

The long-term outlook for rail transport of agricultural products in Mexico

Ignacio Javier Cruz Rodríguez

Abstract

Freight trucking has gained market share in recent years, while rail transportation has declined. However, the goal is to determine the long-term relationship between rail freight transportation of agricultural and forestry products and the national economy. The findings indicate a long-term equilibrium relationship between the two, implying that any short-term deviations are temporary.

Keywords: Cointegration, intermodal competition, agriculture.

El largo plazo en el transporte ferroviario de productos agrícolas en México

Resumen

El transporte carretero de carga ha ganado participación en los últimos años mientras la modalidad ferroviaria ha disminuido. Sin embargo, se busca determinar la relación de largo plazo entre el transporte de carga ferroviario de productos agrícolas y forestales con la economía nacional. Los resultados indican que existe una relación de equilibrio de largo plazo entre ambas, por lo que cualquier desviación de corto plazo que existe entre ellas es transitoria.

Palabras clave: Cointegración, competencia intermodal, agricultura.

Universidad Autónoma de Coahuila, Centro de Socioeconómicas, Unidad Campo Redondo, Edificio "S", Saltillo, Coahuila. México.

*Corresponding author: rodriguez.ignacio@uadec.edu.mx Tel: 5519282051, ORCID ID: 0000-0003-4889-5838

Received: January 31, 2024

Accepted: May 1, 2024

Introduction

The evolution of economic activity depends on the transportation of agricultural products, which may serve as inputs for other sectors of the economy or as finished goods. In the short term, where road transportation has steadily gained market share while rail transportation has declined, examining the long-term horizon becomes essential. If rail transportation of agricultural products exhibits a long-term relationship with economic activity, this could suggest that any short-term deviations between the two are temporary and that both tend to converge, indicating sustained demand for rail transportation services. This would imply that cargo owners or holders who decide which mode to use for transporting their goods prefer rail transportation¹. Conversely, if no long-term relationship exists, it could be concluded that transporting these goods by rail is not closely linked to national economic activity. It should be noted that the existence of companies or individuals who own cargo in need of transport implies that this cargo forms, or once formed, part of a sector's production and must be accounted for.

This study is divided into four parts to examine the long-term relationship between rail-transported agricultural cargo and general economic activity. Following the introduction, the second section reviews the theoretical aspects that support econometric analysis. The third section then applies a cointegration analysis to determine, on the one hand, whether a long-term equilibrium relationship exists between the volume of agricultural and forestry products transported by rail and, on the other hand, national economic activity over the 1970–2020 period. Finally, the conclusions are presented.

Review of theoretical aspects

This section reviews two aspects that underpin the rest of the research: transportation and geography, and the competitive dynamics between transportation modes, referred to as intermodal competition.

Transportation is closely related to geography, as Wilmsmeier (2015, p. 9) notes, because economic activities are not static and evolve; transportation services thus facilitate the progression of these activi-

¹ The agricultural products that define this preference are specified in subsequent paragraphs.

Introducción

La evolución de la actividad económica requiere del transporte de productos agrícolas que pueden ser, tanto insumos para otros sectores de la economía, como productos terminados. En un contexto de corto plazo en el que el transporte automotor (carretero) presenta incrementos constantes en su participación y en el que el transporte ferroviario disminuye dicha participación, se vuelve necesario investigar el horizonte temporal de largo plazo. Si el transporte ferroviario de productos agrícolas presenta una relación de largo plazo con la actividad económica, podría sugerir que las desviaciones que se presentan entre ambos son transitorias y que existe una tendencia de ambas a atraerse asegurando la existencia de demanda de servicios de transporte ferroviario. Esto significaría que la decisión de los dueños o tenedores de la carga, que son quienes deciden qué modalidad utilizar para trasladar sus mercancías, tienen cierta preferencia por la modalidad ferroviaria¹. Mientras que en caso de no tener una relación de largo plazo se podría concluir que el traslado de este tipo de mercancía por ferrocarril no se asocia a la actividad económica nacional. Cabe señalar que la existencia de empresas o personas que son propietarias de una carga que necesita ser transportada, implica que dicha carga forma o formó parte de la producción de algún sector y tuvo que ser contabilizada.

Para conocer cómo es la relación de largo plazo entre la carga de productos agrícolas transportada por ferrocarril y la actividad económica general, este trabajo se divide en cuatro partes. Después de la introducción, en la segunda parte se revisan los aspectos teóricos que fundamentan la aplicación del análisis econométrico, posteriormente, en la tercera sección, se aplica un análisis de cointegración que busca, por un lado, determinar la existencia de la relación de equilibrio de largo plazo entre el quantum de productos agrícolas y forestales transportados por ferrocarril y, por otro, la actividad económica nacional en el periodo 1970–2020. Por último, se presentan las conclusiones.

Revisión de aspectos teóricos

En esta sección se revisan dos aspectos que funcionan como soporte del resto de la investigación que son: primero, el transporte y la geografía; y segundo, la re-

¹ En párrafos posteriores se especifican los productos agrícolas que definen esta preferencia.

ties and help overcome spatial friction (distance and time). Mobility and logistics infrastructure and services are, therefore, integral to economic activity and simultaneously enable economic development. This brings forth an important concept—transportability—which refers to the ease of moving passengers, cargo, or information and is influenced by transportation costs and the characteristics of the items being transported (fragility, perishability, price). When transportability is high, economic activities are less constrained by distance (Wilmsmeier, 2015, p. 11).

According to Flores, Mora & Chica (2020), the use of transportation infrastructure by different modes is a significant factor in shaping territorial configuration. This infrastructure use implies the consumption of spatial variables, such as distance, and, as Cruz (2011) notes, different transportation modes tend not to cover the same distances on average. This results in differentiated infrastructure usage, with rail transport typically covering longer distances, whereas road transport generally covers shorter ones, particularly in Mexico. Moreover, infrastructure location can have varying territorial impacts. Badenas et al. (2021) suggest that placing intermodal terminals, for instance, can affect the performance of entire regions by influencing urban productivity, which could improve with investment in better transportation systems. Intermodal freight transfer stations, often located in urban areas, can especially impact productivity (Alves & López, 2021). On this basis, intermodal competition²—competition between two or more transportation modes³—can be examined. Road freight transport generally has a larger market share than rail, due, among other factors, to its flexibility in route design and its capacity for door-to-door delivery, particularly for small loads and short distances (De Rus, 2003). While rail transport is characterized by its ability to move cargo over medium to long distances at lower unit costs, the goods it carries are often lower-value manufactured products (Chávez-Hernández et al., 2020, p. 72), whereas road transport

lación de competencia entre modalidades de transporte, denominada competencia intermodal.

El transporte tiene una fuerte relación con la geografía pues como menciona Wilmsmeier (2015, p. 9) las actividades económicas no son estáticas y evolucionan en el tiempo, por lo que los servicios de transporte facilitan la evolución de dichas actividades y la superación de la fricción del espacio (distancia y tiempo). De tal forma que las infraestructuras y servicios de movilidad y de logística forman parte integral de la actividad económica y al mismo tiempo son las facilitadoras del desarrollo económico. De esto se desprende un concepto importante que es el de transportabilidad, el cual tiene como significado la facilidad de movimiento de pasajeros, carga o información y se relaciona con los costos de transporte, así como con los atributos de lo que está siendo transportado (fragilidad, carácter perecedero, precio). Cuando la transportabilidad es alta, las actividades económicas están menos limitadas por la distancia (Wilmsmeier, 2015, p. 11).

La utilización de infraestructuras de transporte por parte de las diferentes modalidades es un determinante de la configuración del territorio según Flores, Mora & Chica (2020). Este uso de infraestructura significa consumo de variables espaciales como la distancia que, como lo menciona Cruz (2011), las diferentes modalidades no recorren en promedio las mismas distancias en los viajes que realizan, significando un uso diferenciado de la infraestructura, siendo el transporte por ferrocarril uno de los que recorre mayores distancias, aunque el carretero es de los que recorre menos para el caso de México. Además, la localización de las infraestructuras puede tener impactos diferenciados sobre el territorio, pues como lo sugiere Badenas, et al. (2021), la localización de terminales intermodales, por ejemplo, puede afectar el desempeño de toda una región al dañar la productividad urbana que se puede incentivar si se invierte en mejorar los sistemas de transporte; en particular, las estaciones de transferencia intermodal de carga que suelen localizarse en ambientes urbanos, esto según Alves & López (2021). Sobre esta base se puede presentar la competencia entre diversas modalidades conocida como competencia

² This study should not overlook the possibility that intramodal competition may also exist; however, this falls outside the scope of this research.

³ The literature addressing intermodal competition is more common in the context of passenger transportation, such as Gundelfinger and Coto (2017), Román (2008), and Ivaldi and Vibes (2005).

has a pricing advantage for low-volume loads. The demand for each mode includes a microeconomic component, where each cargo owner or holder must choose a mode for shipping their goods. In this regard, the aggregation of all individual decisions by cargo holders is termed aggregate cargo, representing the demand for various transportation modes. According to De Rus et al. (2003, p. 425), freight transportation service users decide on their modal choice based on the relative importance of transit time to monetary cost. A low relative value indicates that users are relatively indifferent to transit time and more focused on freight costs, which makes rail a preferred choice. In contrast, users with a high transit time value are less indifferent to transit time and place less emphasis on freight costs, which makes road transport more attractive. This relationship determines the modal split⁴. Pittman (1990) also notes that other variables influence cargo owners' decisions, such as availability, prices, cargo characteristics (volume, hazard level), perishability, security, theft, and blockages. Recent studies indicate that when modes compete, modal choices are more sensitive to transportation costs, with shifts responding more to road costs than to rail costs (Kurtuslus & Cetin, 2020). Literature specifically examining intermodal competition for agricultural products often highlights that it tends to disadvantage rail in favor of road transport (MacDonald, 1987, p. 162).

A high degree of competition between these modes implies that both offer similar schedules and services (same origin-destination routes), which requires the necessary infrastructure to already exist and be available. The flow of goods between these origins and destinations must be well-defined, as, unlike road infrastructure, rail infrastructure cannot accommodate various destinations and schedules. In general, railway origin-destination routes are determined by the demand generated by each mode, with the presence of terminals or rail ports influencing economic activity and shaping the territory in which they are located.

⁴ One should consider multimodal transportation, where two or more modes work together to transport cargo, meaning they are complementary rather than competitive. For instance, when cargo needs to be transported from the production site to the rail port or station, road transportation is used, as well as when the cargo has reached its destination and needs to be taken to a location at a certain distance from the rail port. In this regard, improving multimodal transportation is considered a key factor that promotes economic growth (Nitsche, 2021).

intermodal² que es aquella que se lleva a cabo entre dos o más modalidades de transporte³. El transporte de carga por carretera suele tener una mayor participación que el ferrocarrilero, debido entre otros factores a la mayor flexibilidad que tiene para el diseño de rutas y para facilitar la entrega de mercancía en servicios puerta-puerta, en particular para cargas pequeñas y distancias cortas (De Rus, 2003). Pese a que el ferrocarril se caracteriza por desplazar carga a medianas o grandes distancias con costos unitarios más bajos, su mercancía suele tener productos manufacturados de bajo valor (Chávez-Hernández, et al., 2020, p. 72), al tiempo que el carretero presenta ventaja en precios para cargas de bajo volumen. La demanda que cada modalidad tiene, por parte de los usuarios, un componente microeconómico en el que cada dueño o tenedor de la carga debe decidir la modalidad que utilizará para enviar su producto. En este sentido, es necesario anotar que la agregación de todas las decisiones que toman los tenedores será denotada como carga agregada que puede ser interpretada como la demanda del servicio de las diferentes modalidades de transporte. De acuerdo con De Rus et al. (2003, p. 425), los usuarios de servicios de transporte de carga que suelen utilizar alguna modalidad para enviarla toman la decisión de qué modalidad usar con base en la importancia que tiene para cada uno de ellos, el tiempo de traslado en términos relativos al costo monetario. Un valor bajo significa que son relativamente indiferentes al tiempo de traslado y prestarán más atención al costo del flete, por lo que estos usuarios tenderán a utilizar ferrocarril a pesar de que los usuarios que deciden utilizar carretero tendrán un valor más alto de la relación mencionada, indicando que no son indiferentes al tiempo de traslado y prestan menos atención al costo del flete. Esta relación determina el reparto modal de ambas modalidades⁴. Por su parte, Pittman (1990)

² No se debe perder de vista que también puede existir competencia intramodal, pero esta escapa al ámbito de esta investigación.

³ A nivel transporte de personas es más común encontrar literatura que aborde la competencia intermodal, por ejemplo, Gundelfinger & Coto (2017), Román (2008) o Ivaldi & Vibes (2005).

⁴ No se debe perder de vista que existe el transporte multimodal que es una situación en la que dos o más modalidades operan conjuntamente para transportar la carga, es decir, son complementarias y no compiten. Por ejemplo, en los momentos en los que la carga necesita ser trasladada desde el lugar de producción hasta el ferropuerto o estación, se utiliza el transporte carretero (automotor) y también cuando la carga ha llegado a su destino y necesita ser llevada a alguna parte a cierta distancia del ferropuerto. En este sentido, eficientar al transporte multimodal es visto como una variable clave que incentiva el crecimiento económico (Nitsche, 2021).

The empirical evidence on competition in Mexico, as reported by the Federal Economic Competition Commission⁵ (2021, p. 5), indicates that competition between rail and road transportation may exist on specific routes and for certain products, such as minerals and agricultural goods. The study estimated that 39 % of rail routes within the country are also served by other transportation modes, prompting COFECE to advocate for increased intramodal competition. This suggests that as the economy develops, agricultural production could increasingly shift to road transport rather than rail transport. In the long term, this shift may lead to a steady decline—or even the disappearance—of demand for rail transport services for these products. Additionally, the Mexican Institute of Transportation (2013, p. 48) calculated, using 2010 data, that reducing road congestion by shifting cargo to rail is feasible for agricultural products used as raw materials and transported over distances exceeding 800 km.

Data and econometric analysis

Freight rail transport in Mexico has a smaller market share than other modes, such as road transport. The increasing percentage share of road transport may indicate a substitution effect from rail or other modes, potentially leading to a decline in their economic activity. As shown in Figure 1, the market share of rail and maritime transport (grouped as “other modes”) in the total national freight market decreased from 2010 to 2020, while road transport increased. Over this period, the share of road transport rose from 79.3 % to 85.4 % of total domestic freight⁶, whereas rail transport fell slightly from 7.1 % to 7.0 %. Additionally, COFECE (2021, p. 22) reports that rail lost share in some supply chains between 2007 and 2016.

However, when this behavior is disaggregated into agricultural products measured in tons and ton-kilometers, an upward trend in the total transported freight is observed. A closer examination, however, reveals periods in which both variables (tons and ton-kilometers) decrease, such as from 1986 to 1991, with less pronounced declines from 2001 to 2005 and 2010 to 2014 (Figure 2).

⁵ COFECE, by its acronym in Spanish.

⁶ Domestic freight is understood to have its origin and destination in the national territory.

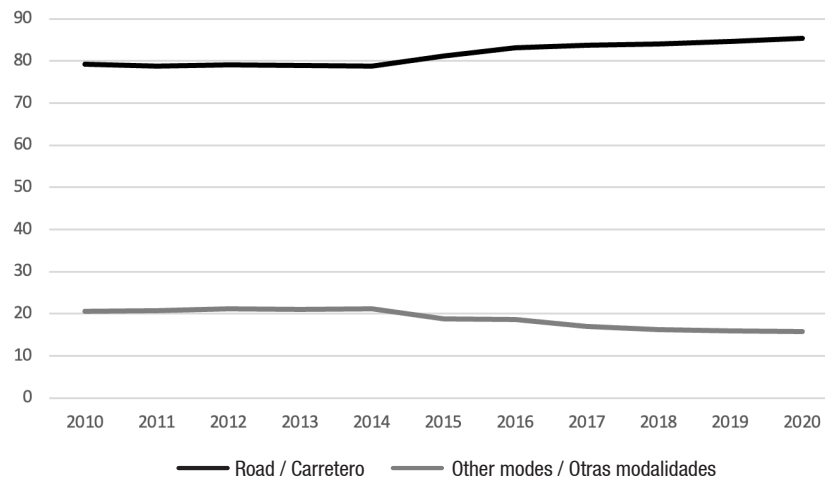
indica que existen muchas otras variables que influyen en la decisión de los tenedores de la carga como la disponibilidad, los precios, las características propias de la mercancía (Volumen, peligrosidad) o si es un producto perecedero, seguridad, robos y bloqueos. Estudios recientes indican que una vez que ambas modalidades están compitiendo, la decisión modal por parte de los tenedores de carga es más sensible al costo de transporte y que el cambio modal reacciona más al costo por carretera que al ferroviario (Kurtulus & Cetin, 2020). La literatura que ha abordado específicamente este tipo de competencia en productos agrícolas suele subrayar que la competencia intermodal suele afectar más al transporte ferroviario en favor del carretero (MacDonald, 1987, p. 162).

Un alto grado de competencia entre estas modalidades implica que ambas tienen horarios y servicios similares (mismos origen-destino) lo cual significa que la infraestructura que usarán debe existir y estar disponible. Los flujos de mercancía que se trasladan entre esos orígenes y destinos deben estar bien definidos, pues la infraestructura ferroviaria no puede, a diferencia de la carretera, dirigirse a una gran cantidad de destinos y horarios. En general, los orígenes-destino para rutas ferroviarias están determinadas por la demanda que cada modalidad tenga en donde la existencia de terminales o ferro puertos condiciona su actividad económica al tiempo que configura al territorio donde se localiza.

La evidencia empírica para México respecto del grado de competencia, según indica la Comisión Federal de Competencia Económica⁵ (2021, p. 5), es que la competencia entre el ferrocarril y el transporte carretero podría existir en algunas rutas y para algunos productos entre los que se encuentran minerales y productos agrícolas. En dicho estudio se estimó que 39 % de las rutas ferroviarias al interior del país son cubiertas también por otras modalidades de transporte por lo que COFECE aboga por incrementar la competencia intramodal. Es decir, existen posibilidades de que al tiempo que la economía se desarrolla, la producción agrícola sea trasladada cada vez más por carretera que por vías férreas. Lo que podría implicar en el largo plazo una constante disminución e incluso la desaparición de la demanda de servicios de transpor-

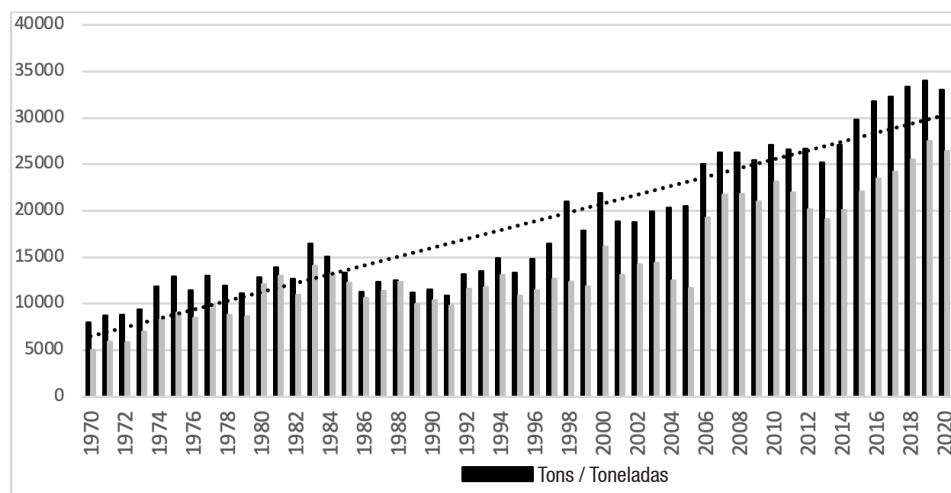
⁵ COFECE.

Figura 1. Porcentaje del total de carga intermodal 2010-2020
Figure 1. Percentage of total intermodal freight, 2010-2020



Source: Prepared by the author using data from the SCT-Railway Statistical Yearbook (2019).
Fuente: Elaboración propia con datos de SCTt. Anuario Estadístico Ferroviario (2019).

Figura 2. Comportamiento de las toneladas transportadas por ferrocarril de productos agrícolas 1970-2020.
Figure 2. The behavior of tons of agricultural products transported by rail, 1970-2020.



Source: Prepared by the author using data from the SCT-Railway Statistical Yearbook (2019).
Fuente: Elaboración propia con datos de SCT- Anuario Estadístico Ferroviario (2019).

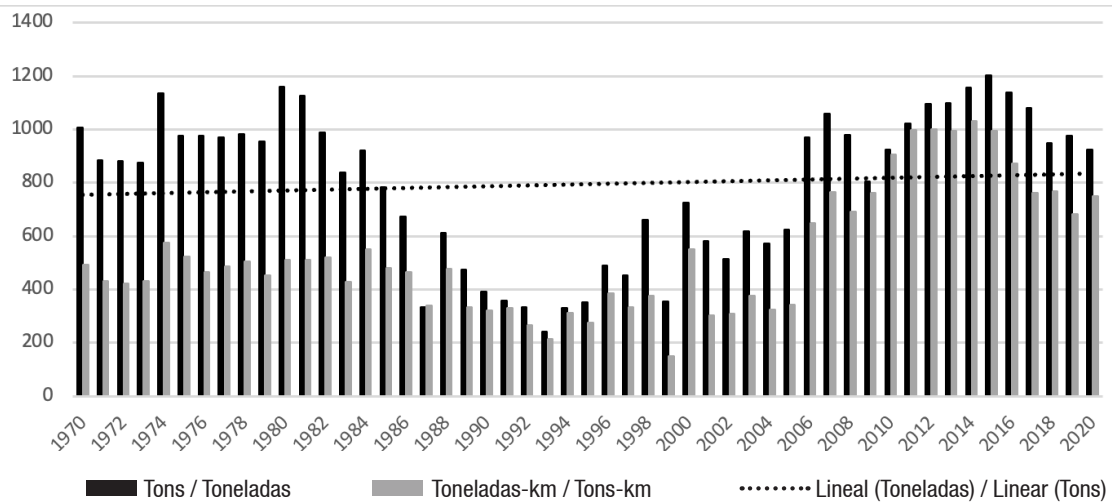
Similarly, Figure 3 shows the behavior of tons and ton-kilometers for forestry products, which do not follow the same pattern as agricultural products.

Finally, a map is presented (Figure 4) showing the value of agricultural production by federal entity, adjusted to 2013 prices and divided into quartiles. Darker quartiles indicate higher production values,

ferroviario de este tipo de productos. Por su parte, el Instituto Mexicano del Transporte (2013 p. 48) calculó, con datos para el 2010, que descongestionar las carreteras y trasladar la carga que se lleva por esa vía al ferrocarril es factible en productos agrícolas que sean utilizados como materia prima y que se transporte a distancia, superiores a 800 kilómetros.

Figure 3. The behavior of tons of forestry products transported by rail, 1970–2020.

Figura 3. Comportamiento de las toneladas transportadas por ferrocarril de productos forestales 1970-2020.

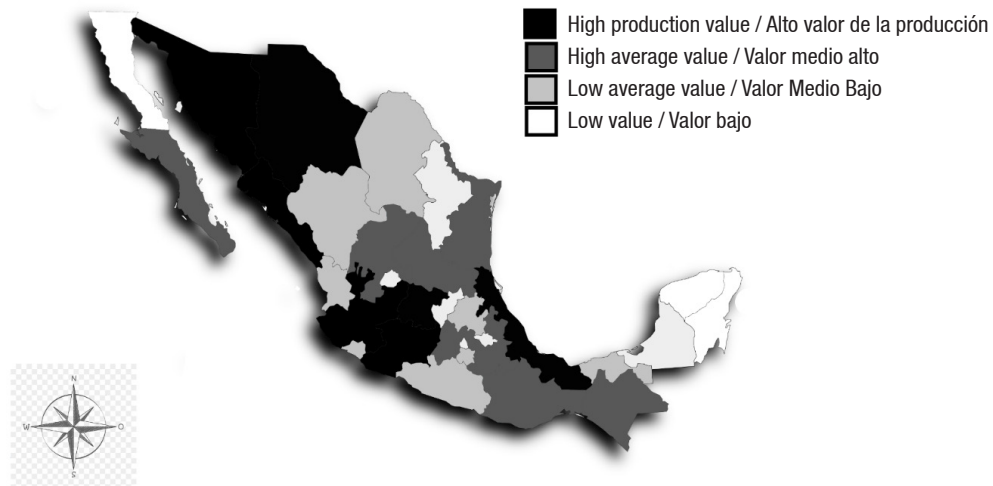


Source: Prepared by the author using data from the SCT-Railway Statistical Yearbook (2019).

Fuente: Elaboración propia con datos de SCT- Anuario Estadístico Ferroviario (2019).

Figura 4. Valor de la producción del sector agrícola en entidades federativas.

Figure 4. Agricultural sector production value by federal entities.



Source: Prepared by the author using data from the National Service of Agrifood Health, Safety, and Quality.

Fuente: Elaboración propia con datos de Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.

while lighter quartiles represent lower ones. Regions with higher production levels are likely to demand more rail transport services.

This section presents a cointegration econometric analysis highlighting the long-term relationship between rail transport of agricultural products and national economic activity. The rationale is as fol-

Datos y análisis econométrico

El transporte ferroviario de carga en México tiene una participación pequeña de mercado respecto de otras modalidades como el transporte terrestre carretero. La creciente participación porcentual de este último puede indicar una sustitución de la demanda ferrocarrilera o de otras modalidades que podría im-

lows: the existence of a stable long-term relationship between these variables—that is, the presence of cointegration—would indicate a value toward which they converge over time, suggesting that short-term fluctuations are temporary. This implies that, within this timeframe, the demand from agricultural and forestry product holders for rail transport to move goods is associated with national economic activity.

The national economy has been chosen as the reference for two reasons. First, the demand for agricultural products spans the entire country for food consumption and production inputs. Second, agricultural production occurs nationwide, although some regions produce more than others. Thus, demand and supply are present throughout the country as these products contribute to the production and accounting of the entire economy.

The cointegration analysis between two variables has been interpreted as convergence by Brugger & Ortiz (2012) and as stability between variables by Reyes et al. (2010). Studies applying cointegration analysis to transportation generally use aggregated variables. For example, Ramírez et al. (2021) examine the relationship between investment in transport infrastructure and economic growth in Colombia, while Bai & Wu (2022) study the relationship between passenger air transport and economic activity in China. These studies aim to determine the existence of a long-term relationship.

The analysis begins by verifying whether the series are stationary to ensure robust conclusions and avoid spurious relationships. The initial step is to determine the integration order of the variables. Once stationarity is confirmed, the series should be checked for the same integration order. Different unit roots would suggest the absence of cointegration, whereas the same unit root would allow for proceeding to the next step: the cointegration test. Cointegration would indicate a long-term equilibrium relationship, with potential imbalances manifesting only in the short term. This assertion includes certain initial assumptions or conditions that should be noted.

The initial conditions must remain consistent over time. First, cargo holders should maintain a preference for rail transport, as this preference drives de-

plicar una disminución de su actividad económica, pues como se aprecia en la Figura 1 las participaciones de mercado del total de la carga nacional de las modalidades ferroviaria y marítima (agregadas como otras modalidades) disminuyen mientras la carretera aumenta en el periodo 2010-2020. La modalidad carretera pasa de 79.3 % del total de carga doméstica⁶ a 85.4 % en dicho periodo, al tiempo que la ferroviaria pasa de 7.1 a 7.0 %. Aunado a esto, COFECE (2021, p. 22), indica que el ferrocarril perdió participación en algunas cadenas logísticas entre 2007 y 2016.

No obstante, cuando se desagrega dicho comportamiento en productos agrícolas medidos a través de toneladas y toneladas-kilómetro, en general se aprecia una tendencia creciente en el total de carga transportada. Pero si se observa con cuidado, se advierte que hay periodos en los que disminuyen ambas variables (toneladas y toneladas-kilómetro) como pueden ser los años 1986-1991 en tanto que el segundo, aunque menos pronunciado, sería entre el 2001-2005, 2010-2014 (Figura 2).

Asimismo, en la Figura 3 se puede observar el comportamiento de las toneladas y las toneladas-kilómetro para los productos forestales que claramente no tienen el mismo comportamiento que los agrícolas.

Por último, se presenta un mapa (Figura 4) en el que se observa el valor de la producción agrícola a nivel entidad federativa a precios de 2013 en cuartiles; en donde los cuartiles más oscuros indican mayor valor de la producción y los más claros menor valor. Los mayores niveles de producción podrían ser quienes demanden en mayor medida servicios de transporte ferroviario.

En esta sección se busca realizar un análisis econométrico de cointegración que realce la relación a largo plazo entre el transporte ferroviario de productos agrícolas y la actividad económica nacional. El razonamiento es el siguiente: la existencia de una relación estable de largo plazo entre las variables mencionadas; es decir, la existencia de cointegración, indicaría la presencia de un valor al cual convergen con el paso del tiempo y por la que las fluctuaciones de corto plazo entre ellas serían transitorias, implicando que la demanda que realizan los tenedo-

⁶ Se entiende por carga doméstica aquella que tiene tanto su origen como su destino en el territorio nacional.

mand for this mode, which, when measured, appears as a percentage relative to demand for other modes, such as road transport. The following assumption is that the rail transport mode sustains economic activity over time without technological changes that might alter how companies in the sector provide services. Another crucial assumption is that the measurement of economic activity remains constant over time, meaning that Gross Domestic Product (GDP) should always be quantified in the same way. Similarly, the SCT should consistently record and publish data on the loaded tons and kilometers traveled.

According to Brugger and Ortiz (2012, p. 69), cointegration indicates that if a vector $(1-\beta)^T$ exists for two variables, allowing a linear relationship to be established such that $X_t - \alpha - \beta Y_t = Z_t$ is of order $I(0)$, then the two variables are cointegrated in order $(1,1)$. Here, " β " is a cointegration parameter, and Z represents the equilibrium error, which measures the magnitude of short-term deviation from the long-term equilibrium value.

The variables selected for analysis include total tons transported by rail (in thousands) and ton-kilometers for agricultural and forestry products, as well as GDP in natural logarithms. Forestry products are included to allow for comparison with agricultural products, as they are more similar to agricultural goods than to industrial or animal products. The main agricultural products transported are rice, sugarcane, fodder, beans, soybeans, corn, sorghum, oilseeds, and wheat, while primary forestry products include pulpwood, wood chips, pallets, and wooden posts.

The data were obtained from the Ministry of Communications and Transportation (SCT, by its acronym in Spanish), specifically from the Railway Statistical Yearbook, covering 1970–2020⁷ on an annual basis, yielding 51 observations. Gross domestic product (GDP) data, adjusted to 2013 prices, were sourced from the National Institute of Statistics, Geography, and Informatics⁸ (INEGI).

The results of the unit root test are shown in Table 1, which includes the augmented Dickey-Fuller and Phillips-Perron tests. It is concluded that rail transport of agricultural and forestry products, as well

res de productos agrícolas y forestales de transporte ferroviario para trasladar sus productos está asociada, en este horizonte temporal, a la actividad económica nacional.

Se ha tomado a la economía nacional por dos razones: en primera porque la demanda que se hace de productos agrícolas cubre todo el territorio nacional ya sea para alimentación o en forma de insumos para producción y, segunda, porque la producción de productos agrícolas también cubre todo el país, aunque se reconoce que hay zonas con mayor producción que otras. Esto es, tanto la demanda como la oferta se encuentra localizada en todo el territorio nacional, ya que estos productos forman parte de la producción y contabilización de toda la economía.

El análisis de cointegración entre dos variables ha sido interpretado como convergencia entre ellas por Brugger & Ortiz (2012) y como estabilidad entre variables por Reyes, et al. (2010). La literatura que aplica análisis de cointegración al transporte suele tomar variables agregadas, tal es el caso de Ramírez et al. (2021), quienes analizan la relación entre la inversión en infraestructuras de transporte y el crecimiento económico en Colombia. Por su parte, Bai & Wu (2022) estudian la relación entre transporte aéreo de pasajeros y la actividad económica en China. Los estudios mencionados buscan determinar la existencia de una relación a largo plazo.

El inicio del análisis requiere precisar si las series son estacionarias, lo que permitirá tener conclusiones robustas alejándose de relaciones espurias. El primer paso es determinar el orden de integración de las variables, una vez que se establece la estacionariedad de ellas se procede a comprobar que las series tengan el mismo orden de integración. Si tienen diferentes raíces unitarias indicaría ausencia de cointegración y, al contrario, de tener la misma raíz se podrá llevar a cabo el siguiente paso que es, realizar la prueba de cointegración. La existencia de cointegración indicaría la presencia de una relación de equilibrio de largo plazo, con lo que el posible desequilibrio se presentaría solo en el corto plazo. Esta afirmación tiene algunos supuestos o condiciones iniciales que se considera importante anotar.

A través del tiempo se requiere que dichas condiciones iniciales prevalezcan, estas condiciones serían, en primer lugar, la preferencia de los tenedores

⁷ The values for 2019 and 2020 are estimated by the Mexican Institute of Transportation (IMT, by its acronym in Spanish)

⁸ INEGI, by its acronym in Spanish

Table 1. Unit root test results.
Cuadro 1. Resultados prueba de raíz unitaria.

Variable	ADF			PP		
	A	B	C	A	B	C
LnTnAgro	-1.1307	-2.9704	1.8198	-0.984	-2.8796	2.7418
Δ LnTnAgro	-8.962*	-8.867*	-8.342*	-9.188*	-9.081*	-8.335*
LnTnKmAgro	-1.8557	-3.596*	-1.5958	-1.7911	-3.522*	2.1054
Δ LnTnKmAgro	-8.447*	-8.375*	-8.05*	-8.839*	-8.759*	-8.05*
LnTnFor	-1.3029	-1.3472	-0.062	-1.8225	-1.8424	-0.1654
Δ LnTnFor	-10.89*	-10.87*	-11.01*	-10.89*	-10.88*	-11.01*
LnTnKmFor	-1.2266	-1.6298	0.3237	-2.1844	-2.7648	0.2578
Δ LnTnKmFor	-12.76*	-12.66*	-12.87*	-13.69*	-13.63*	-13.76*
LnPIB	-3.432*	-1.868	5.1627	-3.232*	-1.936	4.1129
Δ LnPIB	-4.307*	-5.101*	-3.311*	-4.293*	-5.127*	-3.122*

Source: Author’s elaboration based on data from SCT and INEGI. Values marked with * indicate rejection of the null hypothesis at the 5 % significance level. The null hypothesis posits that the variable has a unit root, while the alternative indicates stationarity. Model “A” includes a constant term in the equation, Model “B” includes both a constant and a trend, and Model “C” includes neither a constant nor a trend.

Fuente: Elaboración propia con datos de SCT e INEGI. Los datos señalados con * indican rechazo de la hipótesis nula al 5 % de significancia. La hipótesis nula es la variable, cuenta con raíz unitaria mientras la alternativa indica que son estacionarias. El modelo “A” indica que se incluye en la ecuación el término constante. “B” incluye constante y tendencia y “C” no incluye ni constante ni tendencia.

as national GDP, are non-stationary; in other words, they are I(1). These results permitted the application of the cointegration test.

There are two possible tests associated with Johansen’s procedure: the Trace test and the Maximum Eigenvalue test. The Trace test is a joint test where the null hypothesis evaluates whether the number of cointegration vectors is less than or equal to the number of cointegrating relationships, while the alternative hypothesis assesses if there are more cointegration vectors than cointegrating relationships.

Before conducting the cointegration test, the optimal lag order was evaluated using a vector autoregressive (VAR) model. The Akaike and Schwarz criteria indicated that the optimal number of lags was one.

The following two tests are included: the trace test and the maximum eigenvalue test. According to Brugger and Ortiz (2012, p. 70), the trace test is a joint test where the null hypothesis states that the number of cointegrating vectors is less than or equal to r , while the alternative hypothesis posits that there are more cointegrating vectors than r . In contrast, the maximum eigenvalue test performs separate tests for each eigenvalue. The null hypothesis states that

de la carga por utilizar el transporte ferroviario que debe mantenerse en el tiempo. Esta preferencia es la que genera la demanda de esta modalidad que, al contabilizarse, aparece como un porcentaje respecto de la demanda de otras modalidades como el carretero. El siguiente supuesto es que la modalidad ferrocarrilera mantiene su actividad económica en el tiempo sin cambios de tecnología que pudieran modificar la manera en la que las empresas que componen al sector cambien la forma en la que ofertan sus servicios. Otro supuesto importante es que la contabilización de la actividad económica no cambiaría en el tiempo pues el Producto Interno Bruto (PIB) debe mantener siempre la misma forma en la que se cuantifica, así como tampoco debería cambiar la manera en la que la SCT registra y publica los datos de toneladas cargadas y kilómetros recorridos.

De acuerdo con Brugger & Ortiz (2012, p. 69), la cointegración indica que si para dos variables existe un vector $(1-\beta)^T$ que hace posible establecer una relación lineal entre las dos, $X_t - \alpha - \beta Y_t = Z_t$, sea del orden I(0), entonces las dos variables están cointegradas en el orden (1,1). En donde “ β ” es un parámetro de cointegración y Z es el error de equilibrio que mide

there are r cointegrating vectors, and the alternative hypothesis indicates that there are $r + 1$ cointegrating vectors.

Table 2 presents the results of the cointegration test. According to the trace test, the null hypothesis of no cointegrating vectors is rejected, as its associated statistic surpasses the critical values at the 5 % significance level, indicating the presence of no more than one cointegrating vector. Similarly, the maximum eigenvalue test produces comparable results, with its statistic exceeding the 5 % critical value, confirming no more than one cointegrating vector. Consequently, it is concluded that freight transported by rail for agricultural and forestry products, along with the national GDP, sustain a long-term equilibrium relationship.

Once the cointegration result is obtained, the analysis proceeds with the error correction mechanism (ECM). This type of analysis is used because, even if two variables share a long-term equilibrium relationship, short-term deviations may occur between them. The method for measuring the extent of the imbalance involves applying the error correction mechanism (ECM) proposed by Engle and Granger (1987), which indicates the magnitude of the short-term adjustment.

The equation underlying an ECM, according to Hakim and Merket (2016), with the variables Ton and GDP , can be expressed as:

$$\Delta \ln Ton_t = \alpha_t + \beta_t ETC_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \gamma_i \Delta \ln Ton_{t-i} + \sum_{i=1}^{\rho} \delta_i \Delta \ln PIB_{t-1} + \epsilon_t$$

Where:

Δ indicates the first differences in variables Ton and GDP over the periods $t = 1, 2, \dots, T$, ϵ_t denotes the error term,

ρ indicates the lag magnitude, and

ETC_{t-1} is the error correction term that reflects the magnitude of the adjustment.

Table 3 presents the ECM estimation results. The estimation identifies the magnitude of short-term disequilibrium. The reported coefficient measures the speed at which the system returns to the cointe-

la magnitud de la desviación de corto plazo respecto del valor de equilibrio de largo plazo.

Las variables que se tomarán para el análisis son, por un lado, el total de toneladas transportadas por ferrocarril (en miles) y las toneladas-kilómetro tanto de productos agrícolas como forestales, así como el PIB en logaritmos naturales. Los productos forestales son incluidos para tener un comparativo con los agrícolas. Este comparativo se lleva a cabo pues se considera que los productos forestales son más parecidos a los agrícolas que otros como los industriales o los animales. Cabe mencionar que entre los principales productos agrícolas transportados están: Arroz, caña de azúcar, forrajes, frijol, frijol-soya, maíz, semilla de sorgo, semillas oleaginosas y trigo; en tanto que los principales productos forestales son: Madera para pulpa, astillas de madera, tarimas y postes de madera.

Los datos se obtuvieron de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), particularmente del Anuario Estadístico Ferroviario con periodicidad anual entre los años 1970-2020⁷, es decir, se tuvo un total de 51 observaciones a la vez que el Producto Interno Bruto (PIB) se tomó del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática⁸ a precios del 2013.

Los resultados para la prueba de raíz unitaria se pueden apreciar en el Cuadro 1, se incluyen Dickey-Fuller aumentada y Phillips-Perron. Se concluye que el transporte por ferrocarril de productos agrícolas y forestales, así como el Producto Interno Bruto Nacional son no estacionarios; en otras palabras, son $I(1)$. Estos resultados permitieron pasar a la aplicación de la prueba de cointegración.

Existen dos posibles pruebas asociadas al procedimiento de Johansen que son: la Traza y el máximo eigenvalor. La primera es una prueba conjunta en la que su hipótesis nula busca determinar que el número de vectores de cointegración es menor o igual al número de relaciones cointegrantes mientras que la alternativa valora si hay más vectores de cointegración que el número de relaciones cointegrantes.

Cabe mencionar que previamente a la prueba de cointegración se evaluaron, mediante un modelo de vectores autorregresivos (VAR), el orden óptimo de rezagos. Para ello, se tomó el criterio Akaike y

⁷ Los valores para 2019 y 2020 son estimados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT)

⁸ INEGI

Table 2. Cointegration test results.**Cuadro 2. Resultados de la prueba de cointegración.**

GDP and tons of agricultural products / PIB y toneladas de productos agrícolas				
Hypothesis / Hipótesis	Eigenvalue / Eigenvalor	Statistic trace / Estadístico traza	Critical value / Valor crítico	Probability / Probabilidad
None* / Ninguno*	0.4511	39.8371	15.4947	0.0000
At most 1* / No más de 1*	0.2055	11.042	3.8414	0.0009
GDP and tons of agricultural products / PIB y toneladas de productos agrícolas				
Hypothesis / Hipótesis	Eigenvalue / Eigenvalor	Maximum eigenvalue / Máximo eigenvalor	Critical value / Valor crítico	Probability / Probabilidad
None* / Ninguno*	0.4511	28.7951	14.2646	0.0001
At most 1* / No más de 1*	0.2055	11.042	3.8414	0.0009
GDP and ton-kilometers of agricultural products / PIB y toneladas-kilómetro de productos agrícolas				
Hypothesis / Hipótesis	Eigenvalue / Eigenvalor	Statistic trace / Estadístico traza	Critical value / Valor crítico	Probability / Probabilidad
None* / Ninguno*	0.3281	23.5821	15.4947	0.0024
At most 1* / No más de 1*	0.1086	5.2886	3.8414	0.0215
GDP and ton-kilometers of agricultural products / PIB y toneladas-kilómetro de productos agrícolas				
Hypothesis / Hipótesis	Eigenvalue / Eigenvalor	Maximum eigenvalue / Máximo eigenvalor	Critical value / Valor crítico	Probability / Probabilidad
None* / Ninguno*	0.3281	18.2934	14.2646	0.0109
At most 1* / No más de 1*	0.1086	5.2886	3.8414	0.0215
GDP and tons of agricultural products / PIB y toneladas de productos forestales				
Hypothesis / Hipótesis	Eigenvalue / Eigenvalor	Statistic trace / Estadístico traza	Critical value / Valor crítico	Probability / Probabilidad
None* / Ninguno*	0.4279	37.8748	15.4947	0.0000
At most 1* / No más de 1*	0.2058	11.0622	3.8414	0.0009
GDP and tons of forestry products / PIB y toneladas de productos forestales				
Hypothesis / Hipótesis	Eigenvalue / Eigenvalor	Maximum eigenvalue / Máximo eigenvalor	Critical value / Valor crítico	Probability / Probabilidad
None* / Ninguno*	0.4279	26.8126	14.2646	0.0003
At most 1* / No más de 1*	0.2058	11.0622	3.8414	0.0009
GDP and tons of forestry products / PIB y toneladas-kilómetro de productos forestales				
Hypothesis / Hipótesis	Eigenvalue / Eigenvalor	Statistic trace / Estadístico traza	Critical value / Valor crítico	Probability / Probabilidad
None* / Ninguno*	0.5289	46.4735	15.4947	0.0000
At most 1* / No más de 1*	0.1937	10.336	3.8414	0.0013
GDP and ton-kilometers of forestry products / PIB y toneladas-kilómetro de productos forestales				
Hypothesis / Hipótesis	Eigenvalue / Eigenvalor	Maximum eigenvalue / Máximo eigenvalor	Critical value / Valor crítico	Probability / Probabilidad
None* / Ninguno*	0.5289	36.1375	14.2646	0.0000
At most 1* / No más de 1*	0.1937	10.336	3.8414	0.0013

Source: Author's elaboration based on data from INEGI and SCT for various years

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI e SCT varios años

Table 3. Error correction model estimation results.
Cuadro 3. Resultados estimación modelo de corrección de errores.

	Productos Agrícolas / Agricultural Products		Productos Forestales / Forestry Products	
	km	t-km	km	t-km
ECM Coefficient / Coeficiente MCE	-0.521	-0.493	-0.267	-0.22
Standard Error / Error estándar	0.07	0.132	0.02	0.08
R-squared / R cuadrada	0.695	0.63	0.492	0.475
Durbin-Watson	1.97	2.11	1.78	1.84

Source: Author's elaboration

Fuente: Elaboración propia

grating trend, as reflected by coefficient β_t in Equation 1. This coefficient must be negative, statistically significant, and between zero and one. As shown in the table, all four models meet these criteria.

A comparison of the coefficients shows that agricultural products have greater magnitudes than forestry products. The estimated values suggest an adjustment of approximately 50 % from one period to the next for agricultural products, while those for forestry products range between 26 % and 22 %. The higher values for agricultural products may stem from the inclusion of daily consumer goods, such as food, which generates a consistent daily demand across the national territory and, consequently, a steady demand for rail transport—a scenario that may not apply to forestry products.

These results suggest that under initial or base-line conditions, which remain largely unchanged over time, the demand for rail transport services for agricultural and forestry products is connected to national economic activity in the long term. This implies that the aggregate decisions made by freight holders of these products, materializing demand for rail transport services in tons and ton-kilometers, are unlikely to trend toward disappearance. In short, long-term economic growth is associated with increased demand for rail transport services for agricultural and forestry products.

The study recommends that, given the existence of a long-term relationship, steps should be taken to strengthen it to promote greater intermodal competition—for example, by implementing programs that encourage rail transport. Furthermore, considering

Schwartz que coincidieron en denotar que la cantidad óptima fue de un rezago.

Se incluyen dos pruebas, la traza y el máximo eigenvalor. De acuerdo con Brugger & Ortiz (2012, p. 70), la prueba de la traza es una prueba conjunta en la que la hipótesis nula indica que el número de vectores cointegrantes es menor o igual a r , en cambio, que la hipótesis alternativa indica que hay más vectores cointegrantes que r . La prueba del máximo eigenvalor realiza pruebas separadas para cada valor eigen. La hipótesis nula señala que existen r vectores cointegrantes, en tanto que la hipótesis alternativa indica que hay $r + 1$ vectores cointegrantes.

En el Cuadro 2 se reportan los resultados de la prueba de cointegración. De acuerdo con la prueba de la traza, se rechaza la hipótesis nula de no existencia de vectores de cointegración, en tanto que, su estadístico asociado es superior a los valores críticos al 5 % de significancia, indicando que no hay más de un vector de cointegración. Por otra parte, la prueba del máximo eigenvalor arroja resultados muy parecidos pues dicho estadístico es superior al valor del 5 % en su nivel de significancia confirmando que no existe más de un vector cointegrante. Por lo que se concluye, la carga transportada por ferrocarril de productos agrícolas y forestales, que junto el PIB nacional sostienen una relación de equilibrio de largo plazo.

Una vez obtenido el resultado de cointegración se continúa con el análisis del mecanismo de corrección de error (MCE). Este tipo de análisis se aplica, aunque dos variables tengan una relación de equilibrio de largo plazo puede suceder que existan desviaciones en el corto plazo entre ellas. La forma de

road insecurity, rail transport offers a safer alternative for freight movement.

The main limitations of this research are twofold. First, the study period is analyzed annually, which does not account for the seasonality of some agricultural products that exhibit variations in production and distribution within a year or over biennial cycles. Such patterns are not captured using annual data. Second, the aggregation of agricultural products prevents an examination of the specific characteristics of each product, such as its tonnage or distance traveled. Both limitations could affect the cointegration results. Periods within a year where no production or distribution (transportation) occurs due to seasonality could alter the long-term relationship.

Conclusions

This study aimed to determine the existence of a cointegration relationship between the volume of agricultural products transported by rail and national economic activity in Mexico. The variables were first subjected to a unit root test, followed by a cointegration analysis, and concluded with the estimation of an error correction model.

This long-term equilibrium relationship was confirmed, suggesting that short-term deviations from this equilibrium are transitory. This finding is particularly relevant given the increasing market share of road transport and the declining role of rail transport, which could threaten the long-term economic viability of rail transport for agricultural products.

Short-term deviations were calculated using an error correction model, indicating that agricultural products return to the long-term trend more quickly than forestry products.

End of English version

References / Referencias

- Alves, G., & López, P. (2021). Productividad Urbana. Determinantes y políticas públicas para su mejora. Banco de Desarrollo de América Latina. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1693>
- Badenas, V., Contel, J., & Venteo, D. (2021). *Cataluña Logística. Cataluña en la cadena logística global*. Marge Books.
- Bai, Y., & Wu, C. (2022). The causality Analysis of Airports and Regional Economy: Empirical Evidence from Jiangsu Province

medir el tamaño del desequilibrio es aplicando un mecanismo de corrección de error (MCE) Engle & Granger (1987), que indica el tamaño del ajuste en el corto plazo.

La ecuación en las que se basa un MCE, de acuerdo con Hakim & Merket, (2016), con las variables Ton y PIB pueden expresarse como:

$$\Delta \ln Ton_t = \alpha_t + \beta_t ETC_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \gamma_i \Delta \ln Ton_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \delta_i \Delta \ln PIB_{t-1} + \epsilon_t$$

Donde:

- Δ indica primeras diferencias de las variables km y PIB durante los periodos
- $t = 1, 2, \dots, T$, es el termino de error,
- ρ indica la magnitud del rezago y,
- ETC_{t-1} es el término de corrección de error que muestra la magnitud del ajuste.

En el Cuadro 3 se encuentra el resultado de la estimación del MCE. La estimación permite identificar la magnitud del desequilibrio de corto plazo. El coeficiente reportado mide la velocidad de recuperación de la tendencia cointegrante a través del coeficiente β_t contenido en la ecuación uno. Este coeficiente debe ser negativo, estadísticamente significativo y tener un valor entre cero y uno. Como se observa en la tabla mencionada, los cuatro modelos cumplen con dichos requisitos.

Al comparar los coeficientes claramente se observa que los correspondientes a los productos agrícolas son de mayor magnitud que los de productos forestales. Los valores estimados indican alrededor del 50 % de ajuste de un periodo a otro para los productos agrícolas; en cambio, los valores estimados para el caso de los productos forestales están entre un 26 y 22 %. Los mayores valores de los productos agrícolas, respecto de los forestales, podría deberse a que dentro de ellos se encuentran productos de consumo diario como alimentos que requieren una demanda diaria en todo el territorio nacional y con ello una demanda constante de transporte ferroviario situación que puede no suceder con los forestales.

- in China. *Sustainability*, 14(4295), pp. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14074295>
- Brugger, S., & Ortiz, E. (2012). Mercados accionarios y su relación con la economía real en América Latina. *Revista Problemas del Desarrollo*, 168(43), pp. 63-93. DOI: <https://doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2012.168.28638>
- Comisión Federal de Competencia Económica (COFECE). (2021). Estudio de competencia entre el servicio público de transporte ferroviario de carga. <https://www.cofece.mx/estudio-de-competencia-en-el-servicio-publico-de-transporte-ferroviario-de-carga/>
- Cruz, I. (2011). Los determinantes de los márgenes precio costo en el autotransporte mexicano. Un enfoque de econometría espacial. *Estudios Económicos*, vol. 26, núm. 1, pp. 69-95. DOI: <https://doi.org/10.24201/ee.v26i1.104>
- Chávez-Hernández, M., Casarrubias-Vargas, H., & Gaviño-Ortiz, G. (2020). Políticas, Casos de estudio, Técnicas de simulación y programas de competencias en la educación de logística y cadena de suministro en México. *Handbooks-ECONFAN-México*, Estado de México. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/110469>
- De Rus, G., Campos, J., & Nombela, G. (2003). *Economía del transporte*. España. Antoni Bosch, Flores-Juca, E., Mora-Arias, E., & Chica-Carmona, J. (2020). Una mirada a la planificación de las infraestructuras nodales de transporte terrestre en las cercanías al centro urbano de Cuenca Ecuador. *Quid 16: Revista del Área de Estudios Urbanos*, núm. 14, pp. 269-282. Una mirada a la planificación de las infraestructuras nodales de transporte terrestre en las cercanías al centro urbano de Cuenca Ecuador | Flores-Juca | Quid 16. *Revista del Área de Estudios Urbanos* (uba.ar). Disponible en ://C:/Users/Ignacio/Downloads/4537-16403-1-PB.pdf
- Engle, R., & Granger, C. (1987). Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing", *Econometrica*, vol. 55, núm. 2, pp. 251-276.
- Flores, E.; Mora, E. y Chica, J. (2020). Una mirada a la planificación de las infraestructuras nodales de transporte terrestre en las cercanías al centro urbano de Cuenca Ecuador. *Quid 16*, 14, 269-282.
- Gundelfinger-Casar, J., & Coto-Millán, P. (2017). Intermodal competition between high-speed rail and air transport in Spain. *Utilities Policy*, 47, pp. 12-17. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2017.06.001>
- Hakim, M., & Merkert, R. (2016). The Causal Relationship between air transport and economic growth: empirical evidence from South Asia. *Journal of Transport Geography*, 56, pp. 120-127.

Estos resultados indican, bajo las condiciones iniciales o base, y que con el tiempo no presenta cambios significativos, que la demanda de servicios de transporte por ferrocarril de productos agrícolas y forestales está relacionada en el largo plazo con la actividad económica nacional implicando que la decisión agregada que toman los tenedores de la carga del tipo de productos mencionados que se materializa como demanda de transporte ferroviario, expresada en toneladas y toneladas-kilómetro, puede no presentar una tendencia a la desaparición. Para resumirlo, una tendencia a crecer de la economía se asocia en el largo plazo con una mayor demanda del servicio de transporte ferroviario de productos agrícolas y forestales.

La recomendación derivada del estudio es que, dada la existencia de una relación de largo plazo, apuntalarla para generar más competencia intermodal, por ejemplo, generando programas que incentiven el uso de la modalidad ferroviaria. Además, ante la presencia de inseguridad en carreteras, el uso del ferrocarril se presenta como una opción más segura para el traslado de carga.

Las principales limitaciones que presenta esta investigación son dos, primero, el tiempo de estudio tiene el detalle de su periodicidad que es anual y algunos productos agrícolas tienen estacionalidad dentro de un año en su producción y distribución o bienal las cuales no se aprecian con un dato por año. Segundo, la agregación de productos agrícolas no permite observar particularidades de cada uno, como, por ejemplo, el tonelaje transportado o los kilómetros recorridos de cada producto. Ambas limitaciones podrían modificar el resultado de cointegración, pues al existir periodos de tiempo, dentro de un año, en el que no existe producción ni distribución (transporte), dada la estacionalidad, la relación de largo plazo podría verse modificada.

Conclusiones

En este trabajo se buscó determinar la existencia de una relación de cointegración entre la cantidad de productos agrícolas transportados por ferrocarril y la actividad económica nacional en México. Las variables pasaron primero por una prueba de raíces unitarias, enseguida se procedió a iniciar el análisis de cointegración y, como último paso, se finalizó con la estimación de un modelo de corrección de error.

- Instituto Mexicano del Transporte. (2013). Estimación de la carga en corredores carreteros que pudiera ser atraída por el ferrocarril. Publicación técnica No. 391.
- Ivaldi, M., & Vibes, C. (2005). Intermodal and Intramodal Competition in Passenger Rail Transport. IDEI Working Papers No. 345. <https://ideas.repec.org/p/ide/wpaper/4261.html>
- Kurturlus, E., & Cetin, I. (2020). Analysis of modal shift potential towards intermodal transportation in short distance inland container transport. *Transport Policy*, Vol. 89, pp. 24-37. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.01.017>
- MacDonald, J. (1987). Competition and Rail Rates for the Shipment of Corn, Soybeans, and Wheat. *The RAND Journal of Economics*. Vol. 18, núm. (1), pp. 151-163. <https://doi.org/10.2307/2555541>
- Nitsche, B. (2021). Embracing the potentials of intermodal transport in Ethiopia: Strategies to facilitate export-led growth. *Sustainability*, vol. 13, núm 4, pp, 2208-2221. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13042208>
- Pittman, R. (1990). Railroad and competition: the Santa Fe/Southern Pacific merger proposal. *The Journal of Industrial Economics*, vol 39, núm. 1, pp. 25-46. DOI: <https://doi.org/10.2307/2098366>
- Ramírez-Giraldo, M., Collazos-Gaitán, M., García-García, J., Hahn-De, L., Melo-Becerra, L., Montenegro-Trujillo, A., Montes-Uribe, E., Lancheros-Ramírez, P.,
- Reyes, O., Escalante, R., & Matas, A. (2010). La demanda de gasolinas en México: Efectos y alternativas ante al cambio climático. *Economía: teoría y práctica*. Nueva época. Vol.32, pp. 83-111. DOI: <https://doi.org/10.24275/ETYP/AM/NE/322010/Reyes>
- Román, C. (2008). Competencia intermodal en el corredor Madrid-Zaragoza-Barcelona ante la introducción del tren de alta velocidad. Colección de Estudios Económicos 11-08. ISSN 1988-785X

Se determinó la existencia de dicha relación de equilibrio de largo plazo implicando que las desviaciones de corto plazo respecto de dicho equilibrio serían transitorias. Esta situación es importante en el contexto del constante aumento de la participación de mercado del transporte carretero y la disminución del transporte ferroviario lo cual podría comprometer, en el horizonte temporal de largo plazo, la actividad económica ferroviaria en el transporte de productos agrícolas.

Las desviaciones de corto plazo fueron calculadas con un modelo de corrección de errores indicando que los productos agrícolas vuelven a la tendencia de largo plazo en menor tiempo que los productos forestales.

Fin de la versión en español

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). Anuario Estadístico Ferroviario. Varios números.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (2022). Disponible en: Panorama Agrícola (senasica.gob.mx)
- Toro-Córdoba, J., & Zárate-Solano, H. *La inversión en infraestructura de transporte y la economía colombiana*. Ensayos sobre Política Económica. Banco de la República. <https://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/10014>
- Wilmsmeier, G. (2015). Geografía del transporte de carga. CEPAL Serie Recursos naturales e infraestructura 175. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39660/1/S1501002_es.pdf