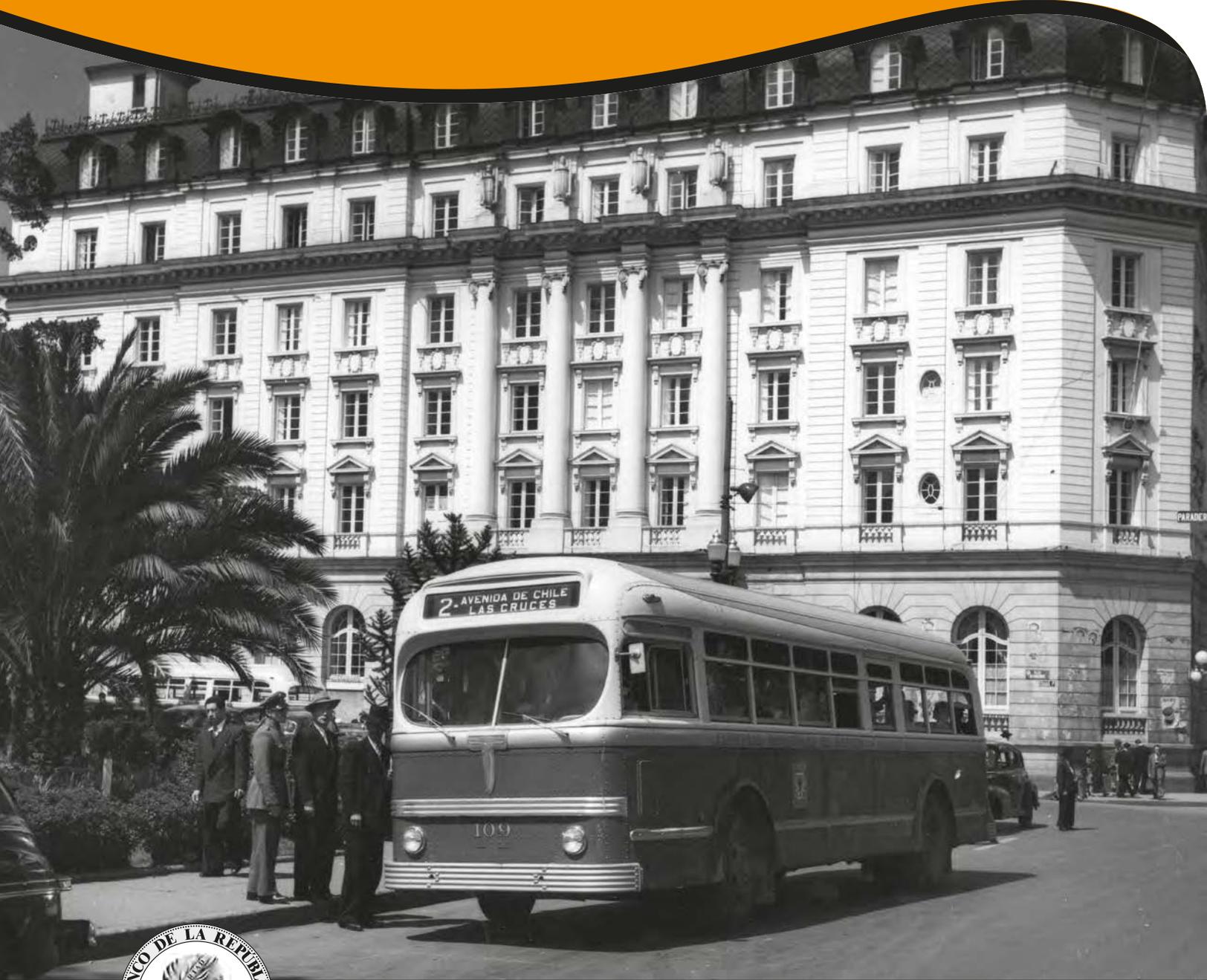


Abastecimiento y costos de transacción en los mercados de alimentos de las principales ciudades de Colombia

Por: Margarita Gáfaró
Jair N. Ojeda-Joya
Andrea Paola Poveda-Olarte

Núm. 1128
2020

Borradores de ECONOMÍA



Bogotá - Colombia - Bogotá - Colombia

Abastecimiento y costos de transacción en los mercados de alimentos de las principales ciudades de Colombia

Margarita Gáfaró[†], Jair N. Ojeda-Joya[‡],
Andrea Paola Poveda-Olarte[¶]

Las opiniones contenidas en el presente documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

Resumen

En este estudio exploramos el grado de integración de los mercados de alimentos agrícolas en Colombia. Nos concentramos en el comportamiento de los mercados de arroz, cebolla, papa, tomate, frijol, yuca y plátano. Caracterizamos la estructura de las redes de abastecimiento de estos alimentos hacia Bogotá Medellín y Cali, y calculamos una medida de los costos de transacción entre estas ciudades y sus potenciales proveedores, mediante la estimación de un modelo Autoregresivo de Umbral con series semanales de precios. Nuestros resultados sugieren que los mercados de estos productos se encuentran integrados, con una vida media de los choques de precios de tres semanas. Unas pocas regiones del país tienen participaciones importantes en el abastecimiento hacia las tres ciudades principales, sobre todo en los productos menos perecederos como la papa y el arroz. No obstante, se observan costos de transacción sustanciales que alcanzan en promedio 42 por ciento del precio de estos productos en el mercado de origen.

Palabras clave: Mercados de alimentos, costos de transacción, abastecimiento
Clasificación JEL: Q11, O18, Q13

* Agradecemos a Andrés Díaz , Cristhian Larrahondo y Margarita Cabra por su importante asistencia de investigación. También agradecemos los comentarios de Jaime Bonet, Hernando Vargas y participantes del seminario interno de la Subgerencia de Estudios Económicos. Las conclusiones y opiniones presentadas en este artículo no necesariamente coinciden con la opinión de la Junta Directiva del Banco de la República.

[†] Centro de Economía Agrícola y Recursos Naturales, Banco de la República de Colombia. E-mail: mgafargo@banrep.gov.co

[‡] Subgerencia de Estudios Económicos, Banco de la República de Colombia. E-mail: jojedajo@banrep.gov.co

[¶] Centro de Economía Agrícola y Recursos Naturales, Banco de la República de Colombia. E-mail: apovedol@banrep.gov.co

Supply and Transactions Costs in Food Markets of Colombian Cities

Margarita Gáfaró[†], Jair N. Ojeda-Joya[‡],
Andrea Paola Poveda-Olarte[¶]

The opinions contained in this document are the sole responsibility of the author and do not commit Banco de la República or its Board of Directors.

Abstract

In this paper, we explore the degree of market integration for a set of agricultural food products in Colombia. We estimate a measure of transaction costs across wholesale markets using a Threshold Autoregressive (TAR) model. We focus on studying the exchange of rice, onion, potato, yucca, plantain, and red beans between potential regions of production and Bogotá, Medellín, and Cali. Also, we describe the structure of the supply networks for these goods. Our results suggest that there is market integration, with an average half-life of shocks to price differentials of three weeks. A few regions in the country produce large shares of total supply in the three main cities; this market concentration is particularly strong for the least perishable products, such as potatoes and rice. Nonetheless, there are substantial transaction costs that reach, on average, 42 percent of prices in source markets.

Keywords: Food markets, transaction cost, food supply

JEL Classification: Q11, O18, Q13

* We thank Andrés Diaz and Cristhian Larrahondo, and Margarita Cabra for their excellent work as research assistants. We are grateful to Jaime Bonet, Hernando Vargas and other participants of the internal research seminar of Banco de la República for their useful comments. The opinions contained in this document are the sole responsibility of the authors and do not commit Banco de la República or its Board of Directors.

[†] Center for Agricultural and Natural Resource Economics, Banco de la República de Colombia. E-mail: mga-fargo@banrep.gov.co

[‡] Division of Economic Studies, Banco de la República de Colombia. E-mail: jojeda@banrep.gov.co

[¶] Center for Agricultural and Natural Resource Economics, Banco de la República de Colombia. E-mail: apovedol@banrep.gov.co

1 Introducción

Las transacciones de bienes en el mercado generan oportunidades para mejorar el bienestar. En el sector agrícola, el acceso a mercados que absorben los excesos de oferta local genera incentivos para aumentar la productividad y permite a consumidores en zonas urbanas comprar alimentos a menores precios. La integración en los mercados agrícolas locales permite además el ajuste de precios ante choques de oferta. Estos choques son comunes en el sector debido a la dependencia de la producción de factores climáticos (Bejarano-Salcedo *et al.*, 2020).

Diversos estudios han documentado amplias brechas de productividad en el sector agrícola entre países desarrollados y países en desarrollo (Restuccia *et al.*, 2008; Caselli, 2004; Adamopoulos y Restuccia, 2014; Hamann *et al.*, 2019). Parte de estas brechas se ha atribuido a unos costos de transacción elevados que limitan la integración entre las zonas de producción y los centros de consumo (Key *et al.*, 2000; de Janvry *et al.*, 1991; Fackler y Goodwin, 2001; Escobal, 2000). No obstante, la información cuantitativa sobre la magnitud de estos costos de transacción es limitada. En este trabajo estudiamos el grado de integración en los mercados de los principales alimentos agrícolas en Colombia y estimamos una medida de los costos de transacción de estos productos en las principales ciudades del país.

Nuestro análisis parte de identificar la ubicación geográfica de los cultivos de papa, cebolla cabezona, tomate, plátano, yuca y frijol en el país y caracterizar los flujos de estos bienes desde las regiones productoras hacia las centrales de abasto de Bogotá, Medellín y Cali. Con este análisis presentamos una primera noción del grado de integración en los mercados de estos alimentos en el país y de los factores geográficos que determinan estos patrones de integración. Después, calculamos una medida de los costos de transacción en estos mercados mediante la estimación de un Modelo Autoregresivo de Umbral (TAR) con información semanal de precios.

Nuestro estudio se relaciona con el conjunto de trabajos que han explorado la integración de mercados agrícolas en países en desarrollo. La mayoría de los estudios en esta literatura se concentra en el análisis de cointegración en series de precios. Con esta metodología se ha encontrado evidencia de integración en los mercados de arroz, trigo, maíz y otros alimentos en diversos países.¹ En particular, los estudios de Iregui y Otero (2011, 2013, 2017) y Neira-García *et al.* (2016) presentan evidencia de integración en los mercados de alimentos perecederos en Colombia. Esta integración es más fuerte entre mercados menos distantes entre sí y en productos más perecederos como el tomate (Iregui y Otero, 2017, 2013).

El estudio de la integración de mercados mediante el análisis de cointegración ignora el efecto de los costos de transacción sobre los diferenciales de precios entre dos mercados. En condiciones de competencia perfecta, la diferencia en el precio de un bien entre dos mercados que se encuentran integrados no debería ser mayor a los costos de intercambiar este bien entre ellos, pues el arbitraje

¹Fackler y Goodwin (2001) hacen una revisión amplia de esta literatura. Ver también Sekhar (2012), Baquedano y Liefert (2014) y Alonso y Bonilla (2018)

espacial asegura que las posibilidades de extracción de rentas se agoten en el largo plazo. Estas actividades de arbitraje solo tienen lugar si los diferenciales de precios exceden los costos de transacción. De lo contrario, no hay actividades de arbitraje entre los mercados y la correlación entre sus precios depende solo de la correlación entre sus choques de oferta o demanda. Si estos choques son independientes, los precios de los dos mercados no están correlacionados. Ignorar la existencia de esta banda neutral en los precios genera sesgos en la estimación de las velocidades de ajuste entre mercados (Obstfeld y Taylor, 1997; Van Campenhout, 2007; Fackler y Goodwin, 2001; Barrett, 1996).

A diferencia de estudios previos, evaluamos el grado de integración de los mercados de alimentos en Colombia teniendo en cuenta la existencia de costos de transacción. Estimamos estos costos de transacción mediante un modelo Autoregresivo de Umbral (TAR) que supone un costo de transacción fijo (y desconocido) que actúa como un umbral. Cuando el margen de precios entre dos mercados excede dicho umbral, operaciones de arbitraje tienen lugar hasta que la diferencia de precios se iguala al costo de transacción. Cuando la diferencia de precios es inferior al umbral, el margen se comporta como un proceso serialmente independiente. Este enfoque es utilizado por Van Campenhout (2007) para estimar los costos de transacción en el mercado de maíz en Tanzania, y por Obstfeld y Taylor (1997) y Goodwin y Grennes (1998) para otros productos en el mercado internacional.

Debido a las falencias de información sobre las transacciones en el mercado de bienes agrícolas en Colombia, hasta el momento se tiene poco conocimiento sobre la magnitud de los costos de dichas transacciones. La metodología propuesta permite estimar los costos de transacción utilizando únicamente información de precios de bienes homogéneos en diferentes mercados. Esta información de precios es recolectada sistemáticamente por el DANE en las principales centrales de abasto y mercados mayoristas del país.

Nuestro estudio se enfoca en los mercados de papa, cebolla cabezona, tomate, plátano, yuca y frijol. Seleccionamos estos productos debido a la disponibilidad de información y a su representatividad en la canasta básica de los hogares colombianos. Según su ponderación en el IPC actual, el arroz es el segundo alimento procesado más importante y los perecederos seleccionados aportan el 42% del peso que tiene el grupo de alimentos perecederos. Utilizamos información semanal de precios del Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA) del DANE para el periodo entre 2012 a 2018. Con esta información calculamos diferenciales de precios entre Bogotá, Medellín y Cali, y el resto de las ciudades y municipios con información disponible en el SIPSA. En nuestro análisis, Bogotá, Medellín y Cali actúan como *mercados destino* o ciudades receptoras, y los demás municipios y ciudades del país actúan como potenciales *mercados origen* o proveedores.

La elección de estas tres ciudades como mercados receptores implica que nuestras medidas de costos de transacción y velocidad de ajuste proveen información sobre las dinámicas de provisión

de alimentos específicas a estas tres ciudades, y no son directamente extrapolables a otras ciudades o municipios del país menos poblados y con un menor acceso a infraestructura de transporte. Por otro lado, el uso de información de precios en mercados mayoristas implica que nuestra medida de costos de transacción incluye aquellos incurridos entre estos mercados, incluyendo el costo de transporte por carretera, que puede ser sustancial dependiendo de la región del país y la época del año. Nuestra medida no incluye los costos asociados a la comercialización de productos desde las fincas hasta los mercados mayoristas locales, ni aquellos incurridos desde las centrales de abasto hasta los consumidores finales. Por esta razón, ésta debe ser interpretada como una cota inferior del costo total de transacción en los mercados que estudiamos.

A partir de la información de las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA) exploramos la distribución geográfica en la producción de los productos seleccionados. Complementamos esta información con los microdatos de abastecimiento del SIPSA para identificar flujos de abastecimiento desde las regiones productoras hacia las centrales de abasto de Bogotá, Medellín y Cali. Este análisis revela una fuerte concentración geográfica en la producción, con diversos municipios y departamentos produciendo estos alimentos, pero unos pocos aportando la mayor proporción de la producción total en el país. Por ejemplo, Cundinamarca, Boyacá y Nariño, producen el 89% de la papa del país, y Boyacá, Cundinamarca y Norte de Santander el 93% de la cebolla cabezona. Además, condicional en los lugares de producción, las ciudades tienden a abastecerse de las regiones productoras más cercanas a ellas. Este fenómeno es sobre todo evidente en el caso de los productos más perecederos. Mientras el 80% de la papa que reciben las tres ciudades proviene de municipios que se encuentran a un recorrido de máximo 10 horas por carretera, el 80% del tomate que reciben proviene de municipios ubicados hasta a 3,5 horas de recorrido por carretera.

Por otro lado, nuestras estimaciones del modelo TAR sugieren un costo de transacción promedio equivalente al 42 por ciento del precio en los potenciales mercados de origen. Bogotá presenta los mayores costos de transacción, con un promedio de 48 por ciento del valor de los productos en los potenciales mercados proveedores. Al relacionarlo con la distancia entre los mercados encontramos que la distancia tiene un efecto positivo y significativo sobre los costos de transacción estimados. En particular, un incremento de 10 por ciento en el tiempo de viaje entre dos mercados aumenta el costo transacción estimado en 3%. Asimismo, nuestros cálculos indican que, tras un choque, la diferencia de precios entre mercados tarda 3 semanas en reducirse a la mitad, en promedio.

En la siguiente sección se describen los datos que utilizamos en el estudio. En la sección 3 se presenta el análisis descriptivo de los patrones de producción y abastecimiento de los productos estudiados. La sección 4 presenta el modelo econométrico y los resultados de las estimaciones de costos de transacción y velocidades de ajuste. En la sección 5 se concluye.

2 Descripción de los datos

Nuestro análisis se basa en dos fuentes complementarias de información: el Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA) del DANE y las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA) del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. El componente de abastecimiento del SIPSA incluye información diaria de los volúmenes y el origen de los alimentos que ingresan a los principales mercados mayoristas del país (30 mercados mayoristas en 32 departamentos). El componente de precios incluye información semanal de precios de los principales alimentos que se comercializan en 57 mercados mayoristas en 20 departamentos del país, y también en molinos, bodegas y frigoríficos.(DANE, 2015). Las EVA contienen información de área sembrada y producción anual por cultivo en todos los municipios del país. Esta información se construye por consenso a partir de encuestas a expertos locales (MADR, 2013).

Utilizamos las EVA y la información agregada de abastecimiento del SIPSA para el periodo entre 2014 y 2017 para caracterizar los patrones de producción y distribución de papa, cebolla cabezona, tomate, plátano, arroz, yuca y frijol en Bogotá, Medellín y Cali. Asimismo, utilizamos la información semanal de precios entre la semana 46 de 2012 y la semana 30 de 2018 para estimar los costos de transacción y las velocidades de ajuste en los mercados de estos productos. El SIPSA incluye precios de 42 variedades diferentes de los 7 productos agrícolas seleccionados (Ver anexo A). Estimamos los costos de transacción específicos a cada variedad, lo cual nos permite minimizar sesgos derivados de diferencias en los atributos de los productos entre mercados.

En el caso de Bogotá, Medellín y Cali, el SIPSA incluye información de las principales centrales de abasto y de algunos mercados satélite.² Cuando estudiamos el comportamiento del abastecimiento, tomamos la suma de los volúmenes que se registran en todos los mercados de una misma ciudad. Cuando analizamos los precios, tomamos los promedios de los precios semanales para cada ciudad.

Por último, calculamos la distancia y duración del recorrido desde cada municipio o ciudad incluida en el SIPSA hasta la central de abasto principal de Bogotá, Cali y Medellín a partir de la ruta más corta por carretera según Google Maps. El apéndice B describe los detalles del procedimiento para obtener estas medidas.³

²En Bogotá: Corabastos, Paloquemado, la Plaza de las Flores y la Plaza España. En Cali: Plaza Santa Helena, Cavasa, Galería Alameda, Silón y La Floresta. En Medellín: Coomerca, la Central Mayorista de Antioquia (CMA), la Placita de Flórez y la Plaza Minorista José María Villa.

³Estos cálculos corresponden a la mejor predicción posible con la información disponible de duración histórica, límites de velocidad y velocidad recomendada para desplazamientos en automóvil. En esta medida, nuestros cálculos de la duración de los recorridos entre mercados pueden subestimar tiempo real de desplazamiento de los vehículos de carga en el país.

3 Patrones de producción y abastecimiento de los alimentos

En esta sección realizamos una primera aproximación al grado de integración en los mercados que son objeto de nuestro estudio. En primer lugar, exploramos las dinámicas de producción de papa, cebolla, plátano, yuca, arroz, frijol y tomate en las distintas regiones del país. Después estudiamos los flujos de abastecimiento de estos productos hacia Bogotá, Medellín y Cali. Los resultados del análisis que se presenta a continuación sugieren una integración entre regiones del país marcada por una importante concentración geográfica de la producción y por vínculos más fuertes de las ciudades con las regiones productoras más próximas a ellas, sobre todo en el caso de los productos más perecederos.

Las columnas 3 y 4 del Cuadro 1 muestran la distribución regional de la producción de los cultivos que estudiamos, durante el periodo de 2014 a 2017. En general, se observa un patrón de concentración geográfica en el cultivo de estos productos. La cebolla cabezona y la papa presentan los mayores niveles de concentración. Estos productos se cultivan en solo un tercio de los departamentos del país y los tres productores principales (Boyacá, Cundinamarca y Norte de Santander en el caso de la cebolla; y Boyacá, Cundinamarca y Nariño en el caso de la papa) aportan alrededor del 90% del total del volumen producido en el país. Por otro lado, la producción de yuca y plátano presenta la mayor dispersión geográfica. Estos productos se cultivan en los 32 departamentos del país; sin embargo, cerca de un tercio de la producción se concentra en los tres principales departamentos productores. El tomate, el arroz y el frijol se producen en 25 departamentos y los tres principales productores aportan entre el 47% y el 64% de la producción total del país.

Exploramos los patrones de distribución hacia las centrales de abasto de Bogotá, Medellín y Cali con la información de abastecimiento del SIPSA para el periodo entre 2014 y 2018. Esta información captura el volumen y la procedencia de los alimentos que se recibieron durante este periodo en las centrales de abasto de cada ciudad. Estos alimentos se distribuyen posteriormente a los consumidores finales a través de los mercados minoristas o se redistribuyen hacia otros municipios del país a través de intermediarios.⁴ El Cuadro del anexo C presenta la participación del abastecimiento en Bogotá, Medellín y Cali, con respecto al resto de ciudades y municipios incluidos en el SIPSA. Bogotá es el principal receptor de los productos estudiados. Esta ciudad recibe entre el 25% y el 52% de los volúmenes totales que se registran en las principales centrales de abasto y mercados mayoristas del país.

Con la información del SIPSA calculamos el índice de Herfindahl para medir el grado de concentración geográfica en los patrones de abastecimiento. Calculamos este índice para cada

⁴Es importante tener en cuenta que en la medida que existen canales alternativos de distribución de alimentos en cada ciudad, por ejemplo, mediante la provisión directa desde el productor hacia los supermercados o consumidores finales, y que las ciudades actúan como centros de redistribución hacia otros municipios, el volumen de cada producto que reciben las centrales de abasto representa solo una proxy del volumen total que se consume en cada ciudad.

Cuadro 1: Distribución regional del cultivo de los productos

Producto	Principales productores	Part. (%)	No. Dptos
Cebolla cabezona	Boyaca, Norte De Santander, Cundinamarca	93.0	11
Papa	Cundinamarca, Boyaca, Narino	87.9	13
Tomate	Antioquia, Norte De Santander, Cundinamarca	49.3	25
Arroz	Casanare, Tolima, Meta	63.5	25
Frijol	Huila, Tolima, Antioquia	47.0	25
Yuca	Bolivar, Cordoba, Sucre	39.0	32
Plátano	Arauca, Antioquia, Valle Del Cauca	31.7	32

Nota: Principales productores lista los 3 departamentos con mayor producción entre 2014 y 2017. *Part.* (%) es el promedio anual de la participación en la producción total de los 3 principales departamentos. *No. Dptos* es el promedio anual del número de departamentos en los que se produce al menos una variedad del producto respectivo. Fuente: cálculos propios a partir de las EVA.

ciudad y producto como la suma del cuadrado de la participación de cada departamento de origen en el total que reciben del respectivo producto las centrales de abasto de cada ciudad.⁵ El Cuadro 2 muestra los resultados de este cálculo.

En concordancia con la concentración geográfica en los patrones de producción que identificamos arriba, se observan patrones de aglomeración en el abastecimiento. La yuca, la papa y el frijol verde son los productos que presentan una mayor concentración, con valores del índice de Herfindahl entre 0,70 y 0,97. Consistente con un mayor número de proveedores y una participación relativamente homogénea entre ellos, el plátano, el frijol seco y el arroz son los productos que presentan una mayor dispersión en el aprovisionamiento, con valores del índice de Herfindahl entre 0,53 y 0,15.

Hacemos un análisis de redes para caracterizar los patrones de concentración geográfica que identificamos con el índice de Herfindahl. La Figura 1 muestra la estructura de estas redes de abastecimiento. Boyacá, Cundinamarca y Nariño, los principales productores de papa en el país, son también los principales proveedores de papa para las centrales de abasto de Bogotá, Medellín y Cali (Figuras 1a). Asimismo, Boyacá y Cundinamarca se destacan en la provisión de cebolla hacia las tres ciudades. Las redes de abastecimiento de cebolla y papa sugieren que, condicional en la fuerte concentración en los lugares de producción, la distancia entre los mercados juega un rol importante en la determinación de los patrones de abastecimiento. En particular, Cundinamarca provee el 88% de papa que se recibe en las centrales de abasto de Bogotá, y Nariño provee el 84% de la papa que se recibe en Cali, mientras que Medellín, ubicado a una mayor distancia de los

⁵ $H_{cd} = \sum_o \left(\frac{V_{ocd}}{V_{cd}} \right)^2$, donde V_{ocd} representa el volumen del producto c que recibió durante todo el periodo la ciudad d desde el origen o y V_{cd} el volumen total que recibió desde todos los orígenes

Cuadro 2: Número de proveedores e índice de concentración

Producto		Bogotá	Medellín	Cali	Nal.
Arroz	1. No. de proveedores	18	21	15	24
	2. Volumen del proveedor principal (%)	38.9	64.1	69.4	50.3
	3. Índice de Herfindhal ($\times 100$)	31.9	44.7	52.7	33.3
Cebolla Cabezona	1. No. de proveedores	10	12	11	15
	2. Volumen del proveedor principal (%)	68.7	49.8	46.4	63.0
	3. Índice de Herfindhal ($\times 100$)	56.4	36.5	39.2	45.7
Frijol seco	1. No. de proveedores	22	19	10	24
	2. Volumen del proveedor principal (%)	18.7	40.0	59.0	19.8
	3. Índice de Herfindhal ($\times 100$)	15.2	24.2	43.7	14.0
Frijol verde	1. No. de proveedores	13	15	11	17
	2. Volumen del proveedor principal (%)	89.0	98.4	70.2	47.9
	3. Índice de Herfindhal ($\times 100$)	79.7	97.0	52.2	38.8
Papa	1. No. de proveedores	16	14	17	21
	2. Volumen del proveedor principal (%)	87.5	80.7	84.6	56.3
	3. Índice de Herfindhal ($\times 100$)	77.9	66.9	72.9	38.0
Plátano hartón verde	1. No. de proveedores	22	16	17	26
	2. Volumen del proveedor principal (%)	70.1	32.8	39.6	37.1
	3. Índice de Herfindhal ($\times 100$)	52.7	26.3	26.6	20.4
Tomate	1. No. de proveedores	15	16	16	20
	2. Volumen del proveedor principal (%)	59.4	84.5	68.9	37.2
	3. Índice de Herfindhal ($\times 100$)	48.1	72.5	50.6	24.1
Yuca	1. No. de proveedores	22	16	11	23
	2. Volumen del proveedor principal (%)	96.9	85.0	89.2	73.7
	3. Índice de Herfindhal ($\times 100$)	94.0	73.8	79.9	57.3

Nota: La unidad de proveedor es el departamento. *Nal.* se refiere al cálculo que agrega el volumen de los proveedores a nivel nacional. Fuente: cálculos propios a partir del componente de abastecimiento del SIPSA.

principales departamentos productores, obtiene un 81% de su provisión de papa desde Antioquia. Por otro lado, Boyacá es el principal proveedor de cebolla cabezona de Bogotá y Medellín, mientras que Nariño es el principal proveedor de Cali.

Las redes de abastecimiento de la yuca, el tomate y el frijol verde también muestran un patrón de aglomeración influenciado por la distancia entre mercados; pocos proveedores aportan la mayor parte del volumen y se observan vínculos fuertes entre las regiones más próximas entre sí. Meta provee el 97% de volumen de yuca que reciben las centrales de abasto de Bogotá. Medellín se abastece en un 85% de la yuca que llega desde los municipios de Antioquia, y Quindío provee el 89% de la yuca de Cali. En el caso del tomate, cada ciudad se provee principalmente de su propio departamento, con un porcentaje de participación que va desde el 59% para el caso de Bogotá, hasta el 84% para el caso de Medellín. La necesidad de garantizar un tiempo corto de transporte para conservar la calidad del producto, junto con la versatilidad del cultivo del tomate

para desarrollarse en diversos pisos térmicos,⁶ pueden facilitar la tendencia de aprovisionamiento desde municipios más cercanos. Asimismo, Cundinamarca es el principal proveedor de frijol verde de Bogotá, Antioquia es el principal de Medellín, y Tolima el de Cali.

Los flujos de abastecimiento del plátano hartón verde, el frijol seco y el arroz muestran un patrón más disperso. Hay un mayor número de proveedores con una participación homogénea entre ellos. No obstante, Meta, provee el 70% del plátano que llega a Bogotá; mientras que Medellín y Cali se surten principalmente de los departamentos del eje cafetero. Por otro lado, Meta y Tolima son los principales proveedores de arroz en las centrales de abasto de las tres ciudades, al ser origen del 70% del volumen recibido, en promedio. Meta, surte principalmente a Bogotá y Tolima es el principal proveedor de Cali y Medellín. El frijol seco presenta una mayor dispersión en la provisión. Múltiples departamentos proveen a las tres ciudades con participaciones relativamente homogéneas. Los principales proveedores son Nariño, Antioquia y Tolima; sin embargo, ninguno de estos tiene una participación superior al 38% en la provisión de cada ciudad. Se destaca la participación del frijol importado en Cali, con aproximadamente 60% del volumen total que se recibió en esa ciudad.

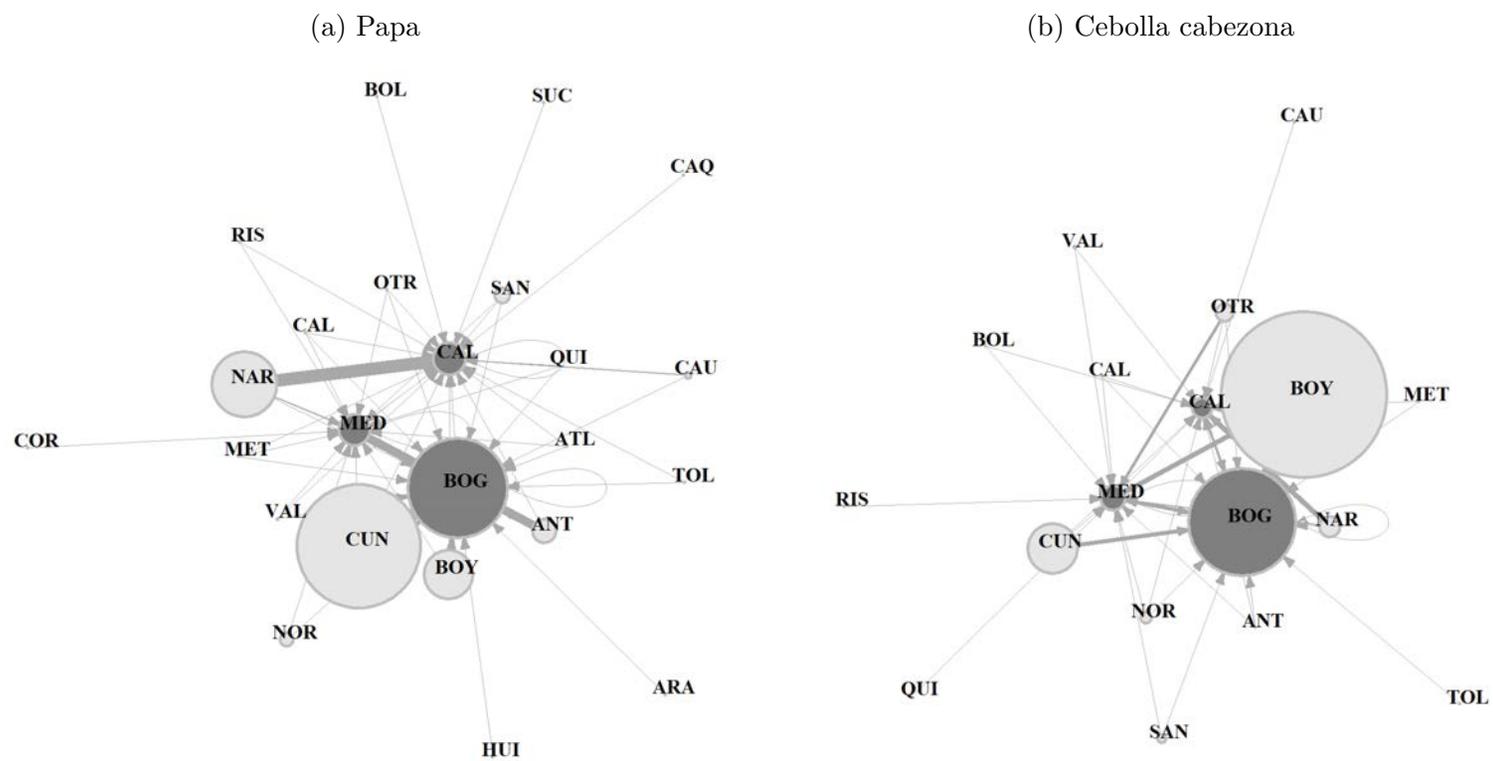
La figura 2 muestra la relación entre la participación en el volumen de abastecimiento y la distancia desde el origen de los alimentos hasta las ciudades receptoras. En el tomate se observa la tendencia más fuerte al abastecimiento desde zonas más próximas. En particular, el 80% del tomate que recibieron las tres ciudades proviene de municipios localizados a menos de 3,5 horas de la respectiva ciudad receptora. A este producto le sigue el frijol verde, del cual las ciudades receptoras obtienen el 80% de abastecimiento de municipios ubicados entre 4 y 7 horas de recorrido en carretera. En contraste, el frijol seco es el producto que presenta mayores tiempos de recorrido, con un 80% del abastecimiento en las tres ciudades proveniente de municipios que están hasta a 17 horas de recorrido en carretera. Se observan también diferencias en las distancias de aprovisionamiento entre ciudades. Por ejemplo, mientras que Bogotá se surte principalmente de papa que proviene desde municipios ubicados a menos de 4 horas de recorrido, la papa que llega a Cali recorre hasta 10 horas por carretera.

El análisis que se presenta en esta sección muestra la existencia de vínculos entre Bogotá, Medellín y Cali, y las principales regiones productoras, con un patrón fuerte de concentración en la producción, lo cual determina también una tendencia a la concentración en los flujos de abastecimiento. Si bien la distancia juega un papel importante en la determinación de los volúmenes de abastecimiento, éste parece estar mediado por la localización de la producción y la especialización de ciertas regiones en el abastecimiento hacia cada ciudad, además de las posibilidades de conservación y almacenamiento de los productos. Los comovimientos de los precios en las distintas regiones del país y los costos de transacción implícitos en estos precios deben reflejar parte de

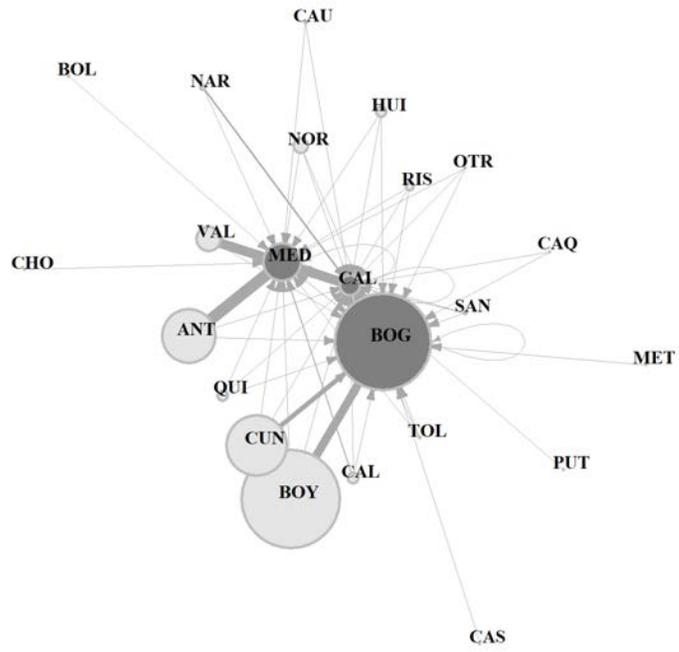
⁶En Colombia los cultivos de tomate a libre exposición tienen un buen desarrollo productivo a alturas entre los 900 y los 1800 m.s.n.m. y temperaturas entre los 20 y 25 °C. Bajo invernadero es posible lograr un buen desarrollo del cultivo a temperaturas fuera de este rango (Cabrera, 2004).

estos factores. En las siguientes secciones de este documento analizamos estas series de precios para cuantificar el grado de integración en los mercados y estimar una medida de estos costos de transacción. Además, analizamos el efecto de la distancia entre mercados sobre estos costos de transacción.

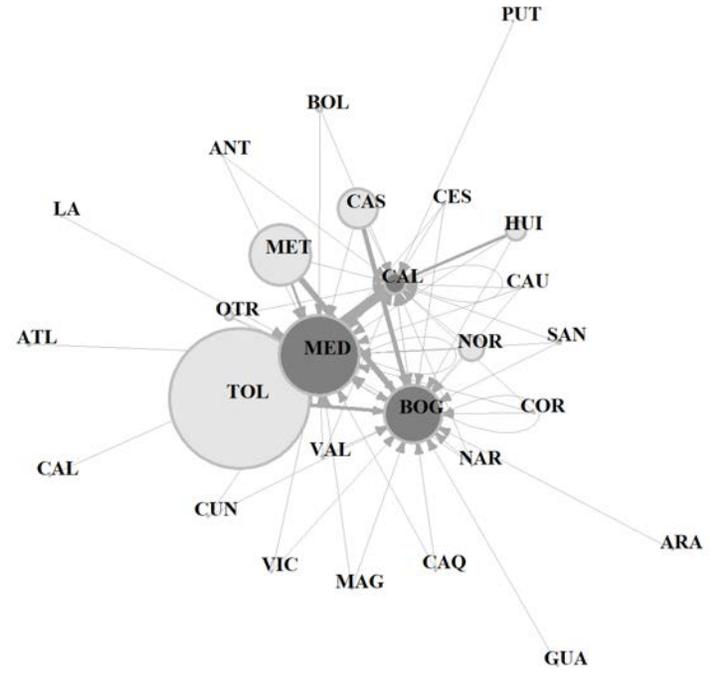
Figura 1: Flujos de abastecimiento según registros SIPSA



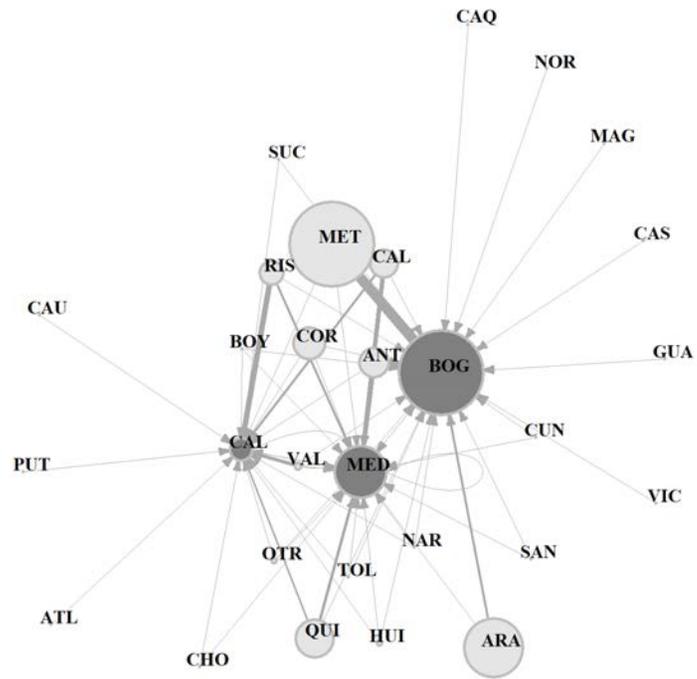
(c) Tomate



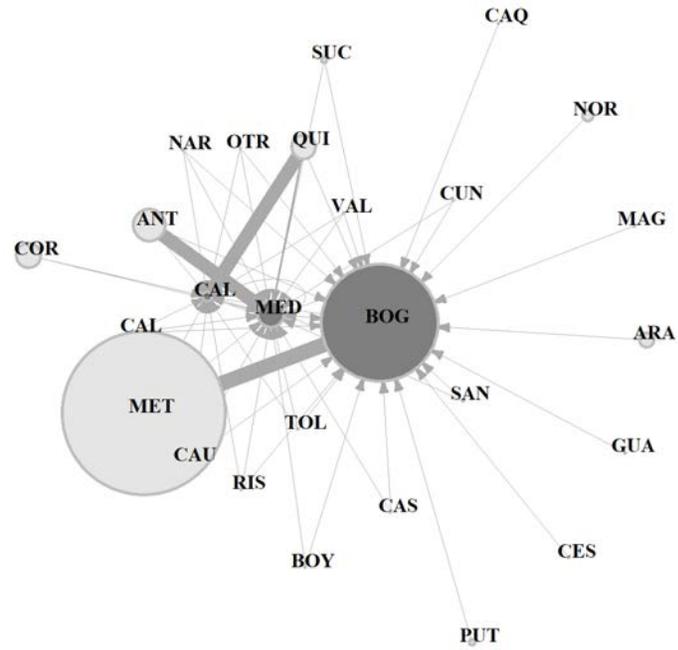
(d) Arroz



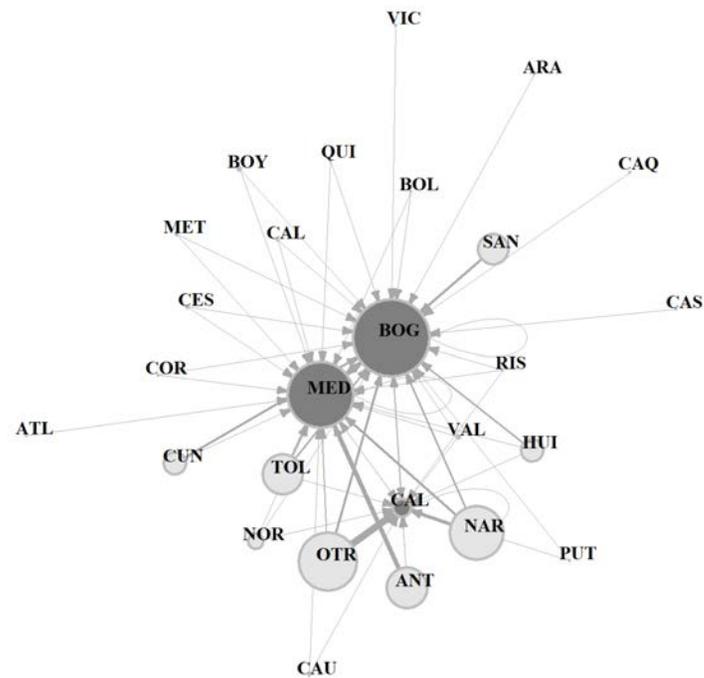
(e) Plátano harton verde



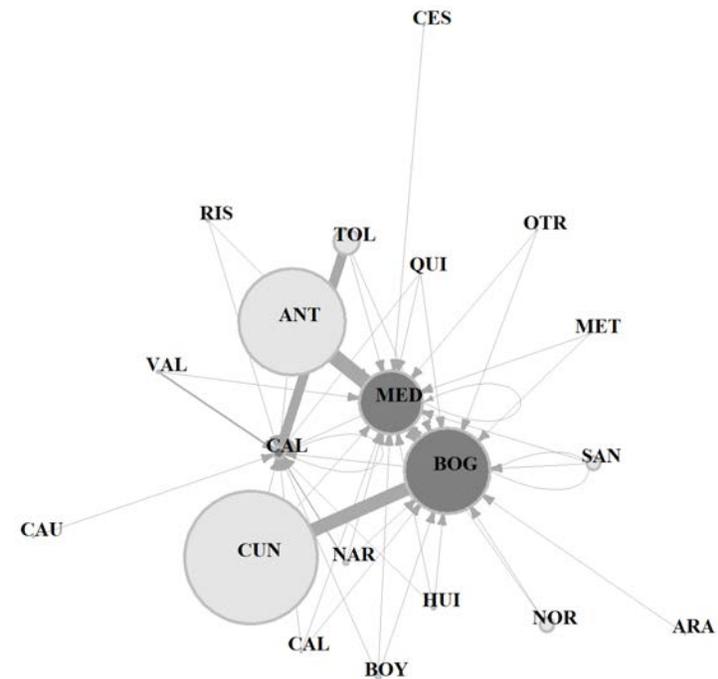
(f) Yuca



(g) Frijol seco

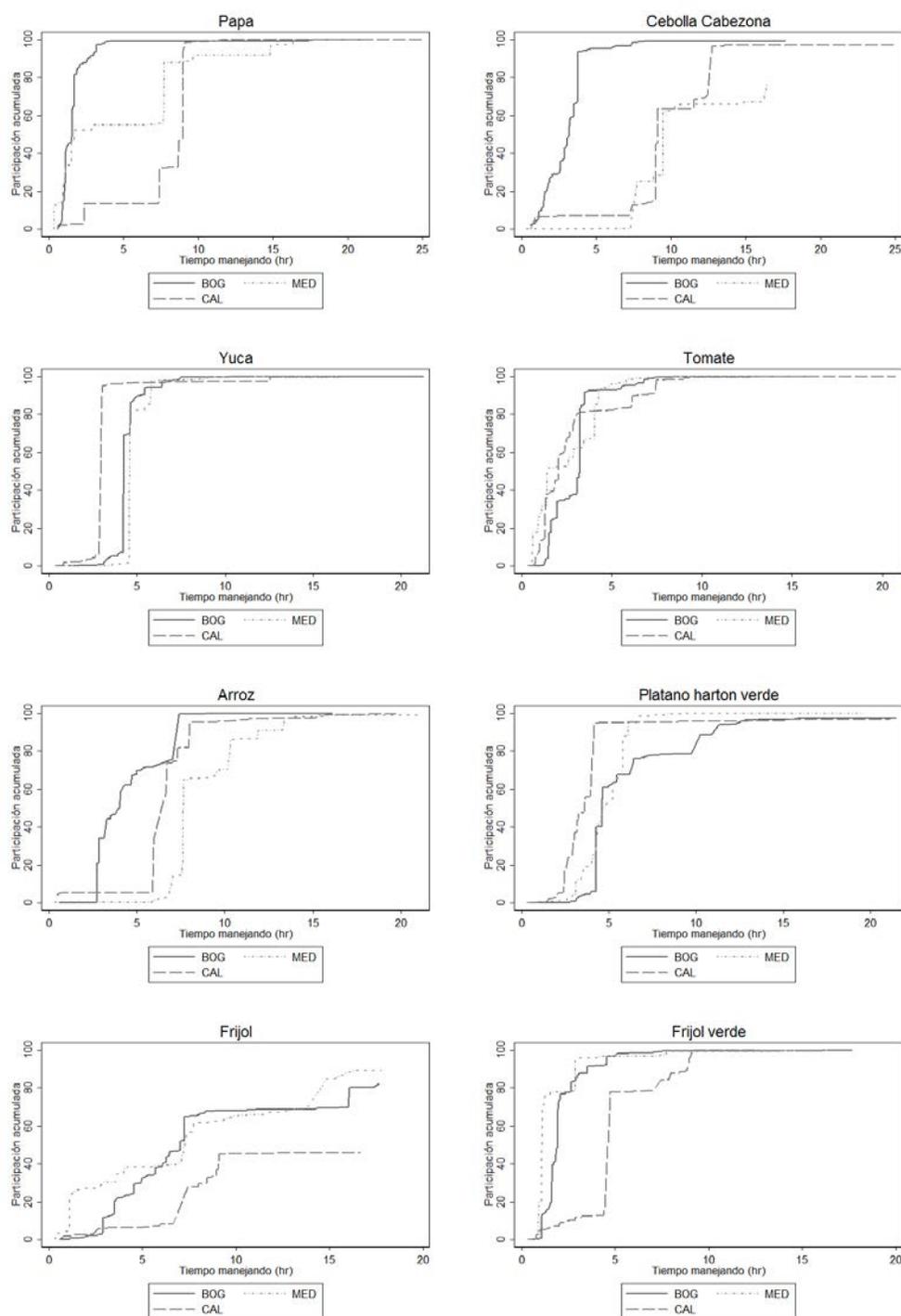


(h) Frijol verde



Nota: Las figuras ilustran el volumen abastecido entre 2014 y 2018 agrupando los proveedores por departamento. Los círculos en amarillo están ponderados según el peso de la cantidad que recibe cada ciudad sobre lo que totalizan las 3. Los círculos en gris están ponderados según el peso de lo que provee cada departamento sobre el total nacional. Listado de abreviaturas: ANT, Antioquia; CAL, Cali(círculo oscuro) o Caldas; SAN, Santander; QUI, Quindío; RIS, Risaralda; MED, Medellín; VAL, Valle del Cauca; NAR, Nariño; BOY, Boyacá; CUN, Cundinamarca; BOG, Bogotá; CAU, Cauca; TOL, Tolima; MET, Meta; NOR, Norte de Santander; OTR, otros países; ARA, Arauca; HUI, Huila; CES, Cesar; CAQ, Caquetá; CAS, Casanare; CHO, Chocó; GUA, Guajira; MAG, Magdalena; SUC, Sucre, COR, Córdoba. Fuente: redes basadas en el componente de abastecimiento del SIPSA que recolecta información sobre los volúmenes y flujo de productos agroalimentarios que ingresan a los principales mercados mayoristas y transitan por los peajes de las principales ciudades del país.

Figura 2: Volumen acumulado y distancia desde origen según registros de abastecimiento SIPSA



Nota: Las líneas muestran la participación acumulada del abastecimiento de acuerdo a la distancia entre cada municipio proveedor y la respectiva ciudad receptora. Las líneas no acumulan 100 cuando hay registros de abastecimiento con orígenes internacionales. En esos casos, la diferencia entre 100 y el valor en el eje vertical donde termina cada línea representa el porcentaje de volumen importado que se recibió en cada ciudad. Fuente: cálculos propios con información de abastecimiento del SIPSA entre 2014 y 2018.

4 Estimación de los costos de transacción y velocidades de ajuste

Para estimar la velocidad de ajuste y los costos de transacción en los mercados de alimentos en Colombia, adaptamos la metodología propuesta por Van Campenhout (2007). Esta metodología se basa en la estimación de un modelo TAR (*Threshold Auto Regression*) con información de diferenciales de precios de un producto homogéneo entre dos mercados. El modelo incorpora la existencia de un umbral en el diferencial de precios a partir del cual ocurren cambios estructurales en sus coeficientes autoregresivos. Estimamos los umbrales y los coeficientes autoregresivos en el diferencial de precios de cada producto estudiado entre distintas parejas de mercados. Estas parejas incluyen a Bogotá, Medellín y Cali como potenciales mercados de destino y a las demás ciudades y municipios incluidos en el SIPSA como potenciales mercados de origen. La estimación de los umbrales y los coeficientes autoregresivos para cada producto y cada pareja de mercados nos proporciona una medida de los costos de transacción y la velocidad de ajuste en estos mercados. Estas medidas varían según el producto y a sus potenciales lugares de origen y recepción. A continuación, describimos la identificación de estos parámetros a partir del modelo TAR y la implementación del modelo con los datos disponibles para Colombia.

4.1 Modelo econométrico

Sea $m_t = p_t - p_{r,t}$ el diferencial de precios entre un mercado local y uno de referencia para una semana t . Un modelo autoregresivo lineal para este diferencial se puede escribir como $\Delta m_t = \rho \cdot m_{t-1} + \epsilon_t$, donde ρ representa el coeficiente de velocidad de ajuste, y ϵ_t representa innovaciones semanales que se suponen independientes entre sí, con media cero y normalmente distribuidas. El operador Δ indica la primera diferencia de la variable en estudio. El diferencial de precios presenta un comportamiento estacionario para valores de ρ en el intervalo $(-1, 0)$. La no estacionariedad, o comportamiento $I(1)$ de la serie, implica que el diferencial de precios no converge a cero.

El modelo TAR representa una extensión de este modelo lineal. En el TAR, el diferencial de precios entre dos mercados converge a cero solo cuando se alcanzan valores por encima de un umbral. De lo contrario, este diferencial sigue un comportamiento aleatorio.⁷ La ecuación 1 representa el modelo TAR con estas características.

$$\Delta m_t = \begin{cases} \rho \cdot m_{t-1} + \epsilon_t & \text{si } m_{t-1} > \theta_t \\ \epsilon_t & \text{si } -\theta_t \leq m_{t-1} \leq \theta_t \\ \rho \cdot m_{t-1} + \epsilon_t & \text{si } m_{t-1} < -\theta_t \end{cases} \quad (1)$$

El coeficiente θ representa el umbral a partir del cual hay un cambio en el coeficiente autore-

⁷Como se explica más adelante, antes de estimar el modelo TAR se sustrae la media a cada diferencial de precios para que revierta a cero cuando la serie es estacionaria, posteriormente se suma esta media a los valores estimados del umbral.

gresivo del diferencial de precios. Este umbral se puede interpretar como una medida de los costos de transacción entre el mercado local y el de referencia. Cuando el diferencial de precios está por encima del umbral, tienen lugar actividades de arbitraje desde el mercado con el precio más bajo hacia el mercado con el precio más alto. Este arbitraje genera ajustes de precios que reducen el diferencial (alzas en el mercado de origen o reducciones en el mercado de destino, o los dos). Cuando el diferencial de precios se encuentra por debajo del umbral de costos de transacción, no hay actividades de arbitraje que induzcan una convergencia a cero, por lo que se asume que este diferencial sigue un comportamiento aleatorio ($\rho = 0$).

Estimamos la ecuación 1 sobre una grilla de posibles valores de θ , y en cada caso se estima el valor correspondiente de ρ . Se selecciona el valor el umbral θ que minimiza la suma de residuales al cuadrado del modelo.⁸ Utilizamos los valores estimados de ρ para calcular la vida media (*half-life*) de un choque al diferencial de precios:

$$hl = \frac{\ln 0.5}{\ln(1 + \rho)} \quad (2)$$

Para valores de ρ compatibles con un comportamiento estacionario del diferencial de precios ($-1 < \rho < 0$), la vida media del choque tiene valores estrictamente positivos. Para descartar comportamientos no estacionarios en la totalidad de la serie, se aplica la prueba de raíz unitaria Dickey-Fuller aumentada a todas las series de diferenciales de precios previamente a la estimación del modelo TAR. La no estacionariedad, o comportamiento $I(1)$, implica que el diferencial de precios no converge a cero para ningún valor inicial del diferencial. En este caso, la vida media de un choque es infinita ya que el proceso completo es una caminata aleatoria.⁹

4.2 Del modelo econométrico a los datos

Para la estimación del modelo TAR en nuestro contexto se requieren series de tiempo de la diferencia entre el precio de cada producto agrícola en el potencial origen y el precio en el potencial destino. En este caso, tomamos como potenciales destinos a Bogotá, Medellín y Cali, y como potenciales orígenes a 39 municipios incluidos en el SIPSA. En los casos en los que se cuenta con información de precios en más de un mercado para una misma ciudad, se toma como precio de

⁸La grilla de posibles valores de θ incluye los valores del diferencial de precios entre el segundo y el cuarto quintil de la distribución para evitar sesgos en las estimaciones por la existencia de valores atípicos.

⁹Utilizamos el criterio de información de Akaike (AIC) para identificar el número de rezagos a incluir en la prueba de raíz unitaria Dickey-Fuller aumentada. AIC tiene en cuenta el *trade-off* entre la bondad de ajuste del modelo (medida como la sumatoria de errores al cuadrado) y la complejidad del modelo (número de parámetros del modelo). El criterio penaliza el modelo en la medida que aumentan los parámetros a estimar. Se escoge el modelo autoregresivo que tiene el valor mínimo en el AIC para calcular la prueba de raíz unitaria. La ecuación de la prueba de raíz unitaria es: $m_t = \Phi + \eta_1.m_{t-1} + \eta_2.m_{t-2} + \dots + \eta_p.m_{t-p}$, donde p es el número de rezagos determinados en AIC. La hipótesis nula es que la variable tiene raíz unitaria y la alternativa es que la variable fue generada por un proceso estacionario.

referencia el promedio en todas sus centrales de abasto y mercados mayoristas.¹⁰

El análisis se restringe a las triplas $\{ciudad\ de\ destino, municipio\ de\ origen, producto\}$ con un diferencial de precios positivo. De esta manera se excluyen los casos en los que el comercio podría ocurrir de la ciudad principal hacia un municipio más pequeño. Además, se seleccionan las series con información disponible para al menos 104 semanas entre 2012 y 2018, y en las que se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria con la prueba de Dickey Fuller aumentado. Estas últimas representan un 80 por ciento de las series disponibles.

El uso de información de precios mayoristas entre potenciales orígenes y destinos implica que los costos de transacción que estimamos sean una cota inferior de todos los costos implícitos en la comercialización de productos agrícolas en Colombia, ya que las brechas de precios entre mercados mayoristas no incluyen el margen de comercialización entre fincas y centros de acopio, ni entre centrales de abasto y el consumidor final. No obstante, estos costos de transacción sí incluyen el traslado por carretera de los productos entre mercados mayoristas de diferentes ciudades lo que puede ser una porción considerable de los costos totales. Por otro lado, si bien una proporción importante de los productos agrícolas se transa a través de los centros mayoristas, estos no capturan canales alternativos de comercialización, presumiblemente con menores costos de transacción, que han cobrado importancia en los últimos años.

Asimismo, el comercio de alimentos en el periodo 2012 a 2018 sufrió dos choques de oferta atípicos y transitorios con consecuencias bruscas sobre los precios: el paro nacional agrario de 2013 y el Fenómeno del Niño junto con el paro camionero en 2016.¹¹ El paro de 2013 produjo aumentos transitorios de más del 100% en los precios de algunos alimentos, mientras que los choques de 2016 acompañaron un aumento generalizado de los precios de los alimentos en la economía (Bejarano-Salcedo *et al.*, 2020). En ejercicios de robustez estimamos los costos de transacción excluyendo estos periodos de comportamientos atípicos y obtenemos estimadores similares en magnitud a los que se presentan a continuación.

4.3 Resultados de integración de mercados

4.3.1 Costos de transacción

La figura 3a muestra la distribución de los costos de transacción estimados para todos los productos y parejas de origen y destino incluidas en el análisis. Para facilitar las comparaciones entre productos, los costos de transacción se presentan como proporción del precio de los productos en

¹⁰En Bogotá: Corabastos, Paloquemado, la Plaza de las Flores y la Plaza España. En Cali: Plaza Santa Helena, Cavasa, Galería Alameda, Silón y La Floresta. En Medellín: Coomerca, la Central Mayorista de Antioquia (CMA), la Placita de Flórez y la Plaza Minorista José María Villa.

¹¹El paro nacional agrario de 2013 consistió en un cese de actividades por parte de productores agrícolas junto con bloqueos de vías alrededor del país entre agosto y septiembre de 2013. El paro camionero de 2016 fue un cese de actividades de los transportadores entre junio y julio de 2016. Por su parte, el Fenómeno del Niño, que es una reducción fuerte de las precipitaciones, afectó la producción agropecuaria desde finales de 2015 y durante el primer semestre de 2016.

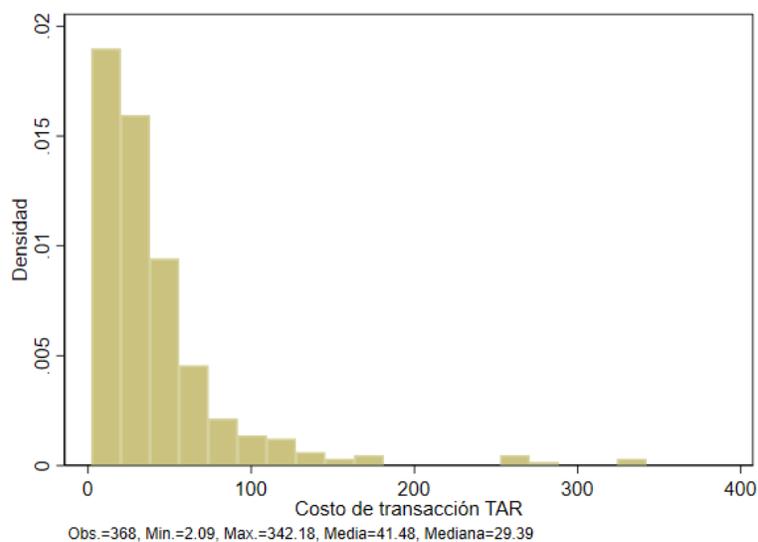
las potenciales regiones de origen. Los costos de transacción estimados representan en promedio un 42 por ciento del precio de los productos en los potenciales orígenes. Pese a que la mitad de los valores estimados representa costos de transacción inferiores al 30 por ciento, hay tripletas $\{ciudad\ de\ destino, municipio\ de\ origen, producto\}$ con costos de transacción estimados de hasta tres veces el precio en la ciudad de origen.

La figura 3b muestra la distribución de los costos de transacción por ciudad de destino. Bogotá es la ciudad con un costo de transacción promedio más alto, seguida por Medellín. Además, Bogotá presenta la mayor dispersión en los costos transacción estimados, mientras que en Cali se observa la mayor concentración en valores bajos, con una mediana de los costos estimados del 20 por ciento, inferior a la mediana de 29 y 30 por ciento estimada para Medellín y Bogotá, respectivamente.

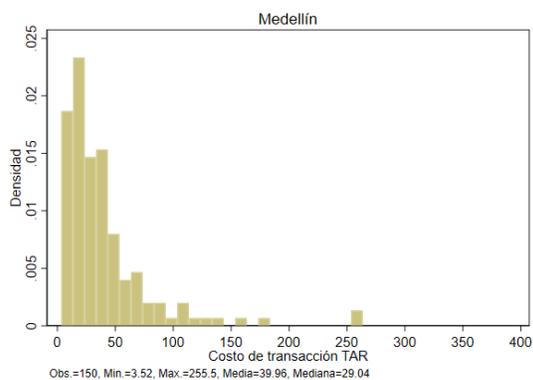
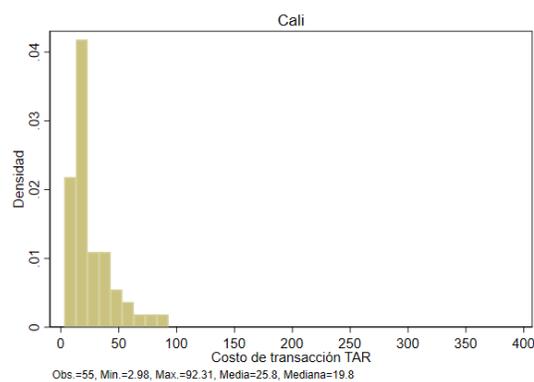
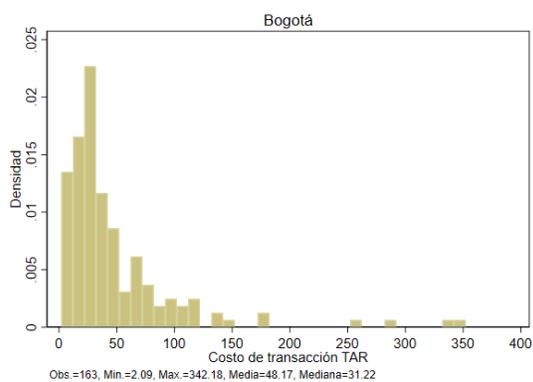
La tabla 3 presenta la media y desviación estándar de los costos de transacción por ciudad de destino y producto. La yuca y el plátano, con costos de transacción promedio del 58 y el 82 por ciento, respectivamente, son los productos con mayores costos de transacción estimados. En contraste, el arroz y el frijón seco, los menos perecederos entre los productos seleccionados, presentan los costos de transacción más bajos, con un valor promedio del 13 y el 18 por ciento, respectivamente. En Bogotá y Medellín el plátano presenta los valores estimados más altos, con un costo de transacción promedio del 103 y el 65 por ciento respectivamente.

Figura 3: Distribución del costo de transacción estimado

(a) Costo de transacción estimado



(b) Costo de transacción estimado por ciudad



Nota: El costo de transacción está medido como porcentaje del precio en el origen potencial. Incluye precios de papa, cebolla, yuca, tomate, plátano y frijol y precios de destino en Corabastos, Paloquemado, la Plaza de las Flores y la Plaza España (en Bogotá); la Plaza Santa Helena, Cavasa, Galería Alameda, Silón y La Floresta (en Cali); y Coomerca, la Central Mayorista de Antioquia (CMA), la Placita de Florez y la Plaza Minorista José María Villa (en Medellín). Fuente: cálculos propios con información SIPSA.

Cuadro 3: Costo de transacción según ciudad y producto

	Medellín			Bogotá			Cali			Todos	
	obs	media	de.	obs	media	de.	obs	media	de.	media	de.
Arroz	11	14.6	8.8	11	10.2	8.2	6	14.4	3.0	12.8	7.7
Frijol	11	18.0	6.0	7	15.5	8.2	5	21.4	4.1	18.0	6.5
Frijol verde	7	17.8	10.4	6	27.2	15.4	9	19.6	9.9	21.1	11.8
Yuca	19	65.5	44.5	4	37.1	19.3	3	35.2	38.5	57.6	42.0
Papa	42	31.9	21.3	71	38.0	26.6	15	24.6	13.1	34.4	24.0
Cebolla cabezona	19	30.4	23.4	9	27.5	16.4	1	10.3	.	28.8	21.1
Plátano	26	65.0	66.1	36	103.4	83.8	7	33.1	20.3	81.8	76.5
Tomate	15	43.8	26.1	19	34.3	20.5	9	36.9	28.7	38.2	24.1
Total	164	40.9	38.8	167	48.2	52.8	61	27.4	20.0	41.9	43.9

Nota: *Obs:* número de observaciones por producto. *de.:* desviación estándar. El costo de transacción está expresado en puntos porcentuales del precio por unidad de alimento. Fuente: cálculos propios con información SIPSA.

4.3.2 Velocidad de ajuste

El Cuadro 4 muestra los resultados de las estimaciones de la vida media. El tiempo promedio para que el diferencial de precios de los productos incluidos en el estudio retorne a la mitad del valor inicial después de un choque de precios, es de 3 semanas. La yuca es el producto con mayor persistencia en su diferencial de precios (vida media de 7 semanas), mientras que la papa y el tomate exhiben menor persistencia: les toma poco más de una semana retornar a la mitad de la diferencia de precios previo al choque. En cuanto a las ciudades, Cali es la que presenta mayor persistencia, seguida de Medellín y Bogotá.

Nuestros resultados sugieren una velocidad de ajuste menor a la observada en estudios previos. Iregui y Otero (2017), por ejemplo, encuentran una vida media para alimentos no procesados de 4.3 meses en promedio durante el periodo entre 1999 y 2013. Dos factores pueden explicar esta diferencia. En primer lugar, nuestra muestra contempla un periodo de tiempo más reciente, durante el cual tuvieron lugar mejoras en la conectividad vial y de comunicaciones que facilitan el comercio entre regiones del país. En segundo lugar, nuestra metodología nos permite aislar de la velocidad de ajuste estimada el efecto de los costos de transacción, los cuales llevan a periodos en los que no hay un ajuste sistemático en los diferenciales de precios. De esta manera, nuestro cálculo de velocidad de ajuste promedio corresponde únicamente a los periodos en los que los diferenciales de precios son mayores al umbral. Cuando el diferencial de precios es menor al umbral, la velocidad de ajuste tiende a infinito en línea con una caminata aleatoria.¹²

¹²Van Campenhout (2007), Obstfeld y Taylor (1997) sugieren que ignorar los costos de transacción en el análisis de integración de mercados lleva a la subestimación de la velocidad de ajuste en las series.

Cuadro 4: Vida media (No. de semanas) según ciudad y producto

	Medellín			Bogotá			Cali			Todos	
	obs	media	de.	obs	media	de.	obs	media	de.	media	de.
Arroz	11	3.6	3.4	11	4.1	3.9	6	9.3	5.3	5.0	4.5
Frijol	11	3.0	1.6	7	4.1	2.4	5	13.4	11.9	5.6	6.8
Frijol verde	7	0.5	0.3	6	1.8	0.6	9	1.1	0.4	1.1	0.6
Yuca	19	7.9	3.5	4	3.8	1.8	3	5.3	1.2	6.9	3.5
Papa	42	1.6	0.7	71	1.6	0.6	15	1.6	0.6	1.6	0.6
Cebolla cabezona	19	1.9	0.7	9	2.3	0.9	1	1.3	.	2.0	0.8
Plátano	26	4.1	2.5	36	5.3	2.8	7	6.4	4.9	5.0	3.0
Tomate	14	1.2	0.7	19	1.3	0.4	9	1.5	0.9	1.3	0.6
Total	163	3.0	2.8	167	2.7	2.4	61	4.0	5.4	3.1	3.2

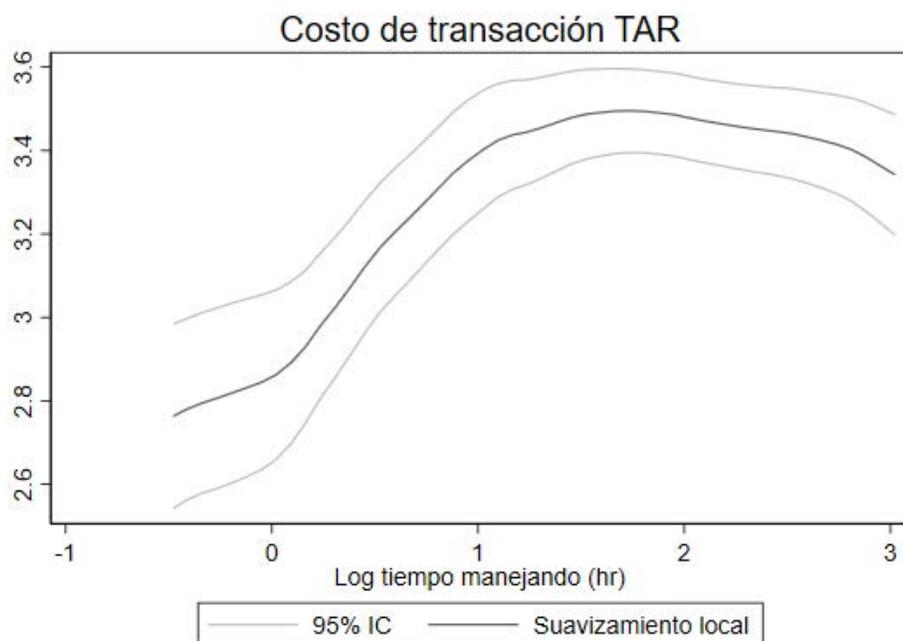
Nota: *Obs.*: número de observaciones por producto. *de.*: desviación estándar. Fuente: cálculos propios con información SIPSA.

4.4 Relación entre los costos de transacción y la distancia

Para relacionar el costo de transacción estimado con la distancia entre los mercados tomamos el conjunto de costos estimados para las tripletas $\{ciudad\ de\ destino, municipio\ de\ origen, producto\}$ y el tiempo manejando entre los mercados de las duplas correspondientes $\{ciudad\ de\ destino, municipio\ de\ origen\}$. La figura 4 muestra que existe una relación positiva entre los costos de transacción estimados con el modelo TAR y la distancia (medida en tiempo manejando) entre las centrales de abasto de las ciudades de destino y los centros mayoristas en los potenciales orígenes.

Adicionalmente, el cuadro 5 explora esta relación con una regresión de Mínimos Cuadrados Ordinarios. La segunda columna muestra los resultados sin controlar por efectos fijos. En la tercera columna se incluyen indicadores de producto y en la cuarta y quinta columna se incluyen efectos fijos de ciudad de destino y municipio de origen. La magnitud del coeficiente de la variable de distancia es robusta a la inclusión de estos efectos fijos, y sugiere que un aumento de 10 por ciento en el tiempo de viaje entre el centro mayorista del potencial origen y la central de abasto de la ciudad consumidora resulta en un incremento de aproximadamente 3 por ciento en el costo de transacción como proporción del precio en la ciudad de origen.

Figura 4: Relación entre el costo de transacción y el tiempo manejando entre mercados



Nota: El eje vertical corresponde al logaritmo del costo de transacción medido como porcentaje del precio en la ciudad de origen. El tiempo manejando corresponde al estimado por Google Maps para el recorrido entre la ciudad de destino y la potencial ciudad o municipio de origen. Ver detalles en el texto. Fuente: cálculos propios.

Cuadro 5: Relación entre el costo de transacción y la distancia

	(1)	(2)	(3)	(4)
Log de duración	0.17*** (0.05)	0.23*** (0.05)	0.24*** (0.05)	0.30*** (0.06)
R cuadrado	0.02	0.47	0.48	0.59
Observaciones	368	368	368	368
E.F. Cultivo		✓	✓	✓
E.F. Consumidor			✓	✓
E.F. Productor				✓

Nota: Datos de los costos de transacción obtenidos del SIPSA y datos de distancia de Google Maps. La variable dependiente es el logaritmo del costo de transacción estimado. Fuente: cálculos propios.

5 Conclusiones

En este trabajo estudiamos los patrones de integración en el mercado de alimentos de origen agrícola en Colombia y estimamos una medida de los costos de transacción implícitos en el intercambio de estos bienes entre las regiones productoras y las ciudades consumidoras. Nos concentramos en los mercados de arroz, cebolla, papa, tomate, frijol, yuca y plátano, y analizamos el grado de integración entre las regiones productoras y los mercados mayoristas de Bogotá, Medellín y Cali. Los resultados indican patrones fuertes de concentración en la producción y abastecimiento de los alimentos estudiados; con vínculos fuertes entre unas pocas regiones productoras y las ciudades de destino. Condicional en los lugares de producción, estos vínculos están también mediados por la distancia entre mercados. Asimismo, encontramos unos costos de transacción que ascienden, en promedio, a 42% del valor del producto. Este costo es relativamente mayor para productos voluminosos como yuca y plátano, y menor para alimentos que se pueden almacenar como el arroz y el frijol seco. Por ciudades consumidoras, el costo de transacción es ligeramente mayor en los mercados de Bogotá.

Por otro lado, se obtuvo amplia evidencia de que los mercados de alimentos de origen agrícola en Colombia están integrados, ya que los diferenciales de precios revierten a cero una vez se excluye el costo de transacción. El modelo econométrico permite modelar la velocidad de convergencia de los precios hacia su media en cada mercado. La medida utilizada se expresa en el número de semanas que el diferencial inicial tarda en reducirse a su mitad, también conocido como la vida media del choque. Este indicador de persistencia es de 3.1 semanas en promedio para todos los mercados y ciudades consumidoras. Se mide menor persistencia en productos más perecederos como el tomate. Por ciudades consumidoras, se observan mayores persistencias en los mercados de Cali debido a los casos puntuales del arroz y el plátano. Finalmente, un ejercicio econométrico nos confirma que el nivel de costos de transacción de cada mercado está asociado positivamente a la distancia entre ciudades productoras y consumidoras, medida en términos de tiempo conduciendo por carreteras. En particular, un aumento de 10% en la duración del viaje aumenta el costo de transacción en 3%.

En conjunto, estos resultados nos sugieren que, aunque los mercados de alimentos agrícolas en Colombia están integrados en las principales ciudades consumidoras y productoras, el costo de transacción es significativo y se podría reducir en la medida que se mejore la infraestructura de transporte terrestre y con mejores condiciones de almacenamiento antes de su comercialización en los principales mercados.

Bibliografía

- Adamopoulos, T. y Restuccia, D. (2014). The size distribution of farms and international productivity differences. *The American Economic Review*, 104(6):pp. 1667–1697.
- Alonso Cifuentes, J. C., y Bonilla López, M. F. (2018). Integración espacial en el mercado de la guayaba pera en el Valle del Cauca. *Cuadernos de Economía*, 37(74):471–494.
- Barrett, C. B. (1996). Market Analysis Methods: Are Our Enriched Toolkits Well Suited to Enlivened Markets? *American Journal of Agricultural Economics*, 78(3):825–829.
- Baquedano, F. y W. Liefert (2014). Market integration and price transmission in consumer markets of developing countries *Food Policy*, 44:103–114.
- Bejarano-Salcedo, V., Caicedo-García, E., Lizarazo-Bonilla, N. F., Julio-Román, J. M., Cárdenas-Cárdenas, J.-A., y Julio-Román, J. M. (2020). Hechos estilizados de la relación entre el niño, la niña y la inflación en Colombia. *Borradores de Economía; No. 1105*.
- Cabrera, F. A. V. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*. Univ. Nacional de Colombia.
- Caselli, F. (2004). Accounting for cross-country income differences. Working Paper 10828, National Bureau of Economic Research.
- DANE (2015). *Metodología General Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario. Componente de Precios Mayoristas – SIPSA P*.
- de Janvry, A., Fafchamps, M., y Sadoulet, E. (1991). Peasant Household Behaviour with Missing Markets: Some Paradoxes Explained. *Economic Journal*, 101(409):1400–1417.
- Enke, S. (1951). Equilibrium among spatially separated markets: Solution by electric analogue. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pp. 40–47.
- Escobal J., (2000). Costos de transacción en la agricultura peruana: una primera aproximación a su medición e impacto. *Documento de Trabajo No. 30, Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE)*, Lima, Perú.
- Fackler, P. L. y Goodwin, B. K. (2001). Chapter 17 spatial price analysis. En *Marketing, Distribution and Consumers*, volumen 1 de *Handbook of Agricultural Economics*, pp. 971 – 1024. Elsevier.
- Goletti, F., Ahmed, R., y Farid, N. (1995). Structural determinants of market integration: The case of rice markets in Bangladesh. *The Developing Economies*, 33(2):196–198.
- Goodwin, B. K. y Grennes, T. J. (1998). Tsarist Russia and the world wheat market. *Explorations in Economic History*, 35(4):405 – 430.

- Goodwin, B. K. y Schroeder, T. C. (1991). Cointegration tests and spatial price linkages in regional cattle markets. *American Journal of Agricultural Economics*, 73(2):452–464.
- Hamann, Franz and Arias-Rodríguez, Fernando and Bejarano, Jesus and Gafaro, Margarita and Mendez-Vizcaino, Juan C and Poveda-Olarte, Andrea Paola and others (2019). Productividad total de los factores y eficiencia en el uso de los recursos productivos en colombia. *Revista ESPE-Ensayos Sobre Política Económica*, (89):1–54.
- Iregui, A. M. y Otero, J. (2011). Testing the law of one price in food markets: evidence for colombia using disaggregated data. *Empirical Economics*, 40(2):269–284.
- Iregui, A. M. y Otero, J. (2013). A spatiotemporal analysis of agricultural prices: An application to colombian data. *Agribusiness*, 29(4):497–508.
- Iregui, A. M. y Otero, J. (2017). Testing for spatial market integration: evidence for colombia using a pairwise approach. *Agricultural Economics*, 48(6):743–753.
- Key, N., Sadoulet, E., y De de Janvry, A. (2000). Transactions costs and agricultural household supply response. *American Journal of Agricultural Economics*, 82(2):245–259.
- MADR (2013). *Ficha Metodológica de Evaluaciones Agropecuarias Municipales*.
- Neira-García, A. M., Martínez-Reina, A. M., y Orduz-Rodríguez, J. O. (2016). Análisis del mercado de piña gold y perolera en dos principales centrales mayoristas de colombia. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(2):149–165.
- Obstfeld, M. y Taylor, A. M. (1997). Nonlinear aspects of goods-market arbitrage and adjustment: Heckscher’s commodity points revisited. *Journal of the Japanese and International Economies*, 11(4):441 – 479.
- Restuccia, D., Yang, D. T., y Zhu, X. (2008). Agriculture and aggregate productivity: A quantitative cross-country analysis. *Journal of Monetary Economics*, 55(2):pp. 234–250.
- Samuelson, P. A. (1952). Spatial price equilibrium and linear programming. *The American economic review*, 42(3):283–303.
- Sekhar, C.S.C., (2012). Agricultural market integration in India: An analysis of select commodities. *Food Policy*, 37(3):309–322.
- Takayama, T. y Judge, G. G. (1964). Equilibrium among spatially separated markets: A reformulation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pp. 510–524.
- Van Campenhout, B. (2007). Modelling trends in food market integration: Method and an application to Tanzanian maize markets. *Food Policy*, 32(1):112–127.

A Variedades por producto incluidas en el SIPSA

La tabla siguiente muestra el listado de variedades que incluye el SIPSA por cada uno de los productos que hacen parte del análisis.

Producto	Variedad	Total
Arroz	de primera, de segunda.	2
Yuca	chirrosa, criolla, ICA, llanera.	4
Plátano	comino, dominico verde, guineo, hartón maduro, hartón verde.	5
Cebolla cabezona	blanca, blanca bogotana, blanca pastusa, roja, roja peruana.	5
Tomate	chonto, chonto antioqueño, chonto regional, chonto valluno, largavida, riñón.	6
Frijol	bolón, calima, cargamanto blanco, cargamanto rojo, nima calima, radical, uribe rosado, verde cargamanto.	8
Papa	betina, capira, criolla limpia, criolla sucia, nevada, parda pastusa, R12 negra, R12 roja, rubí, superior, suprema, única.	12

B Cálculo de distancia y duración en Google Maps

Para este calcular la distancia y duración desde los municipios productores hasta la ciudades de interés se utiliza la herramienta web de Google *Google Maps Distance Matrix API* que permite calcular la distancia y duración para múltiples destinos y medios de transporte según la ruta recomendada por Google Maps. Los parámetros utilizados en la búsqueda fueron:

Origen: coordenada del centroide del municipio según DANE.

Destino: coordenada del centro de abastos principal de la ciudad según *Google Maps*.

Modo: manejando.

Hora de salida: 4 a.m. del 28 de septiembre.

Modelo de tráfico: mejor conjetura.

Clave de API asociada a una cuenta de correo en Gmail.

C Participación de Bogotá, Medellín y Cali en el abastecimiento total registrado por el SIPSA

La tabla siguiente muestra el promedio de la proporción del abastecimiento total anual que registra el SIPSA recibido por la ciudad (Bogotá, Medellín o Cali) durante el periodo 2014-2018.

Producto	Bogotá (%)	Medellín (%)	Cali (%)
Cebolla cabezona	52.4	12.3	10.2
Papa	41.2	13.2	13.8
Tomate	42.2	17.3	9.2
Arroz	24.8	34.5	9.5
Frijol	39.2	33.6	9.5
Frijol verde	45.4	33.9	6.6
Yuca	50.2	11.8	4.3
Plátano	33.3	22.3	8.6

Fuente: cálculos propios a partir del SIPSA.

