	42,797	0,008	0,015	0,016	0,955
706	42	45	87	0,295	5,098	0,007	0,013	0,013	0,782
707	44	39	83	0,297	11,320	0,007	0,012	0,013	0,732
708	37	29	66	0,356	4,932	0,007	0,010	0,012	0,581
710	34	37	71	0,322	6,021	0,007	0,011	0,012	0,633

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del BCCR.

### Algoritmo de visualización: *Prefuse Force-Directed*

De acuerdo con Kobourov (2013), los métodos *force-directed* de visualización de redes definen una función objetivo que mapea cada grafo en un número  $\in \mathbb{R}^+$  el cual representa la energía del mapeo. Esta función está definida de tal manera que la baja energía corresponde a mapeos en que los nodos adyacentes están cerca por una distancia pre especificada de cada uno, mientras que los nodos no adyacentes están más espaciados entre sí.

Para visualizar las redes, se calcula el mapeo de los grafos encontrando el mínimo (usualmente local) de estas funciones objetivo. Estos algoritmos son especialmente útiles para visualizar redes pequeñas, con menos de cien nodos, debido a la limitación de escalar en un caso de que haya varios mínimos locales, además de que los métodos barcéntricos no estiman bien en grandes redes debido a que la separación mínima entre los vértices tiene a ser muy pequeña y hace las visualizaciones ilegibles. El modelo clásico del algoritmo *force-directed* se restringe al cálculo del mapeo de los grafos en geometría euclidiana, típicamente  $\mathbb{R}^2$ ,  $\mathbb{R}^3$  y en general,  $\mathbb{R}^n$ .

<sup>i</sup> Las autoras agradecen la colaboración de Alonso Alfaro Ureña, investigador del BCCR, quien estuvo a cargo de la supervisión de los procesamientos y la confidencialidad de la información.

<sup>ii</sup> El cierre de edición de esta ponencia fue septiembre del 2020. Es importante aclarar que la publicación de la Matriz Insumo Producto cantonal (2017) fue publicada el 24 de febrero del 2021, posterior al cierre de edición de esta investigación.

<sup>iii</sup> En el caso de los servicios de alquileres, comisiones, servicios profesionales e intereses se deberán declarar los montos superiores a 50.000 colones anuales realizados a una misma persona. No se incluyen los intereses pagados por entidades del Sistema Bancario Nacional.

<sup>iv</sup> Este equipo estuvo dirigido por Alonso Alfaro, investigador del BCCR.

<sup>v</sup> Este ajuste realizado por el BCCR implica que la base Revec utilizada en este Informe difiere de la utilizada en la ponencia de Jiménez-Fontana y Segura, 2019, la cual fue una ponencia base del Informe Estado de la Nación 2019.

<sup>vi</sup> Matemáticamente, un grafo es una colección de un conjunto de vértices  $V$  y de arcos  $U_2 \subset V^2$  (Gorbátov, 1988). En la teoría de grafos, se puede además definir un grafo  $G$ , por medio de un par ordenado:  $G = (V, A)$ , donde  $V$  es un vértice y  $A$  una arista.

<sup>vii</sup> Entre ellas la dirección y la intensidad de una conexión, así como la importancia en términos de ventas y compras comparativamente.

<sup>viii</sup> La distancia promedio puede estar correlacionada con la densidad, pero son variables diferentes.

<sup>ix</sup> La distancia geodésica es la distancia más corta entre dos puntos.

<sup>x</sup> Un *loop* es un flujo con destino igual al origen, es decir, que sale y llega al mismo sector-región.

<sup>xi</sup> Este no es el caso de todos los sectores. Construcción e inmobiliarias, así como servicios intensivos en conocimiento, componen el 18 y 14% de las empresas registradas en el Revec, respectivamente, pero no son sectores que traducen el tamaño del parque empresarial en un valor de transacciones equivalente.

<sup>xii</sup> El análisis de dependencia proviene del área de la neurociencia, en la cual se estudia la comunicación entre las regiones del cerebro por medio de correlaciones aplicadas al análisis de redes (Jacob *et al.*, 2016). La MD asigna un coeficiente (estimado como una correlación parcial) de dependencia a cada flujo de la MTR, el cual indica en qué proporción el nodo  $X$  depende del nodo  $Y$ . Esta operación se realiza en ambas direcciones; es decir, las relaciones de dependencia no son simétricas: un nodo  $Z$  puede tener una mayor o menor dependencia de otro nodo  $K$ , que la que el nodo  $K$  tenga del nodo  $Z$ . Para efectos de este estudio, se calcula la relación de dependencia hasta el primer vecino, es decir, conexiones directas existentes entre los nodos, y no se llega a un segundo nivel por cuanto los datos no posibilitan extraer las características necesarias para estimarlo.