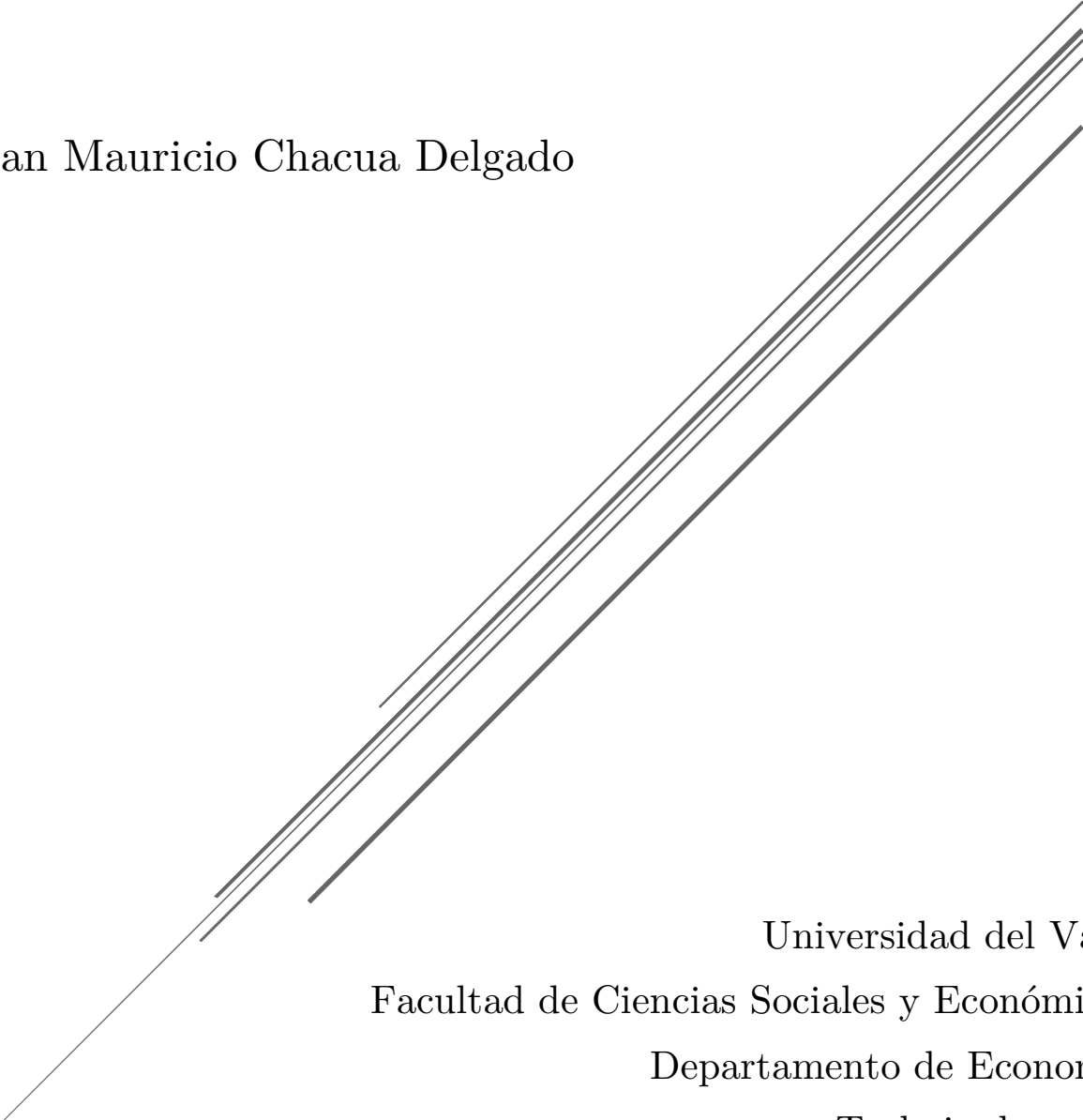


INTERMEDIARIOS EN LAS EXPORTACIONES COLOMBIANAS

Christian Mauricio Chacua Delgado



Universidad del Valle
Facultad de Ciencias Sociales y Económicas
Departamento de Economía
Trabajo de grado

INTERMEDIARIOS EN LAS EXPORTACIONES COLOMBIANAS

CHRISTIAN MAURICIO CHACUA DELGADO

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
SANTIAGO DE CALI
2013

INTERMEDIARIOS EN LAS EXPORTACIONES COLOMBIANAS

CHRISTIAN MAURICIO CHACUA DELGADO

CÓDIGO: 200940285

Trabajo de grado para optar por el título de Economista

DIRECTOR:

BORIS SALAZAR TRUJILLO

Profesor titular del Departamento de Economía

Universidad del Valle

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA

SANTIAGO DE CALI

2013

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Santiago de Cali, 14 de diciembre de 2013

AGRADECIMIENTOS

Agradezco los valiosos comentarios y sugerencias de Juan David Castaño Urrea, Gerente Regional para el suroccidente colombiano de la Asociación Nacional de Comercio Exterior, ANALDEX.

De igual manera, agradezco la colaboración y asesoramiento legal, brindado por los funcionarios de la División de Gestión y Operación Aduanera de la DIAN, seccional Santiago de Cali.

Finalmente, agradezco la incondicional colaboración y comentarios del profesor Boris Salazar Trujillo, director de este trabajo de grado.

CONTENIDO

1.	Introducción	1
2.	Revisión de literatura	4
2.1.	Los intermediarios comerciales desde las teorías convencionales.....	5
2.2.	La intermediación comercial desde enfoques alternativos	7
2.3.	Intermediación comercial y redes complejas.....	8
2.4.	El caso colombiano	10
3.	El concepto de intermediario económico.....	11
4.	Hipótesis de trabajo.....	15
5.	Metodología	17
5.1.	Muestra de datos	19
5.2.	El grafo comercial	21
5.3.	Sobre la detección de comunidades.....	27
6.	Análisis empírico	29
6.1.	Las Comercializadoras Internacionales en las exportaciones totales.....	29
6.2.	Análisis dinámico para el escenario donde sólo existen C.I.	34
7.	El problema de encontrar un socio comercial	44
8.	Conclusiones	47
9.	Referencias.....	49
10.	Anexos.....	54
10.1.	Sobre la muestra de datos.....	54
10.2.	Algunos conceptos teóricos	56
10.3.	Algoritmos de detección de comunidades.....	58
10.4.	Tablas y gráficos adicionales.....	62

INTERMEDIARIOS EN LAS EXPORTACIONES COLOMBIANAS

RESUMEN

En este trabajo se investiga el papel de los “intermediarios económicos” involucrados en las exportaciones colombianas. Se aplica un análisis dinámico de redes complejas en una muestra de datos a nivel de transacciones, para el periodo 2008-2012. Se sigue una metodología de Aprendizaje de Máquinas no supervisado para hallar patrones que emergen de manera endógena en el sistema, sin imponer a priori estructuras de mercado. Se encuentra que las grandes heterogeneidades, en términos de características y tipos de vinculación, llevan a la existencia de leyes de potencia en las distribuciones de grado de conexiones y los valores FOB de cada transacción, que se mantienen a través del tiempo. Además, que existe un gran número de comunidades y componentes conformados por un número reducido de nodos, que se mantienen en el tiempo y en los que incluso se llevan a cabo grandes transacciones. De esta forma, en el caso de las Comercializadoras Internacionales, un mayor número de contactos o clientes no implica necesariamente mayores montos de dinero exportados.

PALABRAS CLAVE: intermediación, comercio internacional, comercializadoras internacionales, exportaciones colombianas, redes complejas.

1. INTRODUCCIÓN

El enigma sobre la existencia de intermediarios económicos en las transacciones comerciales, aunque no es un tema nuevo de investigación, aún pareciera estar lejos de ser resuelto. La mayor parte de los modelos convencionales, que tratan de incluirlos como parte de su análisis reducen su papel a un simple costo fijo adicional sin tener en cuenta las estructuras subyacentes, o las trayectorias de emparejamiento entre agentes. Es decir, sólo analizan las decisiones individuales que toma cada firma productora, pero no estudian un mecanismo de agregación, ni intentan explicar los fenómenos que podrían emerger endógenamente en los sistemas comerciales de este tipo. Debido a esto, aún existen muchos interrogantes sobre la actuación de los intermediarios en la realidad: ¿de qué depende su participación en el comercio internacional?, ¿del monto transado?, ¿del tipo de producto? ¿Cómo es su interacción con productores e importadores? ¿Es posible detectar patrones o estructuras de integración comercial? ¿Son los que tienen un mayor número de clientes quienes realizan transacciones de gran valor?

Un resultado común en gran parte de las investigaciones, es la aparente “ganancia” en términos de bienestar que genera la actividad de los intermediarios. En el caso de las exportaciones, se dice que gracias a ellos se concreta un mayor número de transacciones, ya que permiten expandir mercados y sacar provecho de las economías a escala. Por ejemplo, Ahn, Khandelwal, & Wei (2010) argumentan que los intermediarios facilitan las exportaciones de empresas pequeñas y con baja productividad, que no podrían realizar de forma directa. Sin embargo, al tratar a los intermediarios de forma aislada, sin relaciones heterogéneas con otros agentes, poco se conoce de su actuación en sistemas comerciales del mundo real. Más aún, los aparentes beneficios económicos, atribuidos desde la teoría a dicha labor, podrían verse distorsionados porque la intermediación puede estar enmarcada en una diversidad de formas de integración comercial, que no son del todo eficientes.

En el caso de las exportaciones colombianas, se dice que muchos intermediarios económicos son sólo un mecanismo utilizado por grupos empresariales para acceder

a beneficios tributarios (Castaño, 2013). Las asimetrías en la información y los incentivos incorrectos, podrían generar problemas en el establecimiento de trayectorias con pequeños productores y en las relaciones con clientes en el exterior. Por eso, algunas políticas de beneficios tributarios que buscaban promover la existencia de Comercializadoras Internacionales (C.I), como un tipo de intermediación económica para el fomento de las exportaciones, han terminado en fraudes a la DIAN (Elespectador.com, 2013; RCN La radio, 2013).

En este trabajo se busca aportar al conocimiento empírico de las relaciones que rodean a los intermediarios económicos colombianos. En particular, se estudiará las relaciones de intercambio que sostienen las Comercializadoras Internacionales (C.I) con sus clientes en el exterior. Se tratará de identificar las estructuras de integración comercial, con base en las exportaciones realizadas por este tipo de agentes, sin imponer a priori un patrón de mercado. Además de detectar algunos patrones emergentes del sistema, se estudiará el comportamiento en el tiempo de algunas características de los intercambios, como el tipo de producto, el monto de dinero transado o el país de destino de la exportación, en estructuras que se derivan de las relaciones reales que sostienen los agentes del sistema comercial.

Con el fin de analizar algunos de los fenómenos que emergen del sistema comercial y que no se explican por el análisis individual o la suma lineal de los involucrados, se requiere de métodos alternativos. Entre los más destacados, se encuentran los que utilizan modelos de emparejamiento y los que se basan en redes complejas. En el primer grupo, trabajos como los de Chaney (2013), Petropoulou (2010) y Rauch & Watson (2004) plantean modelos específicos para estudiar la emergencia de la intermediación en un sistema comercial. Por su parte, los métodos basados en redes complejas se valen de técnicas computacionales de aprendizaje automático (ML¹) para detectar estructuras y comportamientos de forma endógena. Investigaciones como las de Hausmann & Hidalgo (2011), Hausmann, et al (2011), justifican la utilización del análisis de grafos, debido a la posibilidad de estudiar

¹ ML por sus siglas en inglés: Machine Learning.

diferentes tipos de interacciones entre los componentes de un sistema. Mientras tanto, Kranton & Minehart (2001) y Corominas-Bosch (2004) plantean modelos de redes comerciales, que utilizan la teoría de grafos. Estos desarrollos permiten descubrir y tratar más hechos estilizados que los modelos neoclásicos, o incluso las *nuevas teorías del comercio internacional* en donde se ubican los trabajos de Ahn, Khandelwal, & Wei (2010) y Blum, Claro, & Horstmann (2009).

En Colombia son muy pocos los trabajos en los que se menciona a los intermediarios económicos y son casi inexistentes los que proponen enfoques alternativos. Es decir, se ha prestado gran atención al estudio de las relaciones entre el comercio internacional y el crecimiento económico, el desempleo y la firma de tratados comerciales. Los trabajos habituales utilizan modelos clásicos y gravitacionales, mientras que los más recientes estructuras de competencia monopolística. En este último enfoque, Melitz (2003) ha influenciado artículos como el de Blum, Claro, & Horstmann (2009), que se concentra en el análisis de la intermediación en los flujos comerciales entre Colombia y Chile. Otros estudios no analizan directamente el problema, pero dan pistas de los grados de concentración en los valores exportados que ameritan ser investigados en detalle.

Teniendo en cuenta los argumentos mencionados en los párrafos anteriores, son muchas las razones que justifican un análisis detallado de los intermediarios involucrados en las exportaciones colombianas. Primero, son pocos los estudios en Colombia que abordan el tema. Segundo, teóricamente los modelos convencionales han considerado a los intermediarios como elementos “*aislados*” de un sistema, sin analizar sus relaciones e interacciones con el resto de agentes, o suponiendo a priori estructuras de mercado. Tercero, debido a los fraudes tributarios se requiere de un mejor conocimiento del papel de los intermediarios económicos y de su comportamiento en la realidad. Cuarto, conocer la estructura y el papel que cumplen los intermediarios puede facilitar el éxito de la integración comercial con el resto del mundo, ya que estos se involucran en más del 15% de las exportaciones colombianas.

Este trabajo consta de siete capítulos adicionales que permiten comprender el problema teórico, los resultados del análisis empírico y plantear algunas explicaciones

para el caso colombiano. En el primero, se presenta una revisión de literatura nacional e internacional. En el segundo, se discute acerca del concepto de intermediario económico. Del tercero al cuarto se abordan cuestiones metodológicas relacionadas con el análisis de redes complejas en modelos de aprendizaje automático no supervisado. El quinto y el sexto presentan el análisis empírico del grafo comercial, para finalizar en el séptimo con algunas conclusiones. También se incluyen un anexo, que comprende cuestiones teóricas y empíricas, así como un material suplementario web², que contiene videos de las representaciones dinámicas y otras herramientas de profundización en el tema.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

El análisis del papel de los intermediarios en el comercio internacional ha sido un tema persistente de investigación. Estos estudios adquieren gran relevancia en el caso de las exportaciones, pues se busca determinar si la intermediación facilita o limita los intercambios de un país con el exterior. Sin embargo, desde los modelos más sencillos, como los basados en las ventajas comparativas, hasta las *nuevas teorías del comercio internacional*, fundadas en el análisis a nivel de empresas, aún existe una gran discusión sobre la forma correcta de abordar el tema. No sólo interesa contrastar los resultados obtenidos previamente, sino tratar de encontrar patrones que permitan explicar y comprender los hechos involucrados en los intercambios reales.

En la actualidad, se podría decir que hay un enfrentamiento teórico entre las teorías convencionales y las visiones alternativas. Desde las primeras, la mayor parte de los modelos están fundamentados en los supuestos básicos de la microeconomía, como la simple agregación lineal de agentes optimizadores y similares³. Por su parte, las visiones alternativas en su mayoría tratan de estudiar procesos que emergen del sistema comercial, en los que el orden de la agregación y las formas de relación

² Dicho material se encuentra en el sitio web <http://sites.google.com/site/cicol2013>

³ Aunque en estricto las teorías neoclásicas del comercio internacional difieren de las *nuevas teorías del comercio internacional*, podrían clasificarse como *teorías convencionales* debido a que comparten dichos elementos en común e incluso podrían hacer parte de un mismo paradigma dominante.

influyen en el resultado final. En los siguientes dos apartados se abordan los trabajos más representativos desde ambos paradigmas y en el tercero se presentan algunas investigaciones relacionadas para el caso colombiano.

2.1. Los intermediarios comerciales desde las teorías convencionales

El análisis de la intermediación desde las teorías convencionales de comercio internacional ha sido tratado de diversas maneras. En la actualidad, muchas investigaciones recurren al análisis del comercio internacional a nivel de firmas, para explicar la presencia de intermediarios en las transacciones. Se debe resaltar al trabajo de Melitz (2003) como el precursor de esta corriente teórica de modelos, que suponen una estructura de competencia monopolística, heterogeneidad en las firmas exportadoras y un sector importador homogéneo. En la versión original de Melitz (2003) el intercambio se da directamente entre exportadores e importadores y por eso una amplia gama de investigaciones se ha concentrado en modificar dicho modelo con el fin de incluir la intermediación para explicar ciertos hechos estilizados. Tal como sucede en una ciencia normal, dichas investigaciones parecieran concentrarse en *“lograr lo esperado, de una manera nueva”* (Kuhn, 2000).

Los trabajos de Helpman, Melitz, & Yeaple (2004) y Ahn, Khandelwal, & Wei (2010) logran incluir la intermediación en el modelo de Melitz (2003), aunque llegando a conclusiones diferentes. En el primero se desarrolla un modelo de comercio internacional e inversión a nivel de firmas, en el que el grado de productividad determina sus decisiones. En dicho modelo, sólo las firmas más productivas exportarán y únicamente las de muy alta productividad utilizarán *“cadenas de distribución particulares en el exterior”* (Helpman, Melitz, & Yeaple, 2004) equivalentes a los intermediarios. En contraste, Ahn, Khandelwal, & Wei (2010) proponen un modelo en el que cada firma decide entre exportar directamente o recurrir a una *“tecnología de exportación indirecta”* (intermediario). En este segundo modelo, se concluye que las firmas de baja productividad podrán exportar y lo hacen mediante intermediarios.

Algunos de los modelos convencionales no predicen en realidad nuevos hechos estilizados, sino que intentan amoldarse a estos. Por ejemplo Blum, Claro, & Horstmann (2009), utilizan algunos hechos estilizados descubiertos por fuera de sus modelos y metodologías de análisis, para suponer un único patrón de interacción en el sistema. Según ellos en todas las relaciones comerciales al menos una de las partes será un “*gran comerciante*” y, por eso, los grandes exportadores negociarán con múltiples importadores y los pequeños exportadores venderán a unos pocos intermediarios (Blum, Claro, & Horstmann, 2009). De esta forma definen al intermediario como la contraparte “*mayor*”, necesaria en toda exportación. Asumiendo el cumplimiento de esta condición en todos los casos, desarrollan un modelo de decisión individual para cada firma, según su productividad marginal y los costes involucrados. Así, la inclusión de la intermediación en las transacciones comerciales pareciera ser el resultado de suponer hipótesis *ad hoc*.

Una hipótesis *ad hoc* es una afirmación o hipótesis adicional que sólo sirve para solucionar un problema específico y que no puede ser contrastada. Siguiendo a Kuhn (2000), las hipótesis *ad hoc* tratan de eliminar cualquier conflicto aparente con una teoría y en los modelos de intermediación comercial, dichas hipótesis son un mecanismo para tratar de lidiar con las diversas estructuras de agentes, en las que existen intermediarios. Tal vez debido al exceso de dichas hipótesis y a los diversos supuestos de partida, algunos modelos convencionales llegan a conclusiones que a simple vista parecerían contradictorias⁵ o que sólo explican una parte del problema. En la realidad coexisten muchas formas complejas de interacción, que no pueden ser consideradas por dicho paradigma y por eso estos modelos no son completamente refutados. Por eso desde este paradigma, la intermediación pareciera ser un fenómeno de casos particulares, en los que se selecciona uno de los múltiples patrones existentes

⁴Blum, Claro, & Horstmann (2009) la definen mayor debido al gran número de códigos, del sistema de clasificación arancelaria Harmonized System (HS), que transan.

⁵ Por ejemplo, que la intermediación es utilizada por firmas altamente productivas (Helpman, Melitz, & Yeaple, 2004) o por firmas de baja productividad (Ahn, Khandelwal, & Wei, 2010).

en un sistema complejo real, para tratar de simplificar las interacciones como un sistema lineal.

2.2. La intermediación comercial desde enfoques alternativos

Dentro de las visiones alternativas se investiga principalmente el surgimiento de la intermediación en el sistema comercial. Se destacan dos grandes tipos de modelos: los que parten de modelos de emparejamiento y los que se basan en modelos de redes complejas. Algunos de estos permiten estudiar la presencia de los intermediarios en un determinado lugar de la red, así como sus interacciones con una gran cantidad de agentes heterogéneos. Por eso representan un gran avance metodológico, en comparación con el enfoque convencional, pues permiten tener en cuenta diferentes tipos de relaciones y estructuras de integración comercial, asimetrías en la información e incluso incertidumbre.

2.2.1. La intermediación en modelos de emparejamiento

Los modelos de emparejamiento⁶ han sido utilizados en diversos trabajos para estudiar la intermediación en el comercio internacional. Rauch & Watson (2004) estudian la creación de la “*oferta*” de intermediación desde la elección de una firma, de seguir produciendo o utilizar sus contactos en el extranjero para ser agentes intermediarios. Petropoulou (2010) crea un modelo de emparejamiento entre dos agentes con información incompleta, suponiendo que toda la estructura se genera, en el momento inicial, a partir de un solo intermediario. Mientras tanto, Chaney (2013) desarrolla un modelo de redes, que “*podría complementar*” al de Melitz (2003), pues explica la capacidad de las firmas para acceder a mercados internacionales, incluyendo la estructura social y aspectos geográficos.

Los modelos de emparejamiento plantean principalmente funciones que caracterizan el comportamiento de los tipos de agentes en el sistema. Aunque algunos consideran nociones de la teoría de redes, como por ejemplo Rauch & Watson (2004) al suponer una red de agentes creada de forma aleatoria o Chaney (2013) que define

⁶ También conocidos como modelos de “matching”, por su nombre en inglés.

la red en un espacio continuo, la intermediación es estudiada a través de su labor para juntar agentes diferentes. Por ejemplo Petropoulou (2010) supone dos tipos de relaciones de emparejamiento entre productores y compradores: una de forma directa que sigue un proceso estocástico y otra indirecta mediante agentes intermediarios que invierten recursos para establecer una red de contactos. En otros casos, como en Rauch & Watson (2004) se explica la elección individual de un agente para volverse intermediario de acuerdo al tamaño de su red personal de contactos. Sin embargo, al asociar la capacidad de emparejar agentes con el tamaño de sus redes individuales de contactos, surgen algunos interrogantes ¿Será que las grandes redes de contactos en el exterior están relacionadas con transacciones de mayor valor? ¿Cómo se dieron estos emparejamientos en la vida real?

2.3. Intermediación comercial y redes complejas

La mayoría de las investigaciones basadas en redes sociales tratan de plantear procesos y descubrir patrones emergentes del sistema. Trabajos como el de Jackson & Rogers (2007) proponen procesos de vinculación para explicar algunas de las propiedades de un grafo y que podrían ser útiles a la hora de analizar estructuras complejas en las que participan los intermediarios. Corominas-Bosch (2004) y Kranton & Minehart (2001) estudian estructuras de redes descentralizadas, que aunque no incluyen intermediarios, permiten explicar el origen de distintas formas de integración comercial.

Algunos de los procesos más importantes son los relacionados con la creación de vínculos, ya que definen la forma estructural de la red. “*Procesos híbridos*” de creación de vínculos, como el propuesto por Jackson & Rogers (2007), han sido utilizados en diversos modelos⁷ para explicar si las relaciones entre los agentes fueron realizadas de forma aleatoria o mediante vinculación preferencial. En el contexto de las transacciones comerciales, el primer tipo de vinculación implicaría que todos los

⁷ Incluso algunos modelos de emparejamiento, como el de Chaney (2013), utilizan este tipo de procesos en la creación de las estructuras básicas del sistema y en las nociones de búsqueda remota y directa en el sistema.

agentes tienen la misma probabilidad de relacionarse. El segundo, característico de las redes sociales, lleva a la existencia de grandes heterogeneidades en las que unas pocas empresas realizan múltiples (o grandes) transacciones mientras la gran mayoría sólo concentran unas pocas, de reducido valor.

Los modelos basados en redes complejas permiten estudiar estructuras de integración comercial diferentes a los mercados, en entornos de incertidumbre, e información asimétrica. Según Kranton & Minehart (2001) siguiendo a Coase (1937), las redes son instituciones de no-mercado, que preservan algunas características de mercado interesantes. Por ejemplo, los compradores y vendedores podrían establecer vínculos de forma estratégica y competir, a pesar que el intercambio solo es posible entre los agentes que se encuentren conectados en red. Más aún Corominas-Bosch (2004) destaca que en estos tipos de integración comercial no solo interesa el número de conexiones que tiene un agente sino su “*calidad*”, pues esta afecta en gran medida el resultado final al influir en el poder de negociación de los agentes.

Kranton & Minehart (2001) critican a los modelos que suponen contrapartes “*anónimas*” en toda transacción. Según ellas la manera cómo estén vinculados compradores y vendedores genera cierta preferencia a comerciar con los agentes más conocidos, pues construir nuevas relaciones de intercambio involucra cierto riesgo. Similar a la crítica realizada por Gale & Kariv (2007), podría ocurrir que las decisiones de negociación y participación en el mercado no sean meramente individuales o tomadas bajo un contexto de información perfecta. Como conclusión Kranton & Minehart (2001) sostienen que las estructuras de redes eficientes llegan al equilibrio y de esta forma los incentivos individuales para establecer relaciones con otros agentes podrían alinearse con la búsqueda del bienestar económico general.

Corominas-Bosch (2004) desarrolla un modelo de comercio bilateral en juegos de red. En este modelo los agentes, que pueden ser compradores o vendedores, están conectados mediante una red que es definida de forma exógena. Las estructuras de integración comercial encontradas pueden enmarcarse en una de tres clasificaciones, mediante un método de descomposición de grafos. Aunque dicho método no permite obtener particiones únicas, Corominas-Bosch (2004) plantea que en situaciones donde

los agentes se distribuyen de forma desigual, el excedente estará en manos de los que existan en menor número. Además, según ella, en situaciones en las que el número de compradores es igual al de vendedores, las estructuras de mercado son competitivas y el excedente es repartido uniformemente. De esta forma, su trabajo aporta algunas bases teóricas para el análisis de las diferentes estructuras presentes en el sistema.

2.4. El caso colombiano

Los trabajos nacionales que estudian el papel de la intermediación, en los intercambios comerciales con el exterior, son casi inexistentes. Esto, porque en Colombia la mayor parte de las recientes investigaciones, en materia de comercio internacional, se han enfocado en otros aspectos o han seguido las visiones tradicionales. Es decir, se ha prestado gran atención al estudio de las relaciones entre el comercio internacional con el crecimiento económico, el desempleo y la firma de tratados comerciales.

Los trabajos estándar utilizan modelos clásicos o gravitacionales, y los más recientes estructuras de competencia monopolística. En este último enfoque, Melitz (2003) ha influenciado trabajos como el de Wengel, Ardila, Ferreira, & Suárez (2007), quienes tratan de caracterizar el sector exportador colombiano. Sin embargo, aunque mencionan que *“los 50 exportadores más grandes generan el 56.1% de las exportaciones manufactureras e importan el 34.6% de las importaciones”* (Wengel, Ardila, Ferreira, & Suárez, 2007), su modelo no considera la presencia de intermediarios. Por eso, a excepción del trabajo de Blum, Claro, & Horstmann (2009), son pocos los trabajos que mencionan el papel de los intermediarios en nuestro país.

Cabe resaltar que en los últimos años se han desarrollado una serie de investigaciones, con el fin de comprender la dinámica de las exportaciones nacionales. Se destacan los análisis con datos a nivel de firmas, realizados por Eaton, Eslava, Kugler, & Tybout (2008) y Eslava, Haltiwanger, Kugler, & Kugler (2013). En el primero se realiza una descripción del sector exportador colombiano y se encuentran

grandes heterogeneidades en la frecuencia y monto de los intercambios. En el segundo y utilizando el modelo de Melitz (2003), se analizan los efectos de la liberación comercial en la productividad total. Aunque Eaton, Eslava, Kugler, & Tybout (2008) no consideran el papel de la intermediación y se concentran en explicar dichas diferencias con un modelo gravitacional, observan que tomar valores agregados y promedios distorsiona mucho los resultados. Ellos encuentran que existe gran dispersión en las observaciones y en algunos casos las variables no parecieran seguir una distribución normal⁸, pues también se evidencian grandes sesgos. Estos análisis descriptivos dan pistas sobre la estructura exportadora colombiana y de allí proviene su mayor aporte para este trabajo. ¿Será que la intermediación y los tipos de vinculación entre agentes podrían ser el origen de dicha heterogeneidad?

Este trabajo trata de aportar a la comprensión de la emergencia de la intermediación en las exportaciones, a partir de una estructura de red. Además, intenta analizar los efectos de la presencia de intermediarios en las exportaciones colombianas, sin imponer a priori una estructura de mercado específica. Tal vez el principal aporte que se pretende realizar, en relación con la literatura revisada, será considerar las heterogeneidades en el tipo de agentes y sus transacciones, en un sistema dinámico que permita encontrar algunas agrupaciones y fenómenos emergentes de forma endógena.

3. EL CONCEPTO DE INTERMEDIARIO ECONÓMICO

El concepto de “intermediario” comprende una diversidad de enfoques, aun limitándonos al campo del comercio internacional. En muchos trabajos se supone que un intermediario es quien permite una vinculación no directa entre dos agentes, por lo general cargando un costo adicional a la transacción. Sin embargo, esta concepción es muy general y podría no ser relevante para un análisis detallado. Por ejemplo, algunas figuras como los agentes aduaneros, los almacenes de depósito y las empresas transportadoras cumplen con dicho criterio, aunque su papel económico podría ser

⁸ Por ejemplo, Eaton, Eslava, Kugler, & Tybout (2008) encuentran que mientras la firma promedio lleva a cabo 47 transacciones anuales, el valor de la mediana es 4 y el máximo es 8082.

“auxiliar”. Es decir, son agentes necesarios sólo por cuestiones legales o logísticas y aunque afectan el éxito de una operación de exportación, su estudio no explica el surgimiento de una transacción, en el sentido que le interesa a la economía.

En este trabajo se analizarán los “intermediarios económicos”, que se conciben como un tipo de agente que permite la realización de ciertas transacciones que, de otra forma, no serían posibles. Es decir, se sigue la concepción de Spulber (1996) al considerar como intermediario económico a un agente que compra a productores para revender a compradores (importadores), o que ayuda a emparejar compradores y vendedores. De esta forma, no se tienen en cuenta como intermediarios económicos a todos los agentes que cargan costos adicionales a la transacción, sino sólo a aquellos que podrían crear directamente un mayor número de intercambios. Esta concepción, ha sido utilizada por Petropoulou (2010) y concuerda en parte con las de Ahn, Khandelwal, & Wei (2010)⁹ y Blum, Claro, & Horstmann (2009), aunque los dos últimos modelos se ubican en el paradigma dominante y no explican la existencia de dichos agentes.

En el caso colombiano ¿qué agentes cumplen con la definición de Spulber (1996) y pueden considerarse como intermediarios económicos? En este trabajo se recurre a la aplicación de una de las categorías establecidas por la DIAN y la legislación aduanera colombiana. En especial, se consideran como intermediarios económicos a las Comercializadoras Internacionales (denotadas de ahora en adelante como C.I.), pues son las encargadas de buscar y conectar productores nacionales con potenciales clientes extranjeros. Estas funciones se mencionan en el artículo 1 del decreto 093 de 2003¹⁰:

Las Sociedades de Comercialización Internacional son aquellas sociedades nacionales o mixtas que tengan por objeto la comercialización y venta de productos colombianos en el exterior, adquiridos en el mercado interno o fabricados por productores socios de las mismas, con inscripción vigente en el Registro de Comercializadoras Internacionales del Ministerio de Comercio Exterior. (Decreto 093 de 2003).

⁹ Por ejemplo, Ahn, Khandelwal, & Wei (2010), afirman que estos agentes facilitan las exportaciones de empresas pequeñas y con baja productividad, que no podrían realizarse de forma directa.

¹⁰ Una explicación más detallada, se encuentra en el artículo 2 del decreto 380 de 2012.

En teoría, una C.I. debería ser una empresa con vocación de creación de mercado, que “apoye” a pequeñas y medianas empresas a exportar, a cambio de recibir una tasa de remuneración. En principio, se supone que las C.I. deberían aprovechar las economías a escala, y el “*conocimiento profundo*” de sus clientes, (Rauch, 2001) para mejorar la eficiencia y la productividad. De otra forma, a las empresas pequeñas les saldría muy costoso exportar y no serían muy atractivas internacionalmente. Los limitados portafolios de productos, los altos costos de asistir a ruedas de negocios internacionales, y la incapacidad para responder a grandes pedidos, deberían llevar a que los pequeños productores recurran a un tercero con el fin de expandir su mercado. Sin embargo, ¿es ésta la realidad del caso colombiano? ¿Este tipo de intermediarios económicos cumple dichas funciones?

En Colombia, algunos expertos del tema sugieren que “*la figura de C.I. ha perdido su razón de ser*” (Castaño, 2013). Según él sería de esperar que muchas C.I. no cumplan con la labor de expandir mercados y agrupar a múltiples productores. En cambio, sólo seguirían los intereses de grupos empresariales que buscan recuperar inmediatamente “*flujos de caja*”. Dado que las C.I. tienen derecho a “*la exención del impuesto sobre las ventas y de la retención en la fuente*” (Art. 2, Parágrafo 2, Decreto 093 de 2003), existen incentivos para llevar a cabo fraudes tributarios, creando proveedores ficticios que busquen beneficiarse de las devoluciones del IVA. Más aún, los recientes escándalos de corrupción al interior de la DIAN (RCN La radio, 2013 y Elespectador.com, 2013) parecieran establecer evidencia a favor de estas hipótesis, a pesar de la promulgación de los decretos 0380 y 1727 de 2012 que buscaban combatir dichos fraudes¹¹.

Los cambios en la legislación y las restricciones al libre acceso de la información sobre las C.I. dificultan cualquier tipo de análisis. Sólo en el año 2012 más de 1900 C.I. cancelaron su registro (Domínguez, 2012), reduciéndose el número

¹¹ Un artículo publicado en Actualicese.com (2013) afirma que el decreto 1727 de 2012 “*le volvió a facilitar los fraudes a los corruptos*”. Según dicha publicación, la baja tarifa de retención del IVA y las declaraciones con periodicidad bimestral por parte de los proveedores de las C.I. hacen que sea más rápido “*recuperar sus falsos saldos a favor*” (Actualicese.com, 2013).

de estos agentes casi a la mitad. Muchas acudieron a la “*terminación voluntaria de la autorización*” (Artículo 2, Decreto 0380 de 2012), debido a las nuevas exigencias legales más estrictas que les hacían incurrir en grandes costos, y otras de manera forzosa mediante un *acto administrativo* de la DIAN.

Aun con una definición fundamentada en decretos, la identificación empírica de los agentes que son intermediarios económicos es algo complicado y las posibles soluciones prácticas siempre serán objeto de críticas. Por ejemplo, Blum, Claro, & Horstmann (2009) suponen que los intermediarios comercian en diversas industrias y definen un umbral, según el número de códigos HS¹² a los que pertenecen sus exportaciones, para decidir si un agente pertenece a dicha categoría. Sin embargo, no es clara la forma de decidir dicho umbral o “cuántas industrias son suficientes” y, cómo mencionan Ahn, Khandelwal, & Wei (2010), muchos intermediarios se especializan en exportar productos homogéneos, pertenecientes a una misma industria. Estos últimos proponen un algoritmo de detección de caracteres, que consiste en encontrar traducciones del término “Trader”, en las razones sociales de los exportadores. Sin embargo, su precisión es algo limitada, dando cabida a una gran cantidad de errores de tipo uno y dos¹³.

En este trabajo se recurre al uso de algunos listados oficiales del directorio de usuarios DIAN, actualizados en los años 2010 y 2013, para identificar empíricamente a las C.I. Esto permite capturar un gran número de agentes que cumplían con dicha figura de exportación, antes de la cancelación masiva de autorizaciones atribuida a la entrada en vigencia del Decreto 0380 de 2012, y los posteriores decretos que buscaban ejercer un mayor control a los fraudes y la evasión. A pesar que este método no permite identificar exactamente el número de C.I. en cada momento del tiempo, es una de las mejores alternativas disponibles. No requiere definir exógenamente un umbral, como en Blum, Claro, & Horstmann (2009), y disminuye el número de “falsos

¹² Los códigos HS son utilizados para designar mercancías y clasificarlas en partidas arancelarias.

¹³ A manera de demostración, en el material suplementario web se incluye una aplicación del método de Ahn, Khandelwal, & Wei (2010), en la que se pueden evidenciar la omisión de “falsos negativos” y la presencia de “falsos positivos”.

negativos” y la omisión de “falsos positivos”, resolviendo en parte el problema de Ahn, Khandelwal, & Wei (2010).

4. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La gran variabilidad en los resultados de las investigaciones conduce a que sean diversas las hipótesis que deberían ser contrastadas. En el caso de los trabajos ubicados dentro del paradigma dominante, la aparente “*confirmación*” de un resultado podría ser rápidamente puesta en duda, si se parte de una serie de supuestos *ad hoc* diferentes. Tal como se mencionó en la sección 2.1, pareciera que coexisten muchas formas interacción, que llevan a la existencia de intermediarios en un gran número de estructuras y relaciones. Por eso este trabajo se aleja del debate teórico dentro de dicho paradigma y recurre a métodos alternativos para contrastar algunas de las hipótesis abordadas en la mayoría de las investigaciones relacionadas. Se aclara, que esta labor se llevará a cabo en el contexto de un modelo de redes complejas, que no imponga de antemano grandes restricciones a los datos empíricos¹⁴.

Como hipótesis principal y siguiendo algunas de las ideas planteadas por Ahn, Khandelwal, & Wei (2010) se busca contrastar si los intermediarios facilitan las exportaciones de pequeños productores colombianos, y por tanto de poco valor monetario, debido a su gran red de contactos. Es decir, si la existencia de intermediarios es una “*tecnología positiva*”, donde las C.I. aportan sus redes de clientes para aumentar el flujo comercial de un determinado producto, sector o incluso transacciones que no sobrepasen cierto valor monetario. Debido a las restricciones en la información disponible, no es posible identificar las conexiones internas entre C.I. y los proveedores nacionales, por lo que sólo se pueden considerar las transacciones entre las C.I. y sus clientes en el exterior (consúltese la sección 5.2.2). Con dicho fin se analizarán los sectores industriales que más recurren a dicha tecnología y los contextos en los que aparecen involucradas C.I. en las transacciones.

¹⁴ Se recomienda al lector de este documento, recurrir al anexo 10.2 para una explicación formal de algunos conceptos teóricos básicos en el análisis de grafos y redes complejas.

En especial, se estudiará si las C.I. que exportan grandes valores monetarios lo hacen a través de una amplia red de clientes o si en realidad predominan otros patrones.

Con base en los hechos estilizados de Blum, Claro, & Horstmann (2009), se tratará de contrastar si en Colombia abundan empresas con poco valor en cuanto a sus exportaciones. Es decir, si existe un gran número de empresas que transen valores monetarios muy pequeños y, por tanto, una concentración en el valor de las exportaciones por parte de unas pocas firmas productoras o de intermediarios. Para esto, se compararán las distribuciones de probabilidad de los montos FOB transados, en la muestra total y en un escenario hipotético en el que sólo exportan C.I., y se contrastará la posible existencia de una ley de potencia en dicha distribución, como aproximación al grado de heterogeneidad en el sistema. Además, se analizarán los principales exportadores colombianos, para identificar la importancia relativa de los intermediarios económicos en el total de las exportaciones nacionales. Finalmente, el grafo dinámico permitirá visualizar para cada una de las empresas los montos de dinero intercambiados en cada transacción.

Debido al uso de un modelo de redes complejas, se contrastarán algunas hipótesis relacionadas con la topología de la red. Se estudiará la forma de dos clases de distribuciones de grado: simples y ponderadas. Las primeras permiten analizar la distribución del número de transacciones que realizan las C.I. en un intervalo de tiempo. Las segundas, ponderan cada una de las transacciones de una C.I. por el respectivo monto FOB exportado, representando la fuerza de los intercambios llevados a cabo en un período de tiempo. Si dichas distribuciones de grado dinámicas tuvieran grandes colas y siguieran una distribución de Pareto (ley de potencia) que se mantenga en el tiempo, tal como sucede en la mayoría de las redes sociales, se sugeriría la existencia de muchas heterogeneidades, tanto en la frecuencia de los intercambios realizados, como en los valores monetarios involucrados.

Para contrastar si las C.I. cumplen la labor de expandir mercados, se realiza un análisis dinámico del número de clientes y de los montos transados. En especial, se tratarán de encontrar algunos de los patrones y comunidades que emergen de las transacciones que involucran este tipo de agentes. En este contexto, una comunidad

es una agrupación de agentes y vínculos que representa la estructura real de integración comercial, en la que se llevan a cabo los intercambios entre exportadores e importadores. Se analizarán las posibles formas de caracterizar dichas agrupaciones, y hasta qué punto podrían definirse según los valores FOB o las posiciones arancelarias de los productos exportados, tal como suponen una gran cantidad de investigaciones.

El análisis de la detección de comunidades, mediante la aplicación de algoritmos de aprendizaje automatizado no supervisado (UML)¹⁵ permitirá contrastar empíricamente otras características de las estructuras de emparejamiento comercial. El número de comunidades¹⁶, o las agrupaciones de importadores y exportadores que emergen del grafo, permite descubrir patrones de intercambio en todo el sistema comercial. Si existiera un gran número de estas agrupaciones y además fueran componentes conexos¹⁷ aislados, sería importante analizar si las separaciones se deben a las diferencias de productos, a los valores transados o a otro proceso especial. Si además se encontrara una comunidad de gran tamaño, que corresponda a un componente conexo, se deben estudiar los sectores que hacen parte de él, su nivel de homogeneidad y su posible proceso de formación, para definir si existe rivalidad entre distintas C.I. o si es una forma eficiente de realizar intercambios.

5. METODOLOGÍA

En este trabajo se recurre a una metodología de análisis fundamentada en las técnicas de UML, aplicada al estudio de redes comerciales. Esta metodología permite descubrir agrupaciones y características subyacentes de los datos empíricos, de forma endógena y sin imponer una estructura de mercado o patrón pre-establecido. Así, es

¹⁵ Conocida como UML, por sus siglas en inglés de *Unsupervised Machine Learning*.

¹⁶ Ver la sección 5.3 para una definición formal.

¹⁷ Un componente conexo es un sub-grafo o agrupación de nodos y vínculos, en los cuales todos los nodos son alcanzables mediante trayectorias directas o indirectas de cualquier longitud. El tamaño de un componente conexo puede diferir de los tamaños detectados por las comunidades, pues las últimas tienen en cuenta otros factores para definir las agrupaciones, como por ejemplo la densidad de las conexiones internas o la distancia de las trayectorias alcanzables.

posible identificar la forma como se llevan a cabo las exportaciones en la realidad. Para esto, se exploran los datos utilizando solamente el grafo de observaciones empíricas, puesto que se tratan de explicar los procesos generadores del sistema y sus propiedades emergentes, antes de pensar en la construcción de un modelo teórico explicativo. Con este fin, se utilizará el software estadístico R (R Core Team, 2013) y más precisamente la librería “igraph” (Csardi & Nepusz, 2013), destinada al análisis de redes complejas.

La metodología de UML es de gran aplicación en los modelos de redes complejas. Siguiendo a Ghahramani (2004), los modelos de UML sólo reciben datos de entrada, pero no apuntan a obtener resultados controlados o restringidos de antemano, por una variable de soluciones deseadas¹⁸. Es decir, los modelos de UML no tratan de predecir un nuevo resultado “*correcto*” con base en unos nuevos datos de entrada, como se busca en métodos supervisados, entre los que se encuentra el modelo de regresión lineal. En cambio, como menciona Ghahramani (2004), su objetivo es encontrar estructuras y patrones en los datos, explicando lo que para otros modelos es simplemente un “ruido blanco” no estructurado. En este caso en particular, se utilizarán modelos de agrupamiento¹⁹, para encontrar algunas de las propiedades del grafo comercial a estudiar.

En el contexto del comercio internacional los métodos de UML permiten identificar la forma como se relacionan y agrupan los agentes para transar. En el estudio de las exportaciones, este tipo de métodos es relevante pues no es necesario definir previamente etiquetas o categorías en los datos, para caracterizar un intercambio. De esta forma, se pueden contrastar algunas hipótesis sobre las supuestas formas de interacción de las C.I. Por ejemplo, las agrupaciones obtenidas por la aplicación de algoritmos de UML permitirán establecer la conveniencia de caracterizar las estructuras de las que participan intermediarios según los sectores en

¹⁸ En analogía con un modelo de aprendizaje supervisado, como el de regresión lineal de la forma $y = \beta_0 + \beta_1 * x$, la variable dependiente “y” representaría los resultados deseados, que no es necesaria en un modelo de UML.

¹⁹ También conocidos como métodos de “clustering”, por su nombre en inglés.

los que se exporta, los montos FOB intercambiados, o si se requiere del planteamiento de nuevos procesos.

Para contrastar la hipótesis principal, se analizará la topología de la red y los posibles patrones que pueden descubrirse mediante distintos métodos de detección de comunidades. Estos métodos permitirán encontrar estructuras de integración comercial, conformadas por agrupaciones de exportadores e importadores. De esta forma, se espera hallar algunas propiedades y patrones del grafo comercial en el que participan las C.I., para analizar su labor en el sistema exportador colombiano. Además, se intentan descubrir nuevos hechos sobre la forma de interacción de estos agentes, que ayuden al desarrollo de herramientas de control tributario.

5.1. Muestra de datos

Se utiliza una muestra de datos a nivel de transacciones²⁰, construida desde la base de datos “*exportaciones detalladas*”, propiedad de LEGISCOMEX (2013). La unidad de análisis corresponde al *territorio aduanero de Colombia* que, como se menciona en el artículo 1 de la legislación comercial del país, comprende todo el territorio nacional donde actúa el Estado colombiano²¹. El periodo de estudio concierne al intervalo de tiempo comprendido entre el 1 de enero de 2008 y el 31 de diciembre de 2012. Este período de tiempo se escoge buscando mayor consistencia, al utilizar una sola metodología en la recolección de datos.

La muestra de datos total se compone de 2.374.714 transacciones, de las cuales 630.818 fueron realizadas por C.I. La suma anual de los valores FOB, para la muestra total, es muy cercana a las cifras de exportaciones reportadas por la DIAN. Incluso, la desviación máxima del valor muestral es menor al 11%, de la cifra total oficial. En

²⁰ En el anexo 10.1. se presenta una descripción ampliada de las características de la muestra, incluidos los criterios para definir una transacción.

²¹ Cabe resaltar, que según los decretos 4051 de 2007 y 2685 de 1999, las Zonas Francas no hacen parte del territorio aduanero nacional, y por eso algunas transacciones hacia estos lugares se consideran como exportaciones.

la tabla 5.1.1 se presentan las etiquetas, nombres y descripciones de las variables a utilizar.

Tabla 5.1.1

Variables a nivel de transacciones

Etiquetas	Nombre de la variable	Descripción
Source	NIT del exportador	Variable numérica discreta. Contiene el número de identificación tributaria del agente exportador, al que se le atribuye la transacción.
UsuExp	Razón social del exportador	Variable alfanumérica. Incluye la razón social o nombre del exportador.
Target	Razón social del importador	Variable alfanumérica. Contiene la razón social o nombre del importador. Dado que no existe un equivalente al NIT a nivel mundial, será utilizada para identificar entre agentes importadores.
Weight	Valor FOB en USD	Variable numérica continua. Incluye el valor corriente FOB de la transacción en dólares americanos. Es la variable que suma todas las declaraciones de exportación entre dos agentes, realizadas en un día, para una misma subpartida arancelaria.
Time	Fecha de declaración	Variable numérica discreta. Incluye el día, mes y año en que se realizó la declaración definitiva.
Label	Número de declaración	Variable numérica discreta. Contiene el número de declaración, con el que se registra cada transacción en la base de datos de la DIAN. Permite eliminar declaraciones temporales repetidas, antes de agregarlas en transacciones.
HS6	Arancel	Variable numérica discreta. Presenta el código de la partida arancelaria, siguiendo el sistema HS, con seis dígitos de desagregación.
Nci	Comercializadoras Internacionales	Panel de variables, sobre los agentes registrados ante la DIAN como C.I. Se compone de los listados de la DIAN (Directorio de usuarios DIAN, 2013) y DIAN (RUA: Comercializadora Internacional, 2010). Incluye NIT y razón social.
PImp	País importador	Variable alfanumérica. Contiene el nombre del país de destino de la exportación.

Fuente: construcción propia con información obtenida de LEGISCOMEX (2013).

5.2. El grafo comercial

Como primera aproximación empírica se construirá un grafo dinámico y dirigido entre los agentes involucrados, ponderando los vínculos por el valor FOB en USD de las exportaciones. Por eso, en esta sección se presenta una representación formal de la red a construir, teniendo en cuenta las variables expuestas en las tablas anteriores. Además se presenta el caso básico de las relaciones esperadas cuando exporta una C.I.

5.2.1. Representación de una red comercial

Para empezar, y siguiendo la notación de Jackson (2008), un grafo $(N, g_{n \times n})$ se compone de un conjunto de nodos $N = \{1, \dots, n\}$, que representan a todos los tipos de agentes comerciales, y de una matriz de vínculos dirigidos y ponderados $g_{n \times n}$, en la que cada elemento g_{ij} representa el sentido y el valor de cada transacción entre un par de nodos i, j . De esta forma se puede decir que el grafo es ponderado, pues el valor π de cada vínculo g_{ij} , es un número real en $\mathbb{R}^+$ que pertenece al intervalo $(0, \infty)$ y que representa el valor FOB exportado por el agente i hacia un nodo importador en el extranjero j (ver figura 5.2.1).

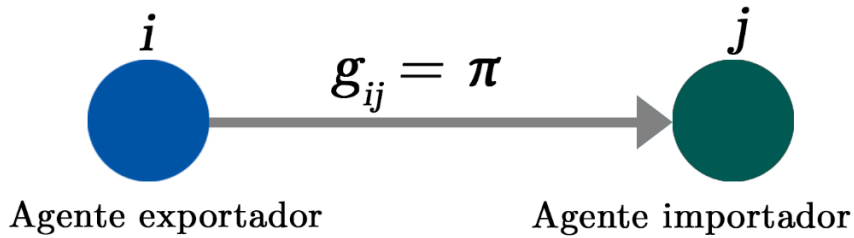


Figura 5.2.1. Componentes de un grafo comercial. Fuente: construcción propia.

En el caso colombiano, los agentes exportadores pueden extraerse de la columna “source”, de la base de datos considerada. Cabe resaltar que en dicha categoría se incluyen algunas de las figuras de usuarios, registradas ante la DIAN, como la de C.I., Usuario Aduanero Permanente (UAP), Usuario Altamente Exportador (ALTEX), almacén de depósito, usuario de zona franca y beneficiario del Plan Vallejo. En este análisis preliminar no se realiza ninguna distinción entre estas

categorías, pues sólo se intenta caracterizar el sector exportador colombiano con los datos disponibles. No obstante, esta representación puede ser ampliada para considerar estructuras y relaciones más específicas, que estén en función de las características particulares de los nodos, como se estudiará en la siguiente sección.

Cada una de las observaciones de la muestra de datos a utilizar permite definir un vínculo g_{ij} , para luego construir cada una de las celdas de entrada en la matriz de adyacencia²². Un valor g_{ij} representa una transacción de exportación de i (“source”) hacia j (“target”). Cabe aclarar que como el grafo es dirigido $g_{ij} \neq g_{ji}$ y en este caso específico sólo se tienen en cuenta las relaciones unidireccionales del primer tipo. Además, dado que se considera un grafo dinámico, es posible que los nodos i, j realicen un intercambio y en consecuencia activen su vínculo g_{ij} en varios momentos del tiempo, según la ventana de observación definida con base en la variable “time”. Para las visualizaciones y análisis de evolución del grafo, se asume una ventana de observación mensual, puesto que se requiere de un tiempo prudencial para la formación de comunidades y que estas sean representativas.

En cada vínculo es posible definir algunas características que serán consideradas en el estudio de situaciones más complejas. El valor π de cada exportación se encuentra reflejado en la variable “weight”, que es el ponderador del vínculo g_{ij} en la matriz de adyacencia. Dicha variable se expresa en dólares americanos corrientes (USD), pues es la divisa más utilizada en los intercambios considerados en la muestra de datos²³ y elimina algunos posibles sesgos introducidos por el proceso de conversión de dichos montos FOB en pesos colombianos (COP). Otras variables como las partidas arancelarias y el país de destino de cada exportación, serán utilizadas en la aplicación de filtros de clasificación de vínculos.

²² La muestra de datos original está dada a nivel de transacciones y sólo incluye vínculos entre agentes. Dado que no corresponde a una matriz de adyacencia que permita representar grafos de forma directa, esta debe ser construida mediante la función “graph.data.frame”, de la biblioteca “igraph” para R.

²³ Un análisis ampliado de las 60 variables de la base de datos LEGISCOMEX (2013), permite comprobar que la variable “moneda de negociación” se compone principalmente de “dólares americanos”.

5.2.2. El caso de las Comercializadoras Internacionales

Al considerar la presencia de una C.I. en la red comercial se esperaría que en cada transacción existieran conexiones subyacentes con múltiples nodos de productores $a, b, c...$, quienes serían sus proveedores de mercancías. Además, debido a su labor de expandir mercados, todos los bienes que compra una C.I. a sus productores deberían ser vendidos a múltiples agentes importadores $j, k ...$. De esta forma, cada intercambio adoptaría en principio una estructura de interacción comercial como la presentada en la figura 5.2.2.

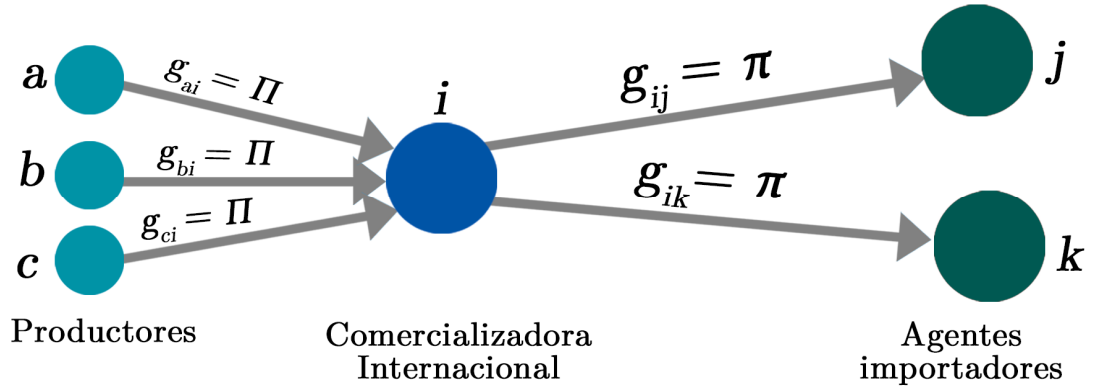


Figura 5.2.2. Ejemplo de la relación básica que enfrenta una C.I. Fuente: construcción propia.

Los nodos de productores nacionales abastecen de mercancías a las C.I., quienes actúan como un “hub” o concentrador de éstas, para luego venderlas a agentes importadores internacionales. Toda esta operación no ocurre necesariamente de forma simultánea, pues las transacciones entre los nodos a, b, c con el nodo i con pueden darse en periodos de tiempo diferentes, que tampoco coinciden con la fecha de exportación hacia j, k . Más aún, en Colombia el artículo 2 del decreto 380 de 2012 establece que las C.I. tienen un plazo máximo de seis meses, a partir de la fecha de expedición del Certificado al Proveedor²⁴, para exportar sus mercancías. De esta forma se podría pensar que las C.I. pueden actuar como un “acumulador” de bienes, que debería mantener una gran cantidad de vínculos de entrada y salida, con el fin de expandir mercados y facilitar las exportaciones.

²⁴ Dicho Certificado al Proveedor, se emite cada vez que una C.I. compra a un productor nacional.

Según lo consagrado en el artículo 1 del decreto 093 de 2003, en el caso de las exportaciones, una Comercializadora Internacional tiene como función la compra de productos nacionales para ser comercializados en el exterior. De esta forma, los ponderadores de cada uno de los vínculos con productores nacionales, se denotan mediante Π y deberían estar expresados generalmente en pesos colombianos (COP). Mientras que los ponderadores de los vínculos con agentes importadores en el exterior (π) son los valores FOB, que se deberían expresar en divisas como el dólar americano (USD).

Siguiendo a Corominas-Bosch (2004) es posible extender las definiciones sobre algunas estructuras básicas esperadas en el sistema. Una C.I. al comprar y vender podría analizarse como un agente que se desenvuelve en dos esferas diferentes: una en la que se relaciona con productores nacionales y otra en la que vende a clientes en el exterior. Aunque en ambas podrían encontrarse situaciones de competencia o repartición por igual de los excedentes, en el sentido planteado por Corominas-Bosch (2004), una C.I. tratará de ubicarse en estructuras en las que abunden vendedores (productores) internos y compradores (clientes) del exterior, como la representada en la figura 5.2.2. Cabe resaltar que en todo caso la C.I. se debe apropiarse de una parte del excedente del productor nacional y del importador internacional, pues de otra forma no existirían incentivos para su existencia en el mercado.

Las cantidades transadas externamente en estas estructuras son relativas y no sólo dependen del tamaño de la red de contactos. Es decir, un mayor número de conexiones no necesariamente implica mayores bienes transados, pues una C.I. puede generar un desfase temporal en el flujo de bienes de entrada con respecto al de salida, al tener la posibilidad de acumular mercancías. En algunas ocasiones podría acumular bienes de diversos pequeños productores para responder a los pedidos de sus clientes, hasta que enfrente restricciones de tipo financiero o legal²⁵. De esta forma una C.I. tiene cierta independencia a la hora de comprar localmente y vender al exterior (figura 5.2.3).

²⁵ Por ejemplo, que deba exportar la mercancía en los seis meses siguientes a la expedición del CP.

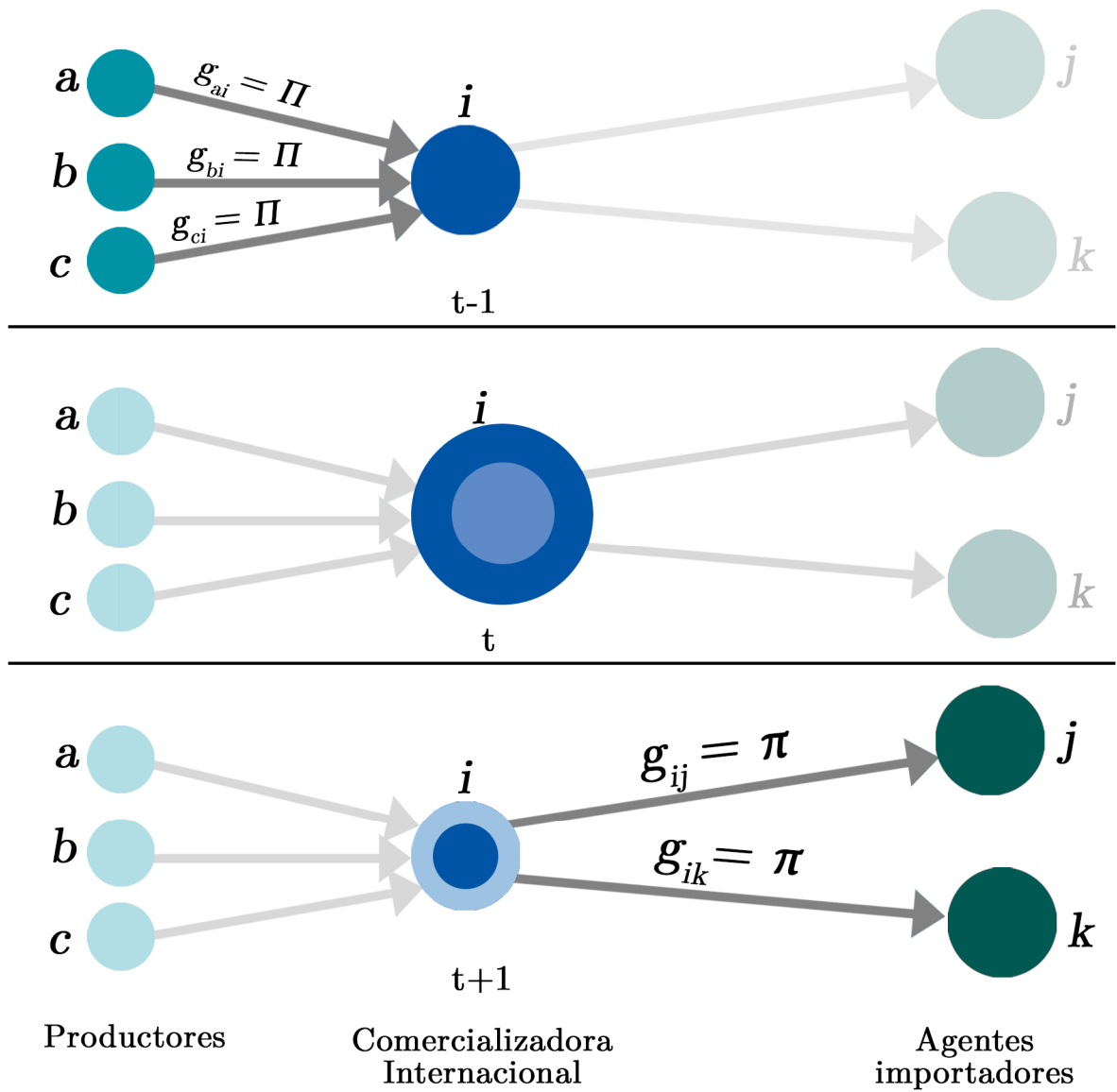


Figura 5.2.3. Ejemplo del desfase dinámico que puede tener una C.I. en los flujos de entrada de bienes nacionales y exportaciones hacia sus clientes en el exterior, por actuar en esferas separadas en tres momentos del tiempo. Fuente: construcción propia.

A diferencia de un juego en el que los precios se determinan simultáneamente y los agentes emparejados salen del “mercado”, en este sistema sería de esperar que una C.I. se mantenga dinámicamente acumulando bienes locales mediante la activación dinámica de sus vínculos internos. De esta forma existe un precio de compra interna y otro de venta externa, donde el primero debe de ser menor que el segundo para que la C.I. obtenga un margen de ganancia. Puede suceder que ambos precios no se acepten o determinen simultáneamente, sino que una C.I. haya acordado de antemano un precio interno que limita su poder de negociación de un precio de exportación²⁶.

En principio, considerar los nodos de productores en el análisis es una situación hipotética y difícilmente podría ser contrastada debido a que mucha de la información necesaria no es de dominio público. Por ejemplo, con los datos de los Certificados al Proveedor (CP) es posible captar la totalidad de las trayectorias comerciales entre una C.I. y todos los proveedores a quienes ha comprado alguna mercancía. Sin embargo, el acceso a dichos comprobantes es sumamente restringido, ya que se podrían entablar acciones legales por posibles daños y perjuicios a terceros, al conocer sus socios comerciales. Más aún, los CP son documentos polémicos pues actúan como soporte de las C.I. para acceder a beneficios tributarios, y dados los recientes escándalos por fraudes a la DIAN²⁷, algunos de estos certificados son actualmente pruebas en procesos judiciales.

Debido a las restricciones en la información, una aplicación empírica de este modelo sólo podría concentrarse en estudiar las relaciones que establecen las C.I. con sus clientes importadores. Aun así, un análisis de este tipo permitiría comprobar el papel de las C.I. en la expansión del mercado internacional, e incluso aproximarse a la estructura subyacente, extrapolando el análisis de características. Es de esperar que una C.I. exporte en su mayoría productos adquiridos al interior del país, pues la legislación aduanera establece trabas a la reventa interna de bienes nacionales y

²⁶ El caso contrario, que el precio externo limite el interno también podría ser posible.

²⁷ Como los mencionados previamente en la sección 3.

ejerce control sobre las importaciones que puede realizar. Una CI podría enfrentar sanciones por fraude si al intentar cobrar la devolución del IVA no puede justificar que los bienes declarados en su CP fueron efectivamente exportados²⁸ y producidos localmente. Más aún, Castaño (2013) atribuye la disminución en el número de C.I. a los cambios en legislación que llevaron a que algunos agentes prefirieran cambiar su razón social y renunciar a dicha figura, al encontrar impedimentos para la reventa interna de bienes. De esta manera, sus transacciones con el exterior serían un reflejo de su red local, a nivel nacional.

5.3. Sobre la detección de comunidades

Conocer las comunidades a las que pertenecen los nodos de C.I. es vital para estudiar su grado de integración comercial, sus posibilidades de expansión hacia nuevos mercados, así como sus competidores inmediatos. Siguiendo a Pons & Latapy (2005) una comunidad es un grupo de nodos altamente conectados entre sí, pero con pocos enlaces con otros nodos del sistema. En el contexto de este trabajo, una comunidad representaría la forma como se relacionarían los diferentes tipos de C.I. con sus clientes. Cabe resaltar que debido a las características de la muestra de datos, las comunidades se generan cuando un agente exportador vende a múltiples importadores o viceversa²⁹. Dado que los vínculos sólo se definen en términos de las transacciones realizadas, con los datos disponibles sólo se capturan relaciones tipo “C.I. – importador”, pero nunca entre agentes de una misma categoría³⁰.

La muestra de datos disponible sólo permite estudiar interacciones entre una C.I. y sus clientes. No es posible establecer directamente las alianzas internas reales entre grupos de C.I. (o importadores) o las “cadenas subyacentes” de agentes nacionales (o extranjeros), involucradas en la producción, distribución y comercialización de un bien. Como resultado, debe advertirse que las comunidades

²⁸ Es decir, los bienes comprados internamente deben salir del territorio aduanero de Colombia en un plazo máximo de seis meses, para acceder a los beneficios de pertenecer a dicha figura aduanera.

²⁹ Cuando un importador compra a múltiples exportadores nacionales.

³⁰ Es decir, no es posible identificar relaciones tipo “C.I. - C.I.” o “importador-importador”.

detectadas solamente reflejan las estructuras de integración comercial de las C.I. con sus clientes y no las estructuras sociales del comercio internacional. Estas últimas, las estructuras sociales, involucran más cierres triádicos debido a que los vínculos reflejan interacciones que irían más allá de las transacciones de exportación³¹. Sin embargo, se aclara que la detección de dichas estructuras sociales no forma parte de los objetivos de este trabajo, pues además de la falta de los datos necesarios, al incluir las conexiones internas de un país en el sistema se tiene en cuenta un gran número de trayectorias por las que no necesariamente fluyen productos o se crea un mayor número de intercambios con el exterior. Por ejemplo, si se incluyeran los nodos de las empresas transportadoras que hacen parte de las cadenas subyacentes, sería posible encontrar subgrafos que abarquen un mayor número de nodos, pero las trayectorias teóricamente existentes podrían tener una muy baja probabilidad de ser utilizadas en la realidad.

En el anexo 10.3 se presenta una descripción de los algoritmos a utilizar en el análisis empírico, con el fin de identificar comunidades. El objetivo principal es estudiar los incentivos que podrían explicar las formas de vinculación en el sistema: si se deben al tipo de sector del producto que se exporta o si la vinculación sigue otras motivaciones. Además, se trata de comparar algunas de las diferencias al considerar grafos comerciales dirigidos y suponer que las relaciones comerciales son bidireccionales. Lo anterior, como aproximación al análisis de la importancia del orden de los elementos y de las relaciones en el sistema, como sucede en un sistema complejo. Posterior a dicho análisis, se tratarán de explicar teóricamente algunos de los patrones encontrados.

³¹ Por ejemplo, como lo sugieren Kranton & Minehart (2001) para futuras extensiones de su modelo, en el caso de los vendedores, los vínculos entre ellos podrían capturar grupos industriales o de cooperación, sea formal o informal, con el fin de aumentar sus ventas en conjunto.

6. ANÁLISIS EMPÍRICO

En este capítulo se presenta una aproximación empírica al sector exportador colombiano que se centra en el estudio de las C.I. Se incluyen algunas cifras y estadísticas descriptivas para el periodo 2008-2012, comparándose dos escenarios. El primero, al que se referirá como ES1, comprende el análisis de la muestra total de 2.374.714 observaciones, que da pistas sobre el comportamiento general del sector exportador. El segundo, ES2, corresponde al caso en el que sólo se consideran las exportaciones realizadas por las C.I., con una sub-muestra de 630.818 observaciones, y que sirve para estudiarlas en detalle. Además, se presentan algunas medidas³² que dan pistas sobre la topología de las redes comerciales. Estos hallazgos serán analizados teóricamente en el séptimo capítulo.

6.1. Las Comercializadoras Internacionales en las exportaciones totales

A primera vista, el sector exportador colombiano podría definirse como un sistema muy heterogéneo. Concentrarse en el estudio de los valores promedio afecta inmensamente las conclusiones a las que podrían llegarse. En muchas de las variables de los escenarios ES1 y ES2, se observan distribuciones de probabilidad muy sesgadas y con grandes colas, que inclusive se mantienen en el tiempo y se asemejan a una distribución de Pareto.

En cuanto al estudio de los valores FOB, un análisis a nivel de transacciones permite vislumbrar algunos fenómenos interesantes. En particular, la gran variabilidad en los montos de las transacciones, podría ser un reflejo de las características heterogéneas de los intercambios entre agentes. Por ejemplo, para la red total el máximo valor exportado en la muestra de datos es de US\$ 462.684.117 y el mínimo registrado es de cero dólares. De forma similar, para el escenario donde sólo se consideran a las C.I. se obtiene un valor mínimo de cero dólares y un máximo de \$98.661.000. Además, puede observarse en los histogramas de los valores FOB,

³² Una explicación formal de estas medidas se incluye en el anexo 10.2.

presentados en las figuras 6.1.1 y 6.1.2 para ES1 y ES2 respectivamente, que la distribución de dichos montos de dinero no es simétrica, y presenta colas pesadas.

La forma de las distribuciones de los valores FOB, para ambos escenarios, muestra que las transacciones de pequeños montos de dinero ocurren con mayor regularidad. Este resultado pareciera ser coherente con la hipótesis de Blum, Claro, & Horstmann (2009) sobre la abundancia de pequeñas transacciones debido a la gran cantidad de empresas que intercambian poco valor³³. Las transacciones menores o iguales a US\$10.000 representan el 63,61% del número total de transacciones realizadas en ES1, y el 69,42% para ES2, lo que indica que la mayor proporción de las exportaciones realizadas por las C.I. son de valores relativamente pequeños. En términos absolutos existen más transacciones de montos mayores o iguales a US\$1.000.000 en ES1 (19.306 transacciones) con respecto a ES2 (7.274 transacciones). Sin embargo, estas grandes transacciones tienen una mayor representatividad en ES2 constituyendo un 1,153% de las observaciones, en contraste con el 0,813% de ES1.

Aún sin considerar un modelo dinámico, la suma de los valores exportados por cada agente, durante el intervalo de tiempo estudiado, da pistas sobre el grado de concentración de los intercambios. Por ejemplo sólo 20 empresas, de las cuales tres son C.I., recogen alrededor del 58% del valor total de las exportaciones realizadas entre 2008 y 2012 en ES1 (ver tabla anexa 10.4.1). De forma similar, veinte C.I. concentran alrededor del 52% del valor total FOB exportado en ES2, para el período 2008-2012 (ver tabla anexa 10.4.2.). Los resultados anteriores son similares a los mencionados por Wengel et al. (2007), en el sentido que sólo un número reducido de empresas genera alrededor del 50% de las exportaciones.

³³ Dicha hipótesis de Blum, Claro, & Horstmann (2009) será abordada en detalle en la próxima sección, al evaluar el grafo de las transacciones comerciales.

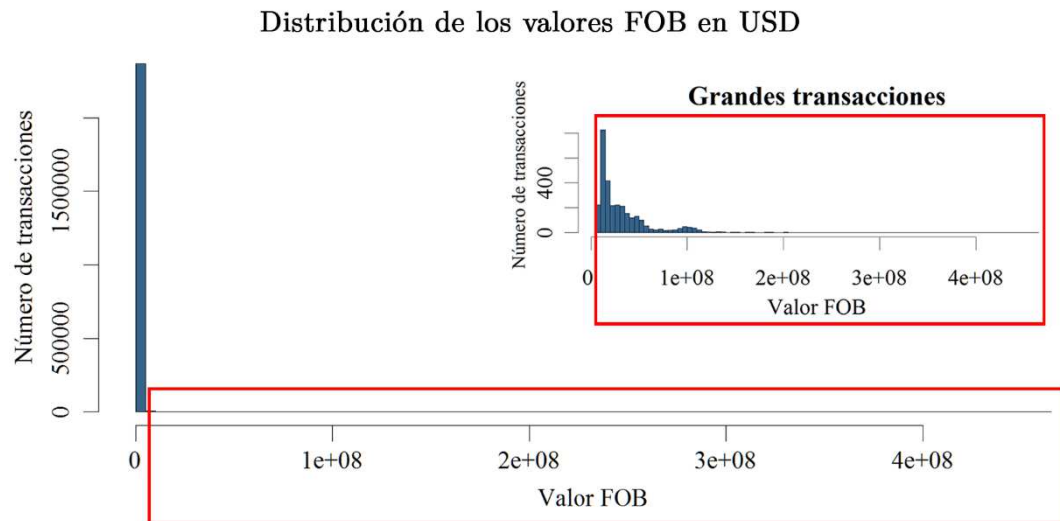


Figura 6.1.1. Distribución de los valores FOB, para el escenario de la muestra total (ES1). Fuente: construcción propia con datos de LEGISCOMEX (2013). Para ES1 el valor total de las exportaciones, durante el periodo 2008-2012, fue de US\$219.000 millones. El recuadro rojo, indica la sección ampliada del gráfico, en el que se aprecia la frecuencia de las grandes transacciones.

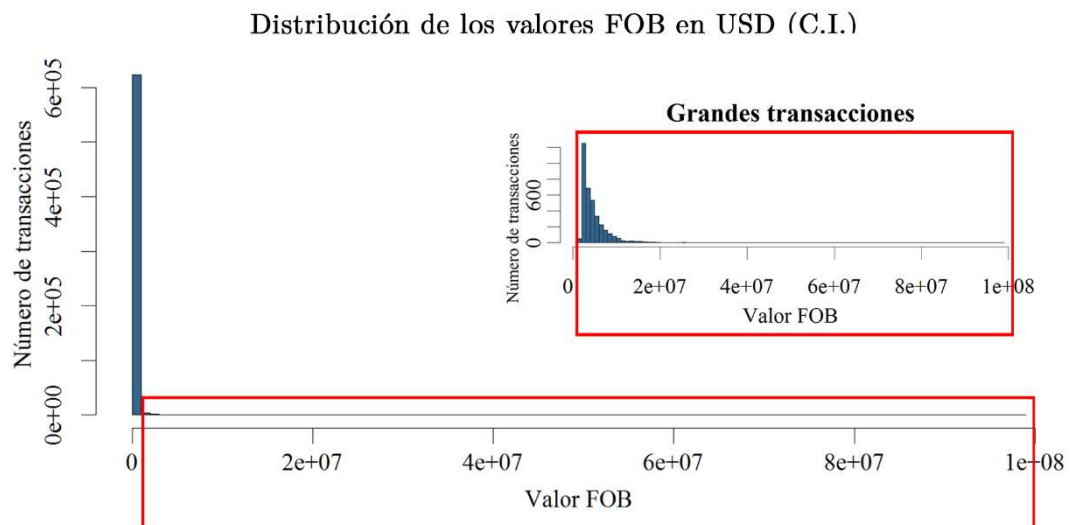


Figura 6.1.2. Distribución de los valores FOB, para el escenario donde sólo existen Comercializadoras Internacionales (ES2). Fuente: construcción propia con datos de LEGISCOMEX (2013). Para ES2 el valor total de las exportaciones, durante el periodo 2008-2012, fue de US\$39.480 millones, que corresponde al 18% del valor de las exportaciones en la muestra total ES1. El recuadro rojo, indica la sección ampliada del gráfico, en el que se aprecia la frecuencia de las grandes transacciones.

De la tabla anexa 10.4.1 se deben resaltar tres hechos importantes. Primero, que los grandes exportadores de Colombia se dedican a transar productos de extracción minera y petrolera. Segundo, que el principal exportador del país, Ecopetrol, realizó transacciones por un valor cinco veces superior, al monto exportado por el segundo mayor exportador. Tercero, que tres C.I. hacen parte de dicho listado y se dedican a exportar productos de extracción minera. La C.I. PRODECO S.A. exporta principalmente carbón térmico y metalúrgico, mientras que la C.I. J. GUTIERREZ Y CIA. S.A. y la C.I. GOLDEX S.A. se dedican a la exportación de metales preciosos, como el oro, la plata y el platino.

Un análisis de la frecuencia de los intercambios, según las categorías arancelarias, nos muestra que en el sector de productos vegetales se realiza el mayor número de transacciones. En los dos escenarios de análisis, dicho sector cuya partida arancelaria inicia con los números 06 en el sistema HS, comprende al 16,98% de las transacciones en ES1 y el 44,97% en ES2. En segundo lugar, se encuentran las partidas incluidas en la sección 61, que según la codificación HS corresponden a productos del sector textil. Sin embargo, en ES1 la tercera posición corresponde a la categoría de productos plásticos, que comprende el capítulo 39, mientras para ES2 sigue siendo una rama de los productos textiles, con partidas pertenecientes al capítulo 62. Esto se presenta en las figuras 6.1.3 y 6.1.4.

Los resultados de esta primera aproximación empírica, muestran la importancia relativa de las de C.I. en las exportaciones totales y permiten conocer a grandes rasgos las diferencias en el tipo de productos transados en ambos escenarios. Se encuentra que las C.I. se centran en exportaciones de unos pocos productos, pues la distribución del número de transacciones realizadas por sector presenta cambios significativos, con respecto al caso ES1. Por ejemplo, en ES2 son casi inexistentes las exportaciones de bienes pertenecientes a las secciones arancelarias 10-60 y 63-99, en comparación con ES1. Además, si bien las transacciones de productos agrícolas son mayoría, estas parecieran ser de poco valor o realizadas por un gran número de empresas, pues en los listados de los agentes que generaron mayor valor FOB, tanto en ES1 como en ES2, predominan los exportadores de petróleo y metales.

Distribución de las partidas arancelarias

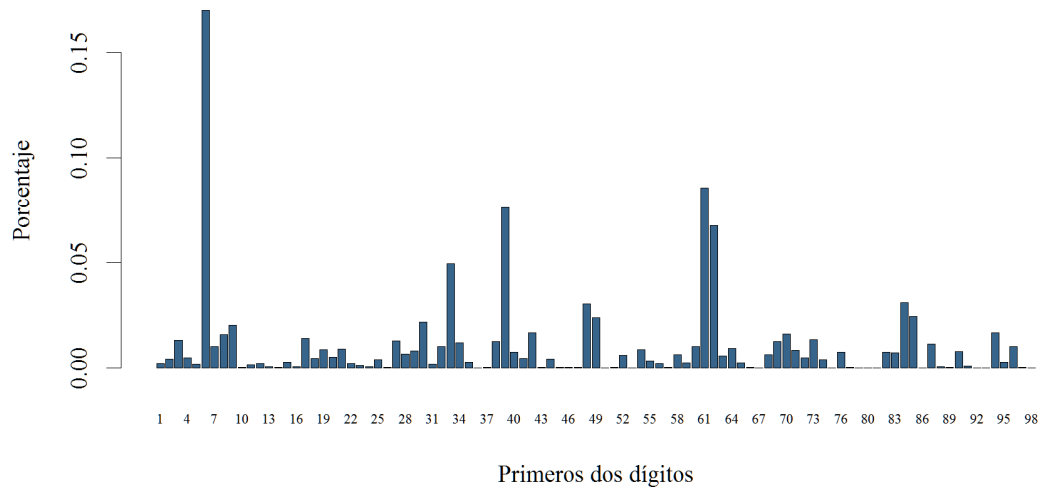


Figura 6.1.3. Distribución del número de transacciones realizadas por sector, según los dos primeros dígitos de la partida arancelaria, para la muestra total (ES1) en el período 2008-2012. Fuente: construcción propia con datos de LEGISCOMEX (2013). Una representación dinámica de este gráfico puede consultarse en el material suplementario web de esta sección.

Distribución de las partidas arancelarias (C.I)

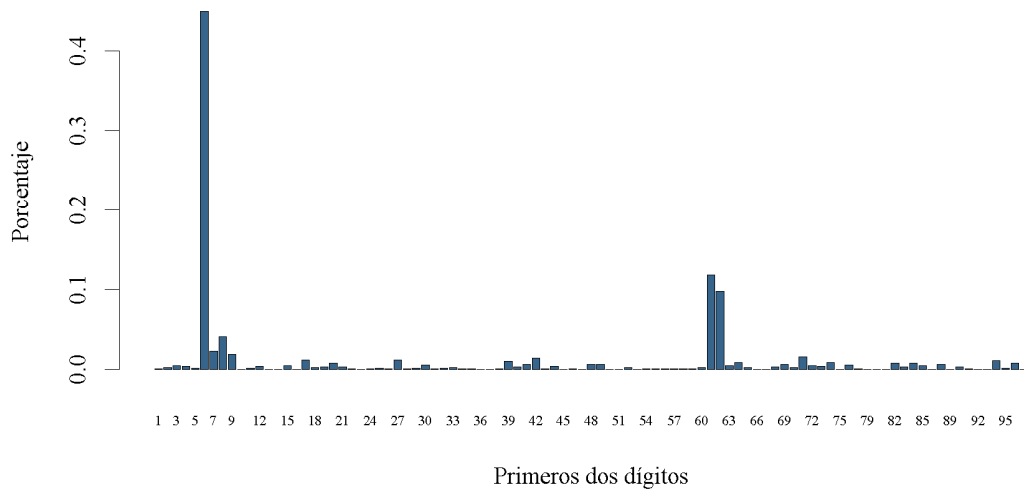


Figura 6.1.4. Distribución del número de transacciones realizadas por sector, según los dos primeros dígitos de la partida arancelaria, para el período 2008-2012 cuando sólo existen C.I. (ES2). Fuente: construcción propia con datos de LEGISCOMEX (2013). Una representación dinámica de este gráfico puede consultarse en el material suplementario web de esta sección.

6.2. Análisis dinámico para el escenario donde sólo existen C.I.

En esta sección se construye un sistema dinámico en forma de red, que permite visualizar la interacción en el tiempo de las relaciones entre agentes. Sólo serán considerados los vínculos en los cuales participó una C.I., en la sub-muestra de estudio (ES2). Tal como se planteó en el modelo de la sección 5.2.2, con una ventana de observación muestral, en este caso mensual, se puede observar el establecimiento de un nuevo vínculo o la activación de un enlace utilizado en periodos anteriores para realizar una exportación. Para el total del periodo de análisis, se cuenta con 630.818 enlaces y 64.844 nodos.

En el contexto de este trabajo, los grafos permiten conocer las relaciones entre las C.I. y sus clientes en el exterior. Los nodos (puntos) de color azul representan a las C.I. y los de color verde a los agentes importadores. Además, las diez principales C.I. según la tabla 10.4.2 se identifican con el color rojo y se etiquetan con su respectivo NIT. Por cada transacción de exportación, se genera un vínculo (línea) entre el par de nodos involucrados. Cada vínculo podría verse como el resultado final de un proceso de emparejamiento entre agentes, en el cual están involucradas un gran número de características (figura 6.2.1). De esta forma, los vínculos podrían contener información sobre el monto transado, la partida arancelaria del producto exportado, el país de destino, entre otros rasgos distintivos del intercambio.

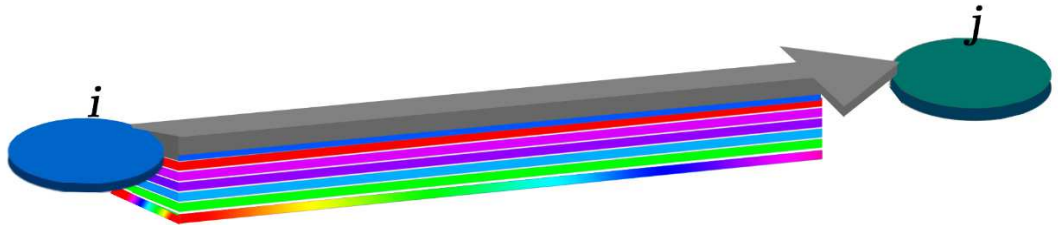


Figura 6.2.1. Vínculos y características. Fuente: construcción propia. Un vínculo es la parte observable del resultado de un proceso de emparejamiento entre agentes que engloba un sin número de características, representadas por colores en cada nivel de la imagen 3D. En este trabajo se recurre al análisis de algunas de ellas, lo que permite examinar las características variables en el contexto de estructuras reales, que efectivamente se utilizaron. Por su parte, en el enfoque convencional, las características determinan las estructuras a analizar y difieren de las obtenidas como resultados finales.

En este análisis del grafo comercial se prestará atención a dos características de los vínculos, que corresponden a los elementos que fluyen en toda transacción: se exporta un bien a cambio de dinero. En la sección 5.2.2 se considera como principal indicador de la fuerza de un vínculo el valor monetario FOB y por eso es utilizado como ponderador (figura 6.2.2), indicando el monto de dinero que recibe la C.I. Para conocer el tipo de bien intercambiado, que recibe el importador, se puede recurrir a su partida arancelaria (figura 6.2.3). También se prestará especial atención a las diez primeras C.I. del listado 10.4.2, para analizar sus conexiones con el resto de clientes y las comunidades a las que pertenecen. Un análisis sobre los países de destino de las exportaciones se realiza en el material suplementario web y un ejemplo se incluye en la figura anexa 10.4.1.

En la figura 6.2.2 se pueden evidenciar los valores monetarios FOB de cada una de las transacciones realizadas entre una C.I. y cada uno de sus clientes. La escala de colores sirve de orientación para observar que la gran mayoría de las transacciones, realizadas entre cada par de nodos, son de montos relativamente pequeños de dinero. Más aún, en el componente gigante del grafo predominan este tipo de transacciones, de reducido valor. Esto permite corroborar que abundan C.I. cuyas transacciones son de poco valor monetario y la existencia de concentración en los montos transados por parte de pocos agentes, en el sentido planteado por Blum, Claro, & Horstmann (2009). Sin embargo, esta concentración de valor no es del todo aleatoria y se presenta generalmente en estructuras de integración comercial, en la que una C.I. tiene pocos clientes y conforma un componente aislado (figura 6.2.4).

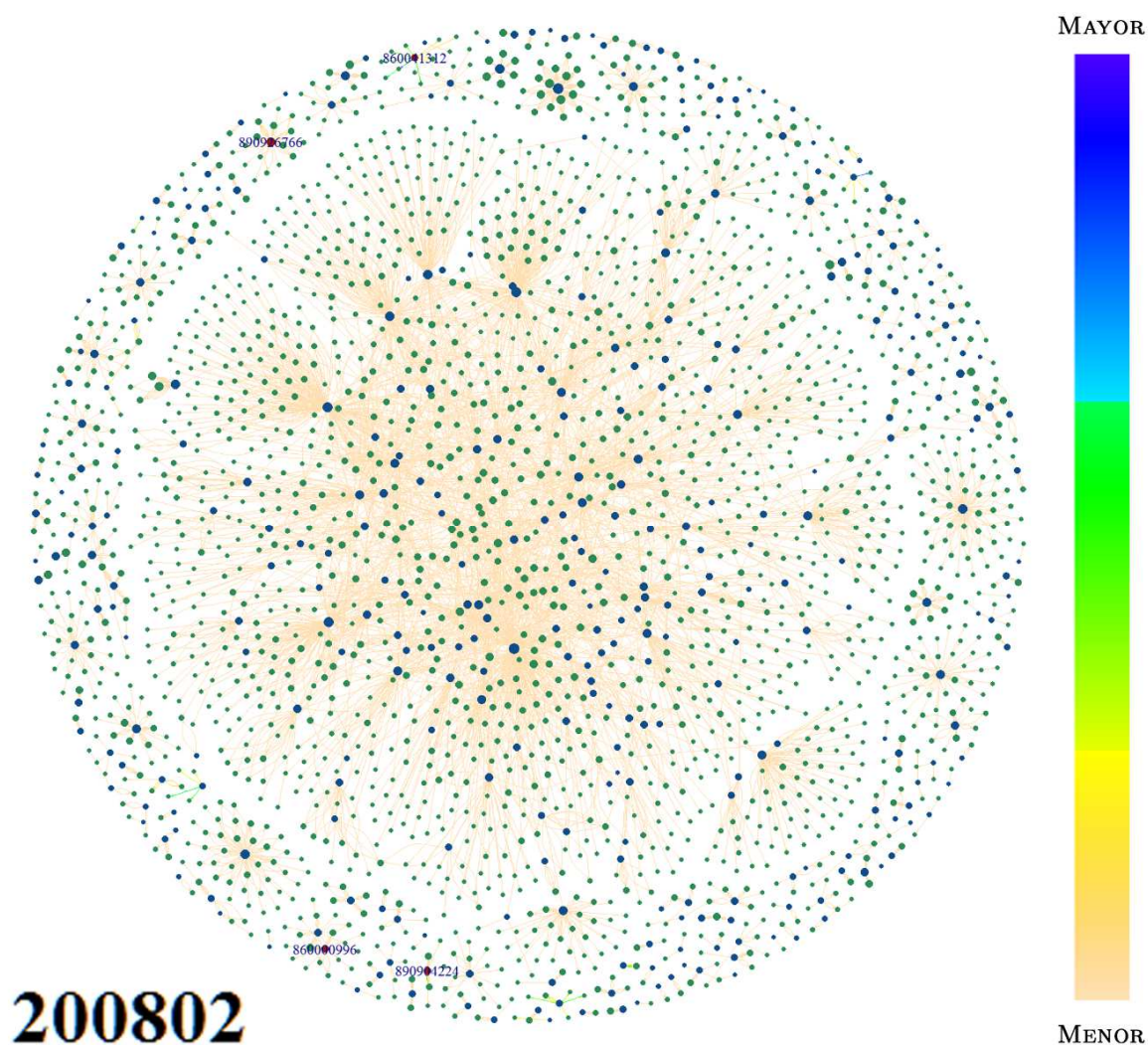


Figura 6.2.2. Ejemplo de un grafo en un instante del tiempo, para el mes de febrero del año 2008, con vínculos definidos según el valor monetario transado, para el caso donde sólo existen C.I. (ES2). Fuente: construcción propia con datos de LEGISCOMEX (2013). El tamaño de los nodos crece a una escala logarítmica según su grado total, que corresponde al número de transacciones en las que está involucrado. Los nodos o puntos de color verde representan a los agentes importadores, los de color rojo a las C.I. que exportan mayores montos de dinero y los azules al resto de C.I. Los vínculos toman su color de acuerdo a la escala de la parte derecha, donde las tonalidades amarillas corresponden a transacciones de poco valor y las azules involucran grandes montos FOB intercambiados. Se puede evidenciar que las grandes transacciones se dan principalmente en componentes aislados.

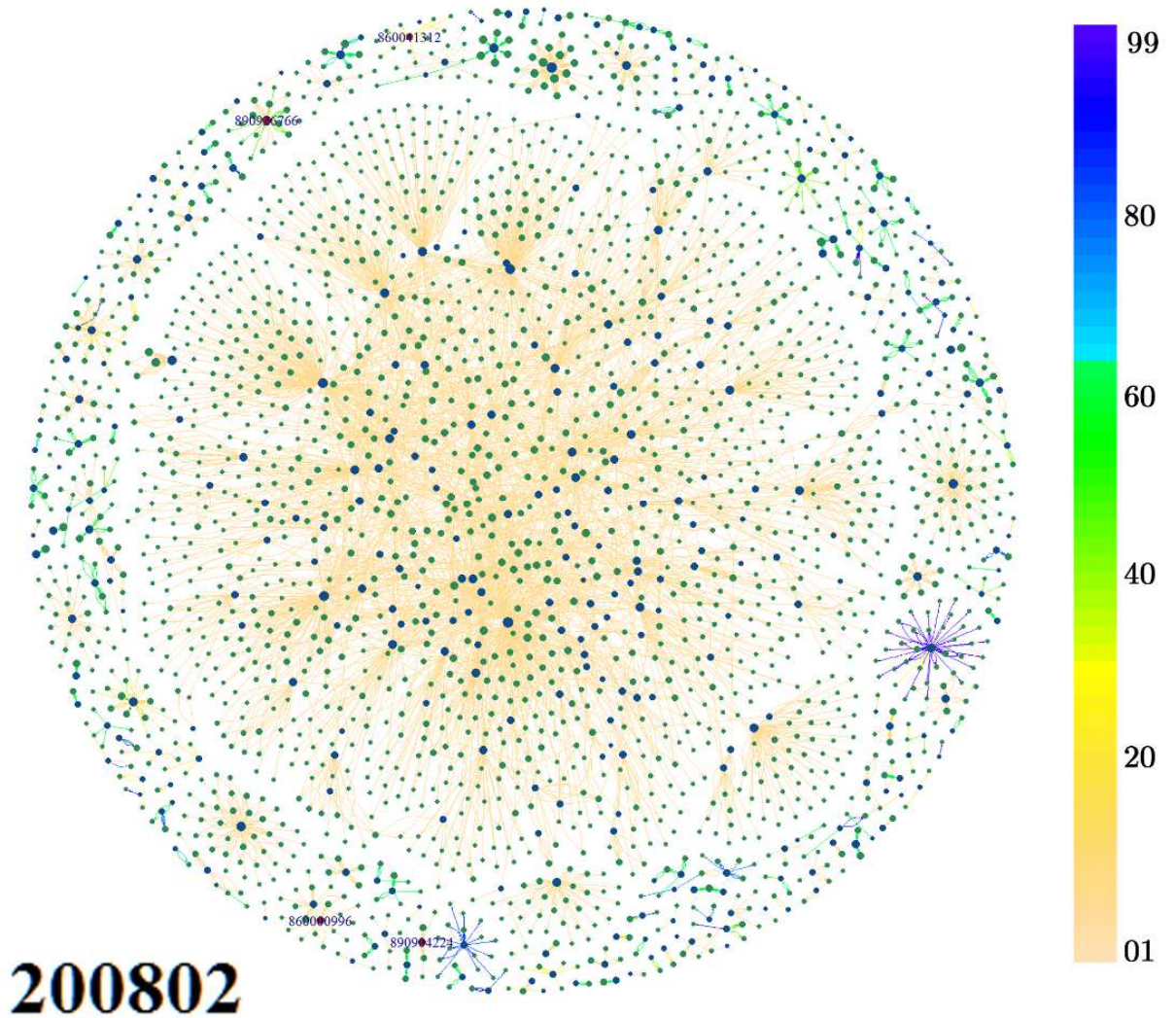


Figura 6.2.3. Ejemplo de un grafo en un instante del tiempo, para el mes de febrero del año 2008, con vínculos definidos según los dos primeros dígitos de la sub-partida arancelaria, para el caso donde sólo existen C.I. (ES2). Fuente: construcción propia con datos de LEGISCOMEX (2013). En este caso los vínculos toman su color de acuerdo a la sección arancelaria del producto transado, siguiendo la nomenclatura del sistema HS.

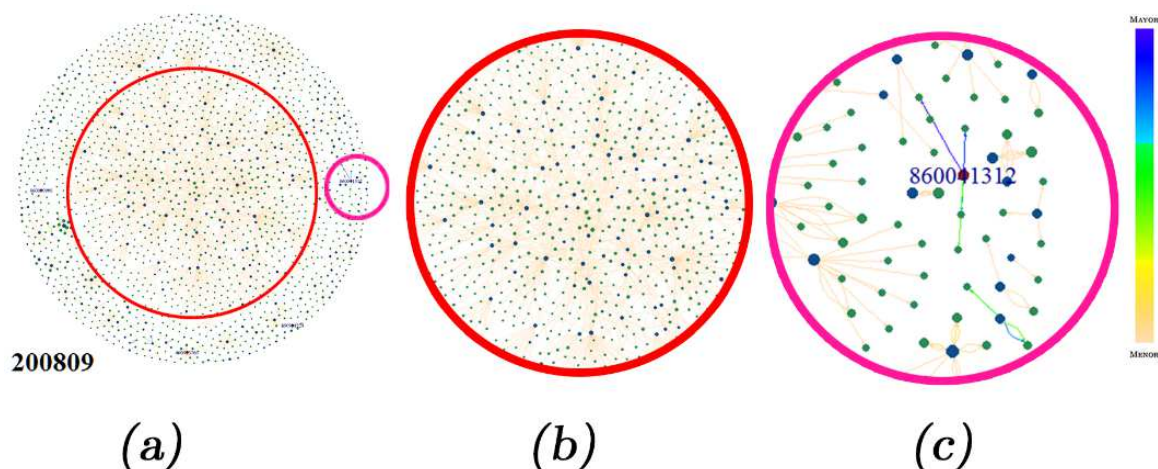


Figura 6.2.4. Identificación de algunas estructuras comunes en el grafo de valores monetarios transados por las C.I. tomando como ejemplo el mes de septiembre del año 2008. Fuente: construcción propia con datos de LEGISCOMEX (2013). El panel (a) corresponde a las secciones a analizar del grafo de C.I. En (b) se amplía el componente gigante, donde se encuentran C.I. que agrupan muchas transacciones, en su mayoría de montos pequeños. En (c) se analiza una sección de la periferia, donde se encuentran pequeños componentes que incluso pueden formarse sólo por una transacción entre dos nodos. Sin embargo, existen transacciones de todo tipo, incluyendo de grandes montos FOB.

La figura 6.2.3 permite identificar los productos intercambiados en cada transacción, según la escala de colores para las partidas arancelarias. Se encuentra que por lo general cada C.I. pareciera especializarse en la exportación de productos en un solo sector, como lo plantearon Ahn, Khandelwal, & Wei (2010). Además, que el componente más grande de la red, o el subgrafo que ocupa una mayor proporción del sistema, es el correspondiente a transacciones de productos agrícolas. Esto concuerda con la forma de la distribución de las partidas arancelarias (figura 6.1.4). Al comparar la ubicación del componente gigante, en el grafo de valores monetarios (figura 6.2.2), se puede probar que las transacciones de productos agrícolas son generalmente de poco valor monetario. También, se evidencia que las grandes transacciones, que se encuentran en su mayoría en componentes aislados, pertenecen a una diversidad de sectores.

Al analizar las estructuras en las que participan las diez C.I. que exportaron los mayores montos de dinero durante todo el período de estudio, se encuentran algunos patrones interesantes. Por lo general estas C.I. tienen un número reducido de clientes y realizan transacciones con poca frecuencia. En ciertos meses, algunas de estas C.I.

no participan de intercambios. Además, en la mayoría de los casos forman parte de componentes aislados, indicando que sus clientes son exclusivos y no les compran a otras C.I., incluso en sectores donde pareciera existir competencia. En este sentido, en la intermediación de grandes montos de dinero no sólo interesa el número de clientes, como suponen Ahn, Khandelwal, & Wei (2010) o incluso Rauch & Watson (2004) y de esta forma una mayor red de contactos no necesariamente implica un mayor monto FOB total intercambiado, aún si se consideraran productos de un mismo sector³⁴. Pareciera que en dichos casos predominara la preferencia a comerciar con los agentes más conocidos, en el sentido planteado por Kranton & Minehart (2001), puesto que las relaciones van más allá de buscar un producto: se intenta encontrar un gran socio comercial que disminuya los riesgos.

Algunas medidas sobre la topología del grafo, permiten aproximarse a las características del sistema. Por ejemplo, dado que cada vínculo representa una transacción, las distribuciones del grado de conexiones permiten estudiar la frecuencia de la interacción comercial entre los nodos del sistema. Más aún, debido a que los vínculos en el grafo son dirigidos, es posible calcular tres distribuciones de grado diferentes: de entrada, de salida y total. La primera, es relevante para estudiar la interacción de los agentes importadores, o los compradores extranjeros en el sistema. La segunda, de salida, permite caracterizar las exportaciones realizadas por las C.I. La tercera, que es la suma de las dos distribuciones de grado anteriores, muestra a grandes rasgos el número de conexiones de cada nodo, sin importar si es exportador o importador. De igual forma, se pueden calcular las mismas distribuciones de grado ponderadas (figura 6.2.6), donde cada vínculo se multiplica por su respectivo valor FOB involucrado en la transacción, para tener en cuenta la fuerza de los intercambios.

Al evaluar los tres tipos de distribuciones del grado total de conexiones del sistema (figura 6.2.5), pareciera que se siguiera una ley de potencia. Un análisis dinámico del comportamiento de dicha función, con una ventana de observación

³⁴ Puede verificarse en el grafo dinámico, incluido en el material suplementario web, que en muchos casos las transacciones más grandes de productos de un mismo sector se dan en pequeños componentes.

mensual, permite comprobar que, a pesar de las variaciones en el número de transacciones y la frecuencia, la forma de las distribuciones de grado es relativamente estable. De igual manera, las distribuciones de grado ponderadas por el valor FOB de las transacciones, tienen un comportamiento similar. Esto indica que muchas transacciones y valores FOB³⁵ se encuentran concentrados en muy pocos nodos.

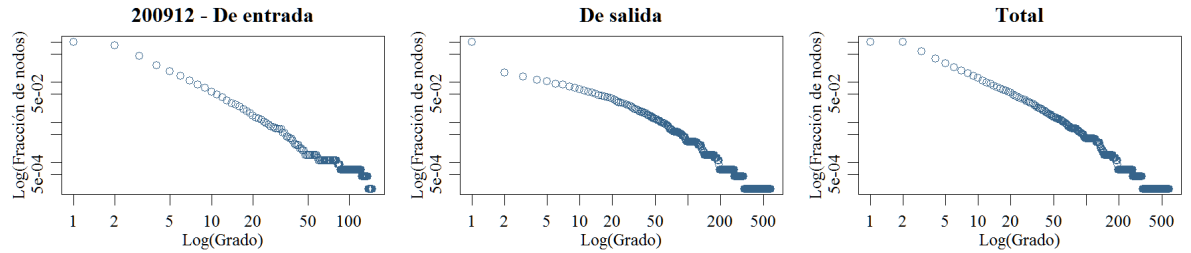


Figura 6.2.5. Ejemplo de tres tipos de distribuciones de grado de conexiones, acumuladas y sin ponderar (de entrada, salida y total), con ejes en escala logarítmica, utilizando una ventana de observación mensual para ES2. Fuente: construcción propia con datos de LEGISCOMEX (2013). Se recomienda revisar las representaciones dinámicas de las otras distribuciones de grado, incluidas en la sección 6.2 del material suplementario.

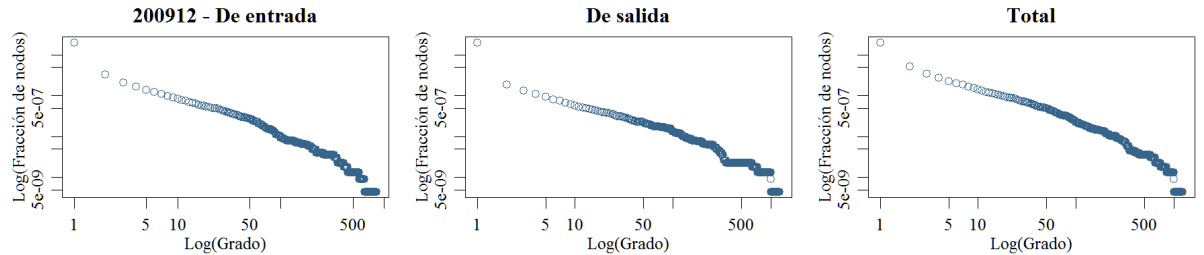


Figura 6.2.6. Ejemplo de tres tipos de distribuciones de grado acumuladas y ponderadas (de entrada, salida y total), con ejes en escala logarítmica, utilizando una ventana de observación mensual para ES2. Fuente: construcción propia con datos de LEGISCOMEX (2013). Se recomienda revisar las representaciones dinámicas de las otras distribuciones de grado, incluidas en la sección 6.2 del material suplementario.

En el caso de las C.I., las distribuciones de grado de salida ponderadas permiten evidenciar el predominio de los vínculos de poca fuerza relativa en los intercambios. Esto prueba el patrón encontrado en la figura 6.2.2: los intermediarios colombianos realizan pocas transacciones de gran valor. Debe aclararse que aunque las distribuciones de grado sencillas siguen una ley de potencia, ésta podría no

³⁵ Estos resultados concuerdan con los obtenidos en la tabla anexa 10.4.2, en la que 20 C.I. concentran gran parte de los valores FOB de los intercambios.

relacionarse con la forma de las respectivas distribuciones ponderadas. El gran número de componentes aislados y los patrones detectados en las grandes transacciones, sugieren que no son precisamente las C.I. con más vínculos las más propensas a exportar mayores valores FOB. Por eso pareciera que la red fue creada mediante un proceso de vinculación complejo, donde predomina la formación preferencial de enlaces definida en términos de fuerza de los intercambios y no sólo en términos del número de vínculos, sobre el emparejamiento aleatorio. Esto implica que el encontrar un socio comercial para intercambiar grandes montos de dinero, es diferente del problema de construir una gran red de contactos.

Para la detección de comunidades se recurre a la aplicación de dos algoritmos de clustering. El primero, está diseñado para considerar grafos dirigidos, en los que importa el sentido de la relación, mientras el segundo asume grafos no dirigidos, o de relaciones bidireccionales. Esto con el fin de comparar las comunidades que se encuentran al asumir que importa el orden de las relaciones, como en un sistema complejo, con situaciones en las que el sistema es lineal, en el sentido que no importa la dirección y el orden de los elementos, pero considerando un algoritmo que preserva la calidad de los particionamientos sin importar la escala³⁶ de la red. Para el primer caso se utiliza el algoritmo propuesto por Girvan & Newman (2004), en el que se encuentran comunidades con base en medidas de centralidad de los vínculos. Dicho algoritmo se basa en la eliminación iterativa de los vínculos por donde pasa un mayor número de trayectorias, calculando en cada paso una medida de centralidad³⁷. Para el segundo, se recurre al algoritmo creado por Pons & Latapy (2005), que se basa en un caminante aleatorio que recorre los vínculos de la red. Se supone que a mayor densidad en las conexiones entre agentes, es más probable que exista una comunidad y por tanto el caminante aleatorio quedaría “*atrapado*” en estas agrupaciones.

La figura 6.2.7 muestra las grandes variaciones en el tamaño, en términos del número de nodos, de las comunidades y de los componentes. Muchas C.I. sólo se relacionan de forma aislada con unos cuantos nodos importadores, y por eso abundan

³⁶ Consúltase el anexo 10.3.2 y específicamente el trabajo de Leskovec et al. (2008).

³⁷ Conocida como “Edge Betweenness Centrality”.

las pequeñas agrupaciones y un gran número de componentes conformados por unos pocos nodos (figura 6.2.7). También se evidencia la presencia de un gran componente, que agrupa alrededor del 50% del total de nodos, y de grandes comunidades, aunque con un tamaño mucho menor al del componente más grande. De esta forma, la gran agrupación de transacciones de poco valor, donde predominan posiciones arancelarias del sector de productos vegetales, no es del todo homogénea.

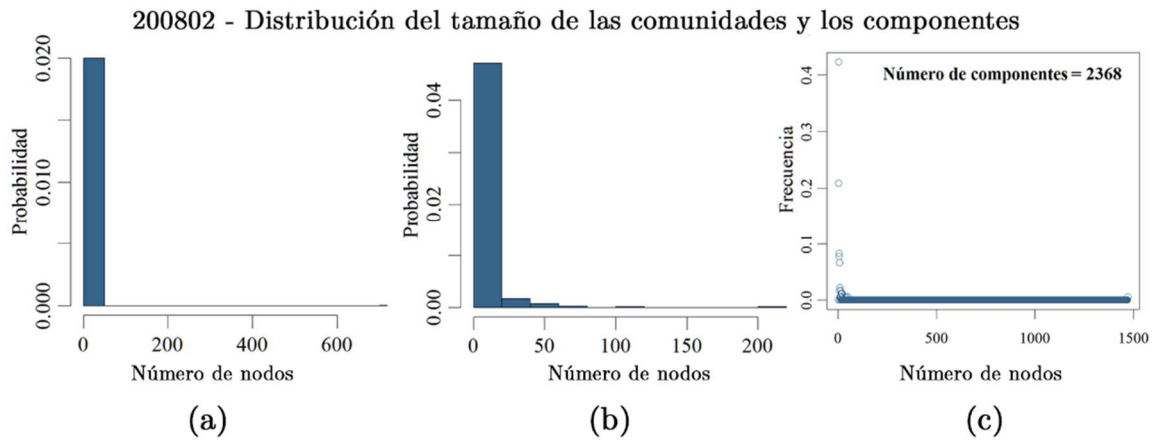


Figura 6.2.7. Distribuciones del tamaño de las comunidades y de los componentes del grafo de C.I. para un mes. Fuente: construcción propia con datos de LEGISCOMEX (2013). En el panel (a) se presenta la distribución del tamaño, según el número de nodos, para las comunidades detectadas por el algoritmo de Girvan & Newman (2004). En el (b) se ha utilizado el algoritmo de Pons & Latapy (2005), que considera las ponderaciones de los vínculos, pero no tiene en cuenta su dirección. En el (c) se presenta la distribución del tamaño de los componentes, o el número máximo de nodos conexos que conforman cada una de las 2.368 agrupaciones aisladas (componentes), presentes en dicho mes.

El que los tamaños de las comunidades difieran del tamaño de los componentes, en una red tan particionada y con dos algoritmos distintos, indica que las estructuras de integración comercial emergen por procesos de *vinculación compleja*. En el caso de algoritmos como el de Girvan & Newman (2004), el valor que maximiza la medida de modularidad (ver figura 6.2.8 y la sección 10.3) por lo general lleva a que la comunidad más grande abarque una gran proporción del componente más grande. Esto sugiere que el componente gigante pareciera ser el resultado de un proceso de vinculación no aleatoria. El algoritmo de Pons & Latapy (2005) descubre comunidades de menor tamaño, puesto que no existen cierres triádicos en los que el caminante aleatorio encuentre agrupaciones con una mayor

densidad en las conexiones internas³⁸. En todo caso, un análisis lineal de los sectores a los que pertenecen las exportaciones y los valores transados, no pareciera explicar la emergencia de dichas estructuras. Las formas de integración comercial son diversas y no es posible clasificarlas sin tener en cuenta los tipos de relaciones en las que participan C.I. e importadores.

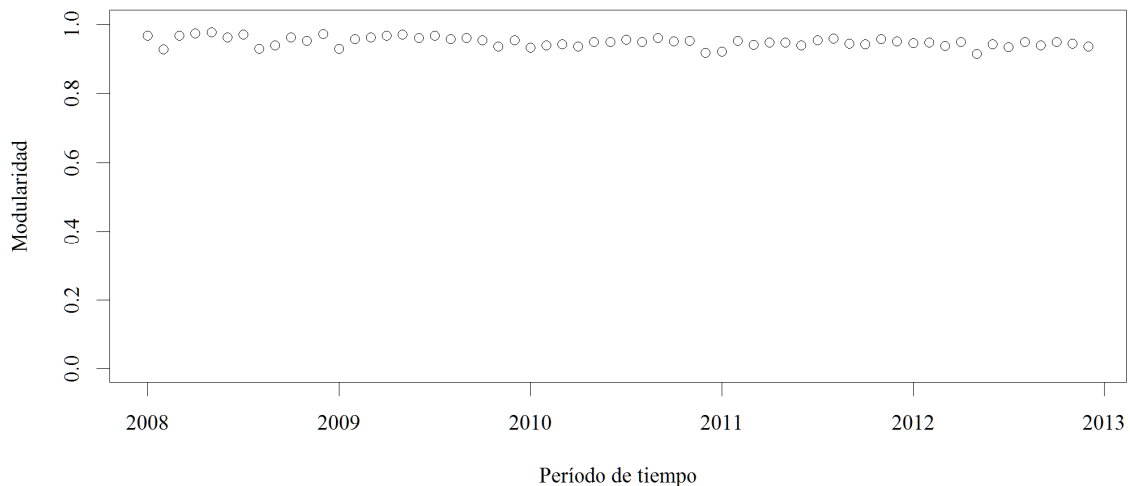


Figura 6.2.8. Valores que maximizan la medida de modularidad en el algoritmo de Girvan & Newman (2004), en cada uno de los periodos de análisis, con una ventana de observación mensual. Fuente: construcción propia con datos de LEGISCOMEX (2013). Nota: como se presenta en la sección 10.3.1 en este caso los valores oscilan entre 0 y 1, donde los valores cercanos a uno indican una mayor fortaleza de la estructura de las comunidades detectadas y los cercanos a cero una vinculación aleatoria. Estos valores se incluyen en la tabla anexa 10.4.3.

Dado que por los vínculos de la red comercial en cuestión sólo circulan transacciones de bienes entre una C.I. y su contraparte exportadora, la “navegabilidad” por la red no es una característica relevante a estudiar. A diferencia de muchas redes sociales, en las que fluye información y se manifiesta por lo general un fenómeno de “mundos pequeños” de Milgram (1967), en esta red comercial, en la que se desconocen las conexiones subyacentes con nodos proveedores de las C.I., se presenta un gran número de componentes desconectados. En este caso las comunidades de integración comercial detectadas difieren de las comunidades sociales

³⁸ Debido a las características particulares de los vínculos dirigidos, que representan transacciones y no relaciones entre agentes de un mismo tipo.

de comercio internacional, debido a la falta de dichas relaciones subyacentes del sistema³⁹ que amplían el número de cierres triádicos. Dado a que las últimas, las comunidades sociales, responden a dinámicas diferentes en sus relaciones, no son del todo comparables a las estudiadas en este trabajo. De esta forma, la cadena de vínculos más corta que puede unir a dos nodos elegidos arbitrariamente, puede tomar valores muy altos. Además, en términos conceptuales, el encontrar un socio comercial para transar es un problema diferente al de enrutamiento de la información.

7. EL PROBLEMA DE ENCONTRAR UN SOCIO COMERCIAL

Las C.I. al agrupar a múltiples proveedores son un tipo de acumulador de mercancías, que no necesariamente participa de transacciones económicas en todos los momentos del tiempo. Algunas C.I. realizan intercambios con baja frecuencia, sin esmerarse en buscar nuevos clientes, aunque aparentemente existieran posibles oportunidades de negocios, o potenciales beneficios económicos. Sin embargo, contrario a las creencias comunes, una gran cantidad de contactos, o una mayor frecuencia en los intercambios, no son sinónimos de una integración comercial exitosa. De hecho, las grandes transacciones de dinero se dan en contextos en los que una C.I. tiene un número reducido de clientes y exporta unas pocas veces al año.

Aún sin poseer físicamente un bien, las C.I. pueden comprometer inventarios futuros y responder a una serie de pedidos en distintas fechas de entrega, lo que explica el sostenimiento en el tiempo de ciertas relaciones comerciales. En otras situaciones, las C.I. podrían verse obligadas a iniciar procesos de emparejamiento comercial. Por ejemplo, cuando la C.I. no tuviera suficientes recursos financieros para sostener una situación de compra a proveedores locales, o a causa de restricciones legales que limitan el tiempo que puede retener sus mercancías⁴⁰, la C.I. debe salir a buscar clientes, con el fin de salir de sus inventarios.

³⁹ De tipo productor-intermediario, intermediario-intermediario e importador-importador.

⁴⁰ En Colombia una C.I. debe vender en el exterior los productos comprados a proveedores nacionales, en los seis meses siguientes a la fecha de expedición del CP (artículo 2, decreto 380 de 2012)

Cuando una C.I. ingresa al sistema comercial, en una situación ideal, tratará de ubicarse en estructuras en las que adquiera una posición dominante (figura 7.1.a). Es decir, buscará que sus clientes sólo le compren a ella, aunque éstos tengan la posibilidad de encontrar un producto similar en otros agentes. Esta estructura es similar a un subgrafo de competencia, planteado por Corominas-Bosch (2004), en el que abundan compradores. Pueden ser diversas las estrategias que adopte la C.I. para tratar de lograr este fin, pero siempre existirán asimetrías en la información que no le permitirán estar segura de su posición, lo que podría tener efectos sobre su poder de negociación.

Ahora considere que un nodo intermediario i realiza una transacción con un nodo importador j , que a su vez es cliente de otro agente intermediario h . Si tanto i como h comercializaran productos similares, estarían en una situación competitiva en la que abundan vendedores (Corominas-Bosch, 2004), que podría ser no deseable debido a las rebajas en los precios que deberían incurrir (figura 7.1.b).

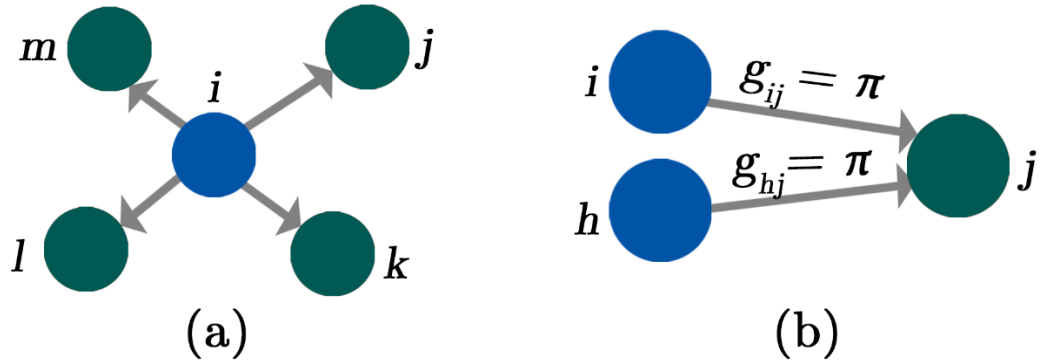


Figura 7.1. Dos estructuras básicas de integración comercial. Fuente: construcción propia siguiendo a Corominas-Bosch (2004). En el panel (a) la forma de integración adopta una forma de estrella, en la cual una C.I. se encuentra en una posición dominante. El panel (b) corresponde a una situación básica de competencia por clientes entre distintas C.I.

Aun considerando un cierto grado de especialización por productos en sectores, específicos, algunas C.I. optan por buscar “grandes” clientes en el extranjero que pueden actuar como concentradores de importaciones en sus respectivos países. Si dicho cliente requiere una gran cantidad de productos, que no pueden ser abastecidos exclusivamente por una C.I., es más frecuente encontrar situaciones como la

representada en la figura 7.1.b. Sin embargo, dado que cada transacción involucra un proceso de emparejamiento entre agentes, existen costos medibles y subjetivos, e incluso preferencias por transar con una determinada C.I., debido a factores como su reputación o la calidad de los productos que representa. En especial, el considerar que los nodos no son anónimos y tienen características particulares, podrían llevar a que los importadores prefirieran realizar transacciones de gran tamaño con pocas C.I. e incluso desear participar de estructuras en forma de estrella (figura 7.1.a).

Debido a la posibilidad de identificar a su contraparte, aún en un contexto de información asimétrica, el proceso de creación de la red es diferente al de una simple vinculación entre partes anónimas. El número de vínculos o clientes deja de ser importante para los intermediarios y por eso dejan de ser sólo “*redes de contactos*”, como suponen Ahn, Khandelwal, & Wei (2010) o Rauch & Watson (2004). Adicionar un vínculo no aumenta proporcionalmente el valor intercambiado por un nodo, y su aporte al total transado en el sistema podría ser mínimo. De esta forma, en el proceso de vinculación no sólo se trata de tener una mayor cantidad de clientes para comerciar, ni de vender en un sector específico. Se trata de emparejarse con los mejores clientes posibles y establecer relaciones de integración comercial de calidad.

Este proceso de emparejamiento es complejo en el sentido que importa el orden de los elementos, la dirección del vínculo y la suma lineal de los componentes involucrados difiere del resultado final en el sistema. A simple vista parecería que algunas C.I. no se esfuerzan por conseguir un mayor número de clientes y este permanece casi invariante, aun cuando en un sector existieran grandes oportunidades de expansión, debido a la presencia de otras comunidades en las que se transan productos similares. Este comportamiento se repite para sus clientes: algunos le compran siempre a las mismas C.I. Bien sea que el emparejamiento se realizó entre agentes que comparten montos mínimos de transacción, al trabajar con agentes heterogéneos se requiere ubicarlos en estructuras reales. Un análisis por niveles de características (figura 6.2.1), en el contexto de cada comunidad de integración comercial, según los vínculos que efectivamente sucedieron, podría dar una mejor aproximación de la dinámica de emparejamiento entre agentes heterogéneos.

Cuando dos contrapartes comerciales establecen un vínculo de “calidad”, no es necesario utilizar grandes redes de contactos para transar. De esta forma, luego de un tiempo sería de esperar que en relaciones de este tipo, el tamaño de los componentes aislados será pequeño, hasta el punto que sólo se realicen transacciones con unos pocos nodos. Este patrón de integración se encuentra en un continuo de sectores productivos y no depende necesariamente del valor intercambiado. Sin embargo, es mucho más probable encontrar intercambios de grandes montos de dinero en este tipo de estructuras, en las que una C.I. tiene un número reducido de clientes que no les compran a otros exportadores en el país.

8. CONCLUSIONES

En este trabajo se estudió el papel de los intermediarios económicos, definidos como C.I., en las exportaciones colombianas. Se encontraron, mediante técnicas de Aprendizaje de Máquinas No Supervisado, algunas características del sistema exportador en el que participan las C.I. En especial, la existencia de un gran número de comunidades y pequeños componentes, conformados por un reducido número de nodos, indican que muchas C.I se relacionan con pocos clientes, en agrupaciones aisladas.

Se encontró que las transacciones de grandes montos de dinero se realizan principalmente en componentes aislados que concentran a muy pocos nodos. Esto sugiere que no siempre poseer una mayor red de contactos, o vínculos con otros agentes, se relaciona con mayores montos transados. De esta forma, se aporta evidencia en contra de las hipótesis que sólo consideran que los intermediarios son importantes por sus redes de contactos, como plantearon Ahn, Khandelwal, & Wei (2010) o Rauch & Watson (2004).

Las heterogeneidades del sistema llevan a que existan diversos tipos de integración comercial. Algunas C.I. pertenecen a componentes que siguen una estructura de “estrella”, pues sus clientes no le compran a otras C.I., permitiéndoles lograr una posición “dominante” en las negociaciones. Otras sólo se relacionan con

un agente, pero realizan grandes transacciones. Aun sin considerar las interacciones entre agentes de un mismo tipo (entre C.I o entre importadores) aparece un componente gigante, en el que existen relaciones de todo tipo. Esto indica que no necesariamente las transacciones comerciales siguen el patrón de relaciones “*agente mayor-contraparte menor*” planteado por Blum, Claro, & Horstmann (2009).

Las diferencias en las estructuras de integración comercial no parecieran estar explicadas por el sector al que pertenecen los productos transados o su valor. Algunas de estas estructuras de integración comercial permanecen aisladas porque el cliente sólo compra a una C.I., aunque existan otras C.I. que transen productos del mismo sector. En cuanto al valor FOB transado, es común que los intercambios de mayor valor no se realicen en grandes componentes, pero este fenómeno no puede generalizarse. La gran heterogeneidad de los montos transados en las pequeñas comunidades no permite establecer un único patrón que sea explicado sólo por estas dos características.

En futuros trabajos y disponiendo de los datos sobre los Certificados al Proveedor, podría construirse un grafo que incluya las relaciones subyacentes entre C.I. con productores nacionales. De esta forma, la detección de comunidades sociales de comercio internacional y no sólo de integración comercial, podría permitir el desarrollo de métodos de control más eficientes que, en lugar de imponer clasificaciones o estructuras arbitrarias, analicen los cambios en cada una de las agrupaciones sociales específicas. Queda por estudiar la influencia de las características de un país en el tipo de exportación, mediante la inclusión de aspectos espaciales y geográficos, para contrastar la hipótesis de Ahn, Khandelwal, & Wei (2010).

9. REFERENCIAS

- Actualicese.com. (18 de Noviembre de 2013). Reducción de retención de IVA facilita fraudes por falsos saldos a favor en IVA. Obtenido de <http://actualicese.com/actualidad/2013/11/18/la-reduccion-de-la-retencion-de-iva-facilita-los-fraudes-por-falsos-saldos-a-favor-en-iva/>
- Ahn, J., Khandelwal, A., & Wei, S.-J. (2010). The Role of Intermediaries in Facilitating Trade. *NBER Working Paper No. 15706*.
- Blum, Claro, & Horstmann. (2009). Intermediation and the Nature of Trade Costs: Theory and Evidence. *Working paper*.
- Castañó, J. D. (Noviembre de 2013). Entrevista al Gerente de la Regional Suroccidente de Analdex.
- Chaney, T. (2013). The Network Structure of International Trade. *Toulouse School of Economics*.
- Coase, R. H. (1 de Noviembre de 1937). The Nature of the Firm. *Economica*, 4(16), 386-405.
- Corominas-Bosch, M. (1 de Marzo de 2004). Bargaining in a network of buyers and sellers. *Journal of Economic Theory*, 1(115), 35-77.
- Csardi, G., & Nepusz, T. (2013). The igraph software package for complex network research. *InterJournal, Complex Systems*. Obtenido de <http://igraph.sourceforge.net/>
- Decreto 0380 de 2012. (16 de Febrero de 2012). Ministerio de Hacienda y Crédito Público.
- Decreto 093 de 2003. (20 de Enero de 2003). Ministerio de Comercio Exterior.
- Decreto 1727 de 2012. (16 de Agosto de 2012). Ministerio de Hacienda. *Diario Oficial N°. 48.524 del 16 de agosto de 2012*.

- Decreto 2685 de 1999. (28 de diciembre de 1999). Ministerio de Hacienda y Crédito Público. *Diario Oficial No. 43.834, del 30 de diciembre de 1999.*
- Decreto 4051 de 2007. (23 de octubre de 2007). Ministerio de Hacienda y Crédito Público. *Diario Oficial N°46790 del 23 de octubre de 2007.*
- DIAN. (2009). *Boletín de Comercio Exterior Enero - diciembre de 2008.* Bogotá: Coordinación de Estudios Económicos, Subdirección de Gestión de Análisis Operacional.
- DIAN. (2010). *Boletín de Comercio Exterior Enero - diciembre de 2009.* Bogotá: Coordinación de Estudios Económicos, Subdirección de Gestión de Análisis Operacional.
- DIAN. (1 de Octubre de 2010). RUA: Comercializadora Internacional. *Base de datos de la Subdirección de Gestión de Registro Aduanero.*
- DIAN. (2011). *Boletín de Comercio Exterior Enero - diciembre de 2010.* Bogotá: Coordinación de Estudios Económicos, Subdirección de Gestión de Análisis Operacional.
- DIAN. (15 de Diciembre de 2011). *Consultas Arancel.* Obtenido de Servicios en línea MUISCA: <https://muisca.dian.gov.co/WebArancel/DefMenuConsultas.faces>
- DIAN. (2012). *Boletín de Comercio Exterior Enero - diciembre de 2011.* Bogotá: Coordinación de Estudios Económicos, Subdirección de Gestión de Análisis Operacional.
- DIAN. (2013). *Boletín de Comercio Exterior Enero - diciembre de 2012.* Bogotá: Coordinación de Estudios Económicos, Subdirección de Gestión de Análisis Operacional.
- DIAN. (Marzo de 2013). *Directorio de usuarios DIAN.* Obtenido de Reporte de Comercializadoras Internacionales (C.I) - LEGISCOMEX.com.

- Domínguez, J. C. (8 de Febrero de 2012). Dian y Analdex, enfrentadas por cierre de comercializadoras. *Portafolio*. Obtenido de <http://www.portafolio.co/negocios/dian-y-analdex-enfrentadas-cierre-comercializadoras>
- Eaton, J., Eslava, M., Kugler, M., & Tybout, J. (2008). Export Dynamics in Colombia: Transactions Level Evidence. *Borradores de economía*(522).
- Elespectador.com. (20 de Noviembre de 2013). Aseguran a seis personas por desfalco a la Dian. *El Espectador*. Obtenido de <http://www.elespectador.com/noticias/judicial/aseguran-seis-personas-desfalco-dian-articulo-459463>
- Eslava, M., Haltiwanger, J., Kuglere, A., & Kugler, M. (2013). Trade and market selection: Evidence from manufacturing plants in Colombia. *Review of Economic Dynamics*, 16(1), 135–158.
- Gale, D., & Kariv, S. (2007). Trading in networks: a normal form game experiment. *Center for Experimental Social Sciences*.
- Ghahramani, Z. (2004). Unsupervised Learning. In O. Bousquet, U. Luxburg, & G. Rätsch, *Advanced Lectures on Machine Learning* (Vol. 3176, pp. 72-112). Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-540-28650-9_5
- Girvan, M., & Newman, M. E. (2002, June). Community structure in social and biological networks. *Proceedings of the National Academy of Science*, 99(12), 7821-7826. doi:10.1073/pnas.122653799
- Girvan, M., & Newman, M. E. (2004). Finding and evaluating community structure in networks. *Physical Review. E, Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics*, 69(2), 026113. doi:10.1103/PhysRevE.69.026113
- Hausmann, Hidalgo, Bustos, Coscia, Chung, Jimenez, . . . Yıldırım. (2011). *The Atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity*. Cambridge, Mass: Center for International Development, Harvard University.

- Hausmann, R., & Hidalgo, C. (Enero de 2011). The network structure of economic output. *J Econ Growth*, 16(4), 309–342.
- Helpman, Melitz, & Yeaple. (2004). Export Versus FDI with Heterogeneous Firms. *American Economic Review*, 94(1), 300-316.
- Jackson, M. O. (2008). Chapter 2: Representing and Measuring Networks. In *Social and Economic Networks* (pp. 20-53). Princeton: Princeton University Press.
- Jackson, M., & Rogers, B. (2007). Meeting Strangers and Friends of Friends: How Random Are Social Networks? *American Economic Review*, 97(3), 890–915.
- Kranton, R., & Minehart, D. (2001). A theory of buyer-seller networks. *The American Economic Review*, 91(3), 485-508.
- Kuhn, T. (2000). *La estructura de las revoluciones científicas* (Decimonovena ed.). (A. Contín, Trad.) Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- LEGISCOMEX. (2013). Base de datos sobre exportaciones detalladas (2008-2013) 60 variables. Bogotá: LEGIS S.A. Obtenido de <http://www.legiscomex.com/>
- Leskovec, J., Lang, K. J., Dasgupta, A., & Mahoney, M. W. (2008). Statistical properties of community structure in large social and information networks. . *International World Wide Web Conference*, (págs. 695-704). Beijin.
- Melitz, M. (2003). The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry productivity. *Econometrica*, 71, 1695-1725.
- Milgram, S. (1967). The Small World Problem. *Psychology Today*, 1, 61-67.
- Ministerio de Industria y Comercio. (2012). *Legislación Aduanera*. Bogotá: Momo ediciones.
- Petropoulou, D. (2010). Information Costs, Networks and Intermediation in International Trade. *Working paper*.

- Pons, P., & Latapy, M. (2005, December). Computing communities in large networks using random walks (long version). *eprint arXiv:physics/0512106*.
- R Core Team. (2013). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Obtenido de <http://www.R-project.org/>
- Rauch, J. (2001, December). Business and Social Networks in International Trade. *Journal of Economic Literature*, XXXIX, 1177–1203.
- Rauch, J., & Watson, J. (2004). Network intermediaries in international trade. *Journal of Economics & Management Strategy*, 13(1), 69-93.
- RCN La radio. (15 de Noviembre de 2013). Es un cáncer que estamos combatiendo, dice Director de la Dian sobre capturas. Obtenido de <http://www.rcnradio.com/noticias/es-un-cancer-que-estamos-combatiendo-dice-director-de-la-dian-sobre-capturas-101006>
- Spulber, D. F. (1996). Market Microstructure and Intermediation. *Journal of Economic Perspectives*, 10(3), 135-152.
- Wengel, Ardila, Ferreira, & Suárez. (2007). *El comercio internacional en Colombia: una perspectiva diferente del TLC*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana en asociación con el DANE.

10. ANEXOS

10.1. Sobre la muestra de datos

La muestra inicial es obtenida de la base de datos “*exportaciones detalladas*” del portal web de LEGISCOMEX (2013). Se puede decir que la muestra de datos es altamente representativa ya que algunas cifras están muy cercanas a las totales, que son reportadas por entidades gubernamentales. Por ejemplo, al comparar los valores FOB de las exportaciones anuales la desviación máxima entre el valor oficial y el muestral es de 4.0596 y la mínima de 0.5114 miles de millones de dólares (ver tabla 10.1.1).

Tabla 10.1.1

Valores FOB anuales, expresados en miles de dólares

AÑO	CIFRA OFICIAL DIAN	VALOR MUESTRAL	DESVIACIÓN CON RESPECTO A LA CIFRA OFICIAL
2008	37.6250	33.5654	4.0596
2009	32.8530	32.3416	0.5114
2010	39.8200	38.0223	1.7977
2011	56.9540	55.5715	1.3825
2012	60.2740	59.5458	0.7282

Fuente: construcción propia. Las cifras oficiales son tomadas de los boletines de comercio exterior de la DIAN (2009, 2010, 2011, 2012, 2013).

La base de datos originalmente se compone de 4.161.102 declaraciones, que posteriormente son agregadas en transacciones, para disminuir algunos sesgos y aproximarse a la lógica de las relaciones comerciales. Una transacción puede componerse de múltiples declaraciones, debido a que las últimas se definen según las unidades de embarque o de transporte, que difieren de las relevantes en un intercambio económico. Por ejemplo, mientras un exportador de petróleo puede diligenciar un solo documento para declarar un barco entero, un exportador de flores debe realizar declaraciones por cada estiba o pequeño contenedor aéreo, incluso

aunque estos fueran enviados en el mismo avión. De esta forma, un análisis a nivel de declaraciones introduciría sesgos en la frecuencia y los montos FOB de las exportaciones, y no representaría la naturaleza subyacente de los intercambios comerciales.

Al tratar de definir qué es una “transacción”, es necesario precisar algunos conceptos y criterios. Para empezar, se debe definir una “ventana temporal de agregación de declaraciones”, para considerar a una transacción como todas las declaraciones realizadas entre un par de agentes en un determinado periodo de tiempo. También debe asumirse una “ventana de agregación de posiciones arancelarias”, puesto que una transacción puede contener una sola clase de productos, una gama de estos, o incluso de sectores. Debido a que en este trabajo se considerarán redes dinámicas, las anteriores ventanas de agregación no deben ser muy grandes, para conseguir un grado mayor de detalle.

En este trabajo se asume una ventana temporal diaria de agregación de declaraciones y una ventana de agregación a seis dígitos de partidas arancelarias. Esto, porque se busca corregir los posibles sesgos incurridos si se trabajara con datos a nivel de declaraciones, pero a su vez distorsionando al mínimo los valores de la muestra. Al considerar a la transacción como todas las declaraciones realizadas entre dos agentes en un día, se corrige en gran parte el sesgo inducido por las unidades de embarque, pues de acuerdo con Castaño (2013) las nuevas unidades diarias de despacho reflejan en mejor medida la naturaleza del intercambio. Además, tomando las subpartidas arancelarias, o los seis dígitos del código HS, se tolera una amplia gama de productos específicos en la transacción, pero sin perder una descripción del tipo de mercancía exportada⁴¹. Más aún, esta decisión se justifica porque la estructura arancelaria del sistema MUISCA (DIAN, 2011), exige al menos declarar los seis primeros dígitos, en su mayoría de Capítulos.

⁴¹ En el material suplementario web se incluyen, a manera de ilustración e incluso justificación, otros casos, en los que varía el número de dígitos que se agregan en las posiciones arancelarias.

10.2. Algunos conceptos teóricos

10.2.1. El grado de un nodo

En términos generales, el grado de un nodo corresponde al número de vínculos que hacen parte de su vecindario. Dado que en este trabajo se consideran redes dirigidas, se tienen tres tipos de vecindarios y por tanto es posible calcular tres clases de grados: de entrada, salida y total. Siguiendo la notación de Jackson (2008), el grado de entrada d_i^{in} para el nodo i , en la red g se puede representar mediante la expresión (10.2.1.1)

$$d_i^{in} = \#\{j: g_{ji} = 1\} \quad (10.2.1.1)$$

Donde g_{ji} representa el vínculo que va desde el nodo j , hacia el nodo i .

De forma análoga, se puede definir al grado de salida d_i^{out} para el nodo i , mediante la expresión (10.2.1.2). En este caso, g_{ij} representa el vínculo que va desde el nodo i , hacia uno de sus vecinos j , que existe cuando $g_{ij}=1$.

$$d_i^{out} = \#\{j: g_{ij} = 1\} \quad (10.2.1.2)$$

Sumando los valores obtenidos en los grados de entrada d_i^{in} y salida d_i^{out} , se obtiene el grado total d_i^{all} (10.2.1.3).

$$d_i^{all} = d_i^{in} + d_i^{out} \quad (10.2.1.3)$$

10.2.2. La función de distribución de grado

Según Jackson (2008), la distribución de grado P de una red es una descripción de las frecuencias relativas de los nodos que tienen diferentes grados. Se plantea en función del grado d , que puede ser de entrada, salida o total.

En la distribución de grado no acumulada, cada punto de dicha función $P_{(d=D)}$ representa la fracción de nodos que tienen grado de valor D (figura 10.2.2.a). En la distribución de grado acumulada $P_{(d \leq D)}$, cada punto representa la fracción de nodos que tienen grado menor o igual a D (figura 10.2.2.b).

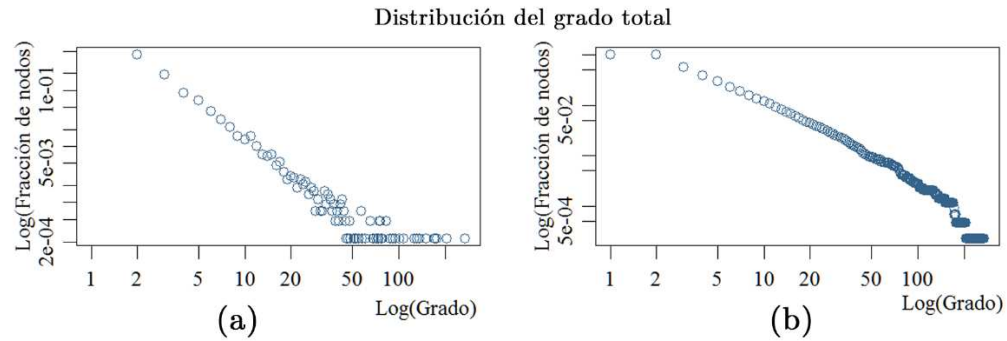


Figura 10.2.2. Dos representaciones para la distribución de grado total, en escala logarítmica. En el panel (a) se incluye la distribución de grado no acumulada y en (b) la acumulada.

10.2.3. La división en componentes conexos

En muchos grafos es posible identificar algunas particiones que se asemejan a islas (figura 10.2.3.1). Es decir, no todos los nodos del grafo hacen parte de una misma unidad, en la que exista una secuencia de vínculos que permitan conectar un par de nodos cualquiera. A cada uno de estos conjuntos o subgrafos, se les denomina componentes conexos.

La forma más básica para definir un componente conexo se basa en el análisis de las trayectorias o cadenas de vínculos, que permitirían ir indirectamente de un nodo a otro. Si es posible conectar cualquier par de nodos mediante al menos una trayectoria, de cualquier tamaño, estos harán parte del mismo componente. En cambio, si no existe dicha trayectoria o las distancias son “infinitas”, se podrá decir que estos se encuentran ubicados en componentes separados. Al componente que contenga el mayor número de nodos, se le denomina “componente gigante”.

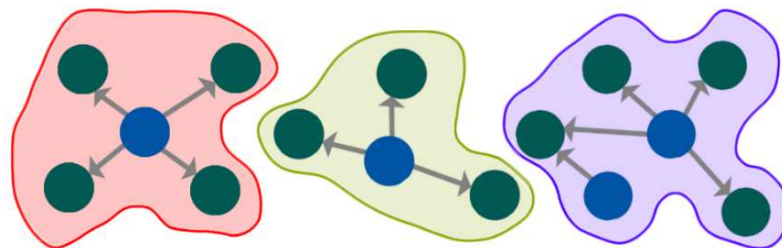


Figura 10.2.3.1. Componentes de un grafo. Fuente: construcción propia. El grafo total posee 15 nodos y 16 vínculos. Sin embargo, se encuentra dividido en tres pequeñas agrupaciones. El componente gigante en este caso corresponde al de color púrpura, que contiene seis nodos.

10.3. Algoritmos de detección de comunidades

10.3.1. Algoritmo de Girvan & Newman (2004)

El algoritmo de Girvan & Newman (2004) es uno de los métodos más conocidos⁴² para detectar comunidades, puesto que permite considerar redes ponderadas y dirigidas. Este algoritmo divisivo, consiste en eliminar progresivamente algunos vínculos del grafo total, con base en una medida especial de intermediación que se calcula para cada uno de los enlaces del grafo. Dicha medida se conoce como “Edge Betweenness Centrality” y es definida según el número de trayectorias más cortas entre dos nodos, que pasan por un vínculo. De esta forma, Girvan & Newman (2004) desarrollan su algoritmo mediante cuatro procedimientos básicos:

1. Calcular la medida de intermediación para todos los vínculos del grafo.
2. Eliminar el vínculo que obtuvo el mayor valor de intermediación (por el que pasan un mayor número de trayectorias más cortas).
3. Volver a calcular la medida de intermediación para el resto de vínculos del grafo, en especial los afectados por la eliminación del enlace del paso anterior.
4. Repetir desde el segundo paso, hasta que no quede ningún vínculo.

Como resultado se obtiene una estructura jerarquizada, en la que es posible definir distintos niveles de análisis para las comunidades. Ésta puede ser representada mediante un dendograma (figura 10.3.1), en el que cada nivel corresponde a los componentes separados restantes tras la eliminación del vínculo de mayor medida de intermediación, hasta llegar a un nivel de desagregación por nodos. Es por esto, como mencionan Girvan & Newman (2004), que se requiere de un criterio adicional para saber cuál es el “*mejor particionamiento*”, o cuándo las comunidades encontradas por el algoritmo son las mejores.

⁴² Cabe resaltar que la versión más conocida del algoritmo fue publicada dos años antes de la utilizada en este documento. La principal diferencia es que en Girvan & Newman (2002) no se incluye un criterio para decidir el mejor particionamiento de la red, o “*cuándo se debe cortar el dendograma*”, como se amplía en Girvan & Newman (2004).

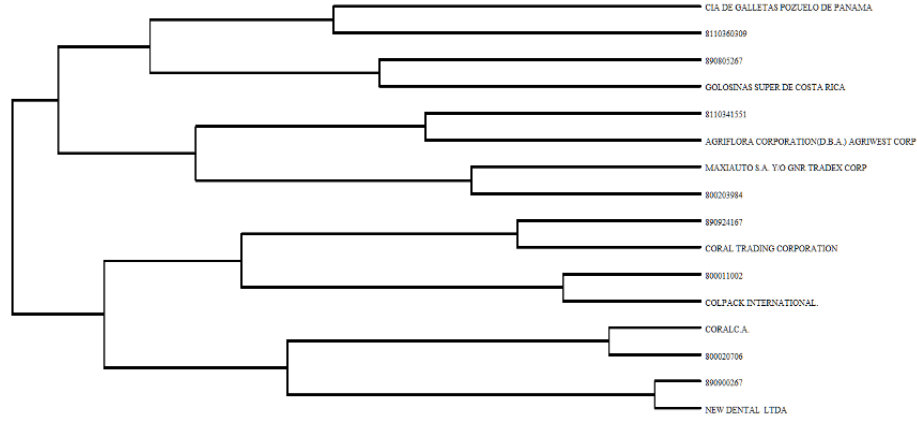


Figura 10.3.1. Ejemplo de un dendrograma. Fuente: construcción propia con una sub-muestra de 10 observaciones.

El criterio adicional utilizado por Girvan & Newman (2004) para encontrar el número óptimo de comunidades consiste en maximizar una medida de modularidad. Dichos autores la definen como la fracción de vínculos en la red que conectan nodos de un mismo tipo, menos el valor esperado de la misma fracción si las conexiones fueran definidas de forma aleatoria⁴³. Esta medida (ecuación 10.3.1.1) puede tomar valores entre cero y uno⁴⁴, y entre mayor sea su valor se dice que la concentración de nodos sigue una estructura de comunidades. Análogamente, valores cercanos a cero indican que la ausencia de dichas agrupaciones debido a la predominancia de un proceso de vinculación aleatoria.

$$Q = \sum_i (e_{ii} - a_i^2) = Tr(\mathbf{e}) - \|\mathbf{e}^2\| \quad (10.3.1.1)$$

En la ecuación anterior y siguiendo la notación de Girvan & Newman (2004), $\mathbf{e}$ corresponde a una matriz simétrica de tamaño $k \times k$, cuyos elementos e_{ij} son fracciones de los vínculos que unen nodos de una comunidad i con los de otra comunidad j . En adición, a_i corresponde a la fracción de vínculos que conectan

⁴³ Para esto se construye una red de vinculación aleatoria, que conserva el mismo número de nodos y de comunidades.

⁴⁴ Cabe resaltar que esta versión del algoritmo sólo admite ponderaciones para los vínculos que sean estrictamente positivas, o mayores a cero, para garantizar dicha condición.

nodos de una misma comunidad i , y puede verse como una suma $a_i = \sum_j e_{ij}$ de cada fila de la matriz $\mathbf{e}$. Si la estructura de comunidades es fuerte, la traza de la matriz $\mathbf{e}$ $Tr(\mathbf{e}) = \sum_i e_{ii}$ tendrá valores cercanos a uno. Si la vinculación fuera aleatoria y no existieran agrupaciones en comunidades $e_{ij} = a_i * a_j$, lo que permite reescribir la ecuación como la diferencia entre la traza de la matriz $\mathbf{e}$, menos la suma de los elementos de la matriz $\mathbf{e}^2$, denotada como $\|\mathbf{e}^2\|$.

La medida de modularidad Q es calculada tras la eliminación de cada vínculo con mayor valor de intermediación. En otras palabras, existe un valor de modularidad para cada uno de los niveles del dendograma. Así, se puede elegir la estructura “óptima” de comunidades, seleccionando el nivel que obtuvo un mayor valor de Q .

10.3.2. Algoritmo de Pons & Latapy (2005)

A diferencia del método de Girvan & Newman (2004), el algoritmo de Pons & Latapy (2005) puede ser considerado un algoritmo aglomerativo. Es decir, para la detección de comunidades no es necesario recurrir a eliminaciones de vínculos, ni a divisiones de subgrafos. El algoritmo de Pons & Latapy (2005) se conoce como “Walktrap”, pues supone que al recorrer aleatoriamente un grafo, a través de sus vínculos, es posible quedar “atrapado” en sus componentes más densamente conectados, que se consideran comunidades. Para esto, definen dos medidas de distancia, que permiten capturar las similitudes estructurales entre nodos y comunidades.

El algoritmo de Pons & Latapy (2005) se compone principalmente de seis procedimientos, que según los autores puede verse como un problema de agrupamiento (clustering), realizado en k pasos:

1. Elegir aleatoriamente un nodo v , que será el punto de partida del algoritmo y que representa una partición $\mathcal{P}_1$, del total de nodos V , que conforman el grafo $G = (V, E)$. Es decir $\mathcal{P}_1 = \{\{v\}, v \in V\}$.
2. Calcular todas las distancias entre todos los vértices adyacentes. Es decir, estimar cada una de las distancias r_{vj} , entre el nodo v y sus j vecinos.

*A continuación se ejecuta el siguiente bucle, para cada una de las particiones $\mathcal{P}$ que se definen en cada paso k . Es decir, $\forall \mathcal{P}_k = \mathcal{P}_1, \dots, \mathcal{P}_n$

3. Elegir dos comunidades $\mathcal{C}_1$ y $\mathcal{C}_2$ en la partición $\mathcal{P}_k$ de acuerdo con un criterio de distancia entre comunidades $r_{\mathcal{C}_1, \mathcal{C}_2}$.
4. Unir las comunidades halladas en el paso anterior en $\mathcal{C}_3 = \mathcal{C}_1 \cup \mathcal{C}_2$ y crear una nueva partición $\mathcal{P}_{k+1} = (\mathcal{P}_k / \{\mathcal{C}_1, \mathcal{C}_2\}) \cup \{\mathcal{C}_3\}$
5. Calcular y actualizar las distancias entre comunidades $r_{\mathcal{C}_1, \mathcal{C}_2}$
6. Repetir los procedimientos 3, 4, 5, $n - 1$ veces hasta que se obtenga una partición que contenga todos los nodos del grafo. Es decir, hasta que $\mathcal{P}_n = \{V\}$.

Pons & Latapy (2005) proponen diversas formas de calcular la distancia r_{ij} , entre dos nodos i, j y las distancias entre comunidades $r_{\mathcal{C}_1, \mathcal{C}_2}$. Para el lector interesado, puede recurrir a su artículo para observar el procedimiento que permite derivar ciertas propiedades espectrales, que permiten optimizar dichos cálculos.

El algoritmo de Pons & Latapy (2005) es más rápido que el de Girvan & Newman (2004) y es muy utilizado en redes de gran tamaño, a pesar de algunas de sus desventajas. En especial, no permite considerar grafos dirigidos, porque de otra forma sería difícil que el caminante aleatorio quedara “atrapado” en un componente denso. Además, el tamaño o número de pasos en cada trayectoria debe ser elegido de forma exógena, aunque se recomienda utilizar un valor entre 3 y 5, pues a mayor distancia disminuye la probabilidad de recorrer dos nodos que pertenezcan a una misma comunidad. Sin embargo, dicho algoritmo permite encontrar comunidades a diferentes escalas⁴⁵ e incluso los autores afirman que podría ser relevante para detectar comunidades superpuestas, algo que no es posible sólo maximizando la modularidad.

⁴⁵ Este problema es tratado por Leskovec et al. (2008), quienes encontraron que en grafos de más de cien nodos existe una relación inversa entre el tamaño de la comunidad y su “calidad”. Es decir, las comunidades parecieran mezclarse o superponerse y la sola maximización de la modularidad no es suficiente para detectar pequeñas agrupaciones bien definidas, cuando se analizan grafos de gran tamaño.

10.4. Tablas y gráficos adicionales

Tabla 10.4.1

Principales exportadores Colombianos 2008-2013

NIT	RAZÓN SOCIAL DEL EXPORTADOR	TOTAL FOB
8999990681	ECOPETROL S.A	56.87233971
8000213085	DRUMMOND LTD	9.834156697
8600721347	HOCOL S.A.	7.513311062
9001125157	REFINERÍA DE CARTAGENA S.A. REFICAR	7.479866464
860069804	CARBONES DEL CERREJON LIMITED	8.533873311
8001285494	PACIFIC RUBIALES ENERGY	5.105725715
860041312	C.I. PRODECO S.A.	4.316544227
8301263022	META PETROLEUM CORP SUCURSAL COLOMBIA	3.704813976
8600024263	EQUION ENERGÍA LIMITED	2.900715435
830078038	CERREJON ZONA NORTE S. A. - CZN. S. A.	4.869915008
860069378	CERROMATOSO S.A.	4.332587128
8600075382	FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA	2.818554088
890902070	C.I. J. GUTIERREZ Y CIA. S.A.	2.195987144
8600539302	OCCIDENTAL DE COLOMBIA INC	2.098881219
8605079911	BP EXPLORATION COMPANY (COLOMBIA) LIMITED	1.581534599
8605361855	TEPMA	1.568014909
8605216581	PETROBAS COLOMBIA LIMITED	1.736780358
811030022	C.I GOLDEX S.A	1.302968654
8600048645	OCCIDENTAL ANDINA	1.230728775
860007277	PETROQUIMICA COLOMBIANA S.A.	1.138989804
Total		131.1362883

Fuente: construcción propia con datos de LEGISCOMEX (2013). Cifras expresadas en miles de millones de dólares. Se evidencia que los mayores 20 exportadores concentran el 58% del monto total para el periodo de análisis, que fue por un valor de \$219,0467 miles de millones de dólares. En la lista, aparecen tres C.I.

Tabla 10.4.2.

Principales Comercializadoras Internacionales

NIT	Razón social del exportador	Total FOB US\$
860041312	C.I. PRODECO S.A.	4,316544227
890902070	C.I. J. GUTIERREZ Y CIA. S.A.	2,195987144
890904224	C.I. UNIÓN DE BANANEROS DE URABÁ S.A. UNIBAN S.A.	1,663103809
811030022	C.I. GOLDEX S.A	1,302968654
900165320	C.I. METALES HERMANOS S.A.	1,073526285
890926766	C.I. BANACOL S.A.	0,906509068
890902091	CI FUNDICIÓN ESCOBAR S.A.	0,905882829
900203461	COMERCIALIZADORA COLOMBIANA DE CARBONES Y COQUES S A C I	0,786095207
860000996	C.I. RACAFE & CIA S. C. A.	0,755713983
900203661	COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL METAL COMERCIO S.A. CI METAL	0,741795623
890300554	C.I. AZÚCARES Y MIELES S.A/ INGENIO SAN CARLOS.	0,700156383
891903333	CARCAFE LTDA C.I.	0,668288854
811009244	CHGSA	0,660973116
900049564	SOCIEDAD DE COMERCIALIZACIÓN INTERNACIONAL C. I. DHOWS CONGO	0,632023783
805020091	CI GIRALDO Y DUQUE	0,628991815
860513970	C.I. MILPA S.A.	0,610129406
900118612	COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL DE METALES PRECIOSOS DE COLOMBIA	0,591419688
800183562	REXMETAL C.I. S.A.	0,489666727
900110594	OUTSPAN COLOMBIA S.A.	0,480756956
800141770	C.I. ACEPALMA. S.A.	0,462512139
Total		20,5730457

Principales C.I., según el valor total de sus exportaciones durante el periodo 2008-2013. Fuente: construcción propia con datos de LEGISCOMEX (2013). Cifras expresadas en miles de millones de dólares. Se evidencia que las mayores 20 C.I. concentran el 52,10% del monto total de las exportaciones que realizaron este tipo de agentes (ES2), para el periodo de análisis. Dicho monto total fue de \$39,48285 miles de millones de dólares

Tabla 10.4.3

Valor de la modularidad para el particionamiento en comunidades detectadas con el algoritmo de Girvan & Newman (2004)

MES	MODULARIDAD	MES	MODULARIDAD	MES	MODULARIDAD
200801	0,966340414	200909	0,96007641	201105	0,94728317
200802	0,926370237	200910	0,95366996	201106	0,93918524
200803	0,966595857	200911	0,93610675	201107	0,95289319
200804	0,973644969	200912	0,95400321	201108	0,95791494
200805	0,975998628	201001	0,9328039	201109	0,94363227
200806	0,961904731	201002	0,93906668	201110	0,9422004
200807	0,970503393	201003	0,94244117	201111	0,95695368
200808	0,928227125	201004	0,93506366	201112	0,9506249
200809	0,938428226	201005	0,94912611	201201	0,9448251
200810	0,960947342	201006	0,94887958	201202	0,94628987
200811	0,951922573	201007	0,95585435	201203	0,93647565
200812	0,972008351	201008	0,94848313	201204	0,94879894
200901	0,928489875	201009	0,95996035	201205	0,91375416
200902	0,957488412	201010	0,95078118	201206	0,94208601
200903	0,962473196	201011	0,95181222	201207	0,93444198
200904	0,966327021	201012	0,91722846	201208	0,94895919
200905	0,969861678	201101	0,92074883	201209	0,93838985
200906	0,960472328	201102	0,95147279	201210	0,94896778
200907	0,966792591	201103	0,94072868	201211	0,94416237
200908	0,956626136	201104	0,94762652	201212	0,93464877

Fuente: construcción propia. Nota: en este algoritmo el resultado puede tomar valores entre cero y uno. Los valores cercanos a uno indican que la estructura de la comunidad es fuerte, mientras que los cercanos a cero indican que predomina la vinculación aleatoria.

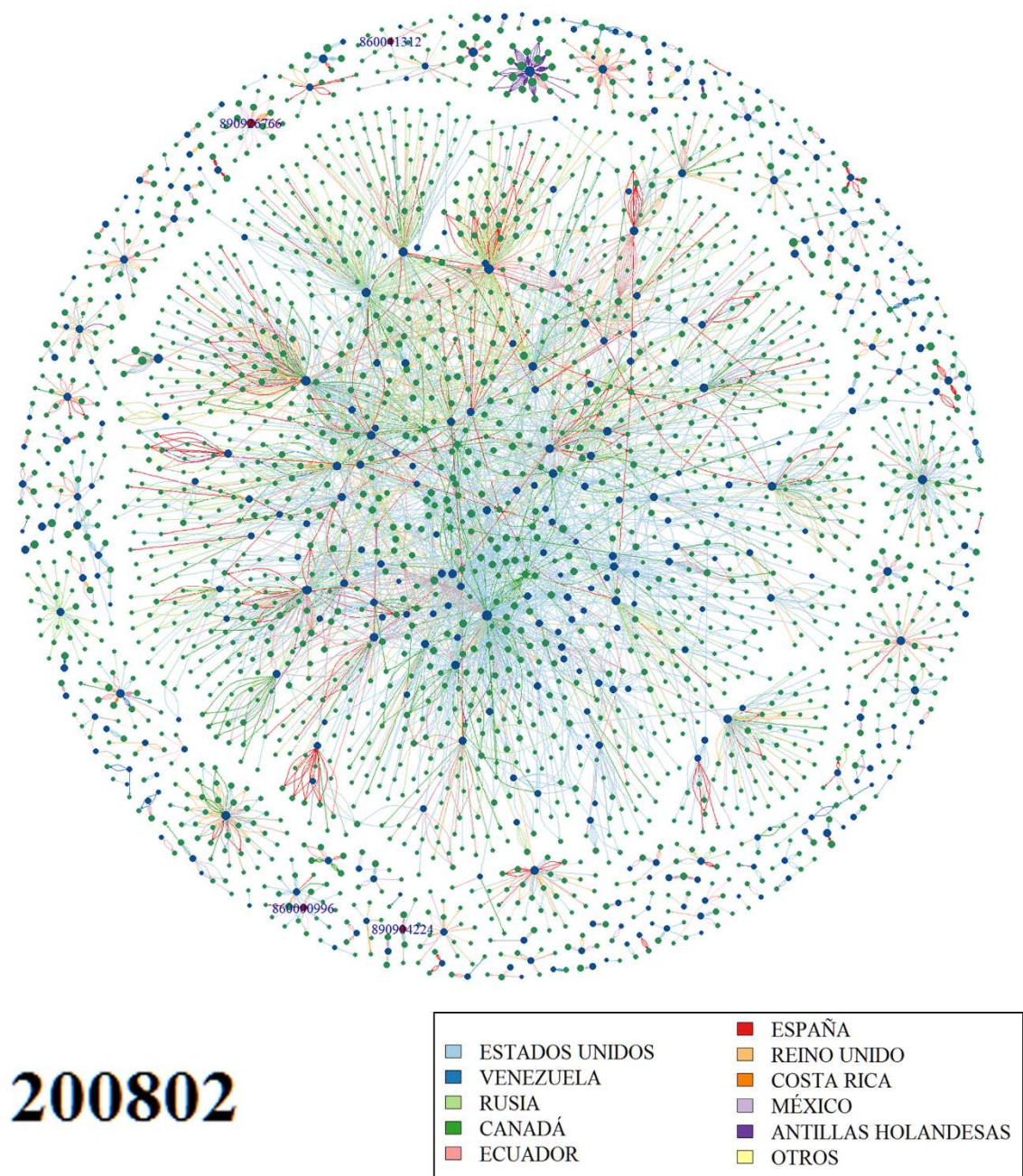


Figura 10.4.1. Ejemplo de un grafo donde los vínculos representan los principales países de destino de las exportaciones, para el mes de febrero del año 2008. Fuente: construcción propia. En el material suplementario web puede consultarse la respectiva visualización dinámica.