

UN MODELO DE GRAVEDAD PARA ECUADOR CON LOS PRINCIPALES SOCIOS COMERCIALES

A GRAVITY MODEL FOR ECUADOR WITH THE MAIN TRADING PARTNERS

Loja Saetama María Gabriela ^{1*}, gavi123lml@gmail.com ORCID 0000-0001-6357-6160

Recibido: 20-ene-2023, Aceptado: 10-abr-2023, Publicado: 1-may-2023

Resumen

Este artículo tiene como objetivo analizar los flujos comerciales bilaterales de Ecuador a nivel macroeconómico para un conjunto de 31 países en el periodo 1996 – 2018. Para implementar el modelo de gravedad, utilizamos como variables los flujos comerciales explicados por el Producto Interno Bruto (PIB) del país de origen y el PIB del país extranjero, así como la distancia geográfica entre Ecuador y sus socios comerciales. Se consideraron tres modelos que son respectivamente primeras diferencias, efectos aleatorios y efectos fijos. El modelo en primeras diferencias es estimado mediante mínimos cuadrados ordinarios combinados, el modelo de efectos aleatorios es estimado mediante mínimos cuadrados generalizados y el modelo de efectos fijos con datos en el tiempo deducidos. Los principales resultados fueron que el PIB ecuatoriano y el PIB del país de destino es una variable positivamente relacionada con los flujos comerciales, mientras que la distancia geográfica es una variable inversamente proporcional. Estos resultados no se cumplen en los tres modelos expuestos a excepción del PIB extranjero. Además, se comprobó que la dolarización no ha afectado el flujo comercial de Ecuador cumpliendo con la hipótesis que menores exportaciones son compensadas por mayores importaciones. A su vez la variable tratados comerciales no resulta estadísticamente significativa.

Palabras clave: Modelo de gravedad, Producto interno bruto, Balanza comercial.

Abstract

This article aims to analyze Ecuador's bilateral trade flows at the macroeconomic level for a set of 31 countries from 1996 - 2018. To implement the gravity model, trade flows explained by the Gross Domestic Product (GDP) of the country of origin and the GDP of the foreign country, as well as the geographical distance between Ecuador and its trading partners, are used as variables. Three models were considered: first-difference, random effects, and fixed effects. The first differences model is estimated using ordinary least squares combined; the random effects model is estimated using generalized least squares, and the fixed effects model with inferred time series data. The main results were that Ecuadorian GDP and destination country GDP is positively related to trade flows, while geographical distance is an inversely proportional variable. The three models presented do not hold these results except for foreign GDP. In addition, it was found that dollarization has not affected Ecuador's trade flows, fulfilling the hypothesis that higher imports compensate for lower exports. In turn, the trade agreements variable is not statistically significant.

Keywords: Gravity model, gross domestic product, trade balance.

¹ Estudiante. Universidad Católica de Cuenca. Ecuador. gavi123lml@gmail.com ORCID 0000-0001-6357-6160



1 Introducción

Los flujos comerciales entre países constituyen actualmente uno de los componentes fundamentales de la mayoría de economías modernas. De hecho, exportaciones e importaciones son indispensables para satisfacer los gustos de los consumidores en un contexto global y la venta de insumos permite el regular funcionamiento de las empresas, las cuales buscan maximizar sus beneficios diversificando compras y ventas entre las distintas regiones del planeta. Además, el comercio internacional es considerado uno de los factores responsable del crecimiento económico de las naciones (Pugel, 2019).

Una de las teorías modernas y contemporáneas que explica los flujos comerciales es el modelo gravitacional. Este fundamentalmente indica que el volumen de comercio entre países depende del tamaño de sus economías y de la distancia geográfica que los separa. Así, *ceteris paribus*, a mayor PIB mayor comercio y al contrario a mayor distancia menor intercambio de bienes y servicios (Carbaugh, 2022).

Yaselga y Aguirre (2018) utilizan un modelo de gravedad comercial para el período 2007-2017 para analizar teóricamente los principales determinantes de los flujos comerciales entre Ecuador y todos sus socios comerciales, a través de un análisis de 57 países. Se encuentra que los factores monetarios, geográficos, ingreso nacional, la distancia, el idioma y algunos acuerdos comerciales influyen en los flujos comerciales de Ecuador. Ha este estudio le hizo falta un periodo de tiempo amplio para ver la relación que tenía cada variable con el flujo comercial para determinar cuál es la variable que incide en el comercio, además, sería interesante incluir una variable como la dolarización para saber cómo ha influido en el comercio internacional.

Por lo expuesto anteriormente surge la problemática de verificar el cumplimiento del modelo de gravedad para Ecuador y cuál de las distintas variables expuestas anteriormente han afectado el flujo comercial en Ecuador. Para ello es conveniente revisar la teoría de gravedad y sustentar en este caso el cumplimiento de la teoría económica para el caso de Ecuador. Este estudio tiene una utilidad metodológica relevante ya que considera un período de tiempo amplio, lo que permite captar en profundidad las relaciones dinámicas de las variables involucradas. El trabajo tiene implicaciones prácticas al expresar posibles recomendaciones de política económica derivadas de los resultados de las estimaciones.

Para llevar a cabo este estudio se formulan las siguientes preguntas de investigación: ¿Se cumple el modelo de gravedad para Ecuador en el periodo 1996 - 2018?; ¿Qué influencia o impacto ha tenido la dolarización para los flujos comerciales del Ecuador?

Según las preguntas formuladas se definió como objetivo general analizar los flujos comerciales bilaterales de Ecuador a nivel macroeconómico para un conjunto de 31 países en el periodo 1996 – 2018. Para cumplir con este objetivo se propuso estimar el modelo de gravedad para Ecuador en base al horizonte temporal considerado desde 1996 – 2018; y su vez determinar la influencia que ha tenido el cambio de moneda de sucre a dólar en cuanto a flujos comerciales de Ecuador respecto a los socios comerciales considerados.

Para abordar con el problema de investigación se usan datos secundarios y se implementa un modelo panel en donde la muestra ha sido seleccionada con la finalidad de tener un panel balanceado, para que hubiera un número mínimo de observaciones ausentes.

A continuación, se proponen dos hipótesis derivadas de la problemática la primera, el modelo de gravedad se cumple para Ecuador en el periodo seleccionado. Además, la dolarización ha penalizado las exportaciones e incentivado las importaciones ecuatorianas, sin embargo, el flujo comercial, como suma de estas dos variables no se ha modificado de manera estadísticamente significativa.

Se puede mencionar que la presente investigación tiene un alcance explicativo causal, puesto que se basa en la teoría económica en cuanto a formulación, especificación y estimación del modelo para Ecuador en el período establecido. Además, la presencia de observaciones a lo largo de muchos años permite captar el aspecto dinámico presente en la mayoría de variables económicas, para captar si la dolarización ha penalizado las exportaciones o incentivado las importaciones

2 Marco teórico o antecedentes

Connotación Histórica del Comercio Internacional

La teoría mercantilista, que floreció después de la edad media y finalizó en el siglo XVII, expone que los países deberían tener como objetivo una balanza comercial superavitaria puesto que la ganancia de uno es la pérdida de otro. Este pensamiento así concebido explica, por lo menos en parte, los muchos conflictos que se dieron entre potencias europeas en aquella época.

A partir del siglo XVIII, los economistas clásicos dieron la vuelta a la teoría del mercantilismo. Basta recordar la explicación realizada por Hume (1752) sobre el ajuste automático de la balanza comercial para comprender el cambio de paradigma. En efecto, el filósofo y economista señalaba que es la fluctuación del tipo de cambio nominal, determinada por las leyes de la oferta y la demanda, la que determina el equilibrio del sector externo. Así pues, un país con déficit comercial importa más de lo que exporta, por lo que necesita más divisas para comprar bienes extranjeros. Este mecanismo de aumento de la demanda de divisas nacionales provoca una depreciación de la tasa de cambio nominal, lo que hace que los bienes nacionales sean relativamente baratos en comparación con los extranjeros. Todo esto determina un aumento de las exportaciones y una disminución de las importaciones de los países deficitarios, determinando así la mejora de la balanza comercial y compensando el déficit existente.

Por otro lado, Smith (1776) destacaba la idea de la ventaja absoluta, en donde el comercio de bienes y servicios entre países se considera un medio importante para su crecimiento económico. Ello es alcanzado gracias a que cada nación oferta lo mejor de sí, es decir; venden los productos elaborados más eficientemente y al mismo tiempo se compran aquellos que son elaborados de manera más productiva por parte de los demás socios comerciales.

Ricardo (1817) plantea la teoría de la ventaja comparativa se basa en la idea de que, a pesar de que uno pueda tener una desventaja absoluta en muchos o todos los sectores en comparación con otros países, sigue siendo beneficioso participar en el comercio mundial. Así, los países subdesarrollados suelen producir de forma menos eficiente tanto bienes tecnológicos como productos del sector primario, pero deciden especializarse en los productos primarios e importar los bienes tecnológicos puesto que el bienestar total de la sociedad aumenta gracias al intercambio.

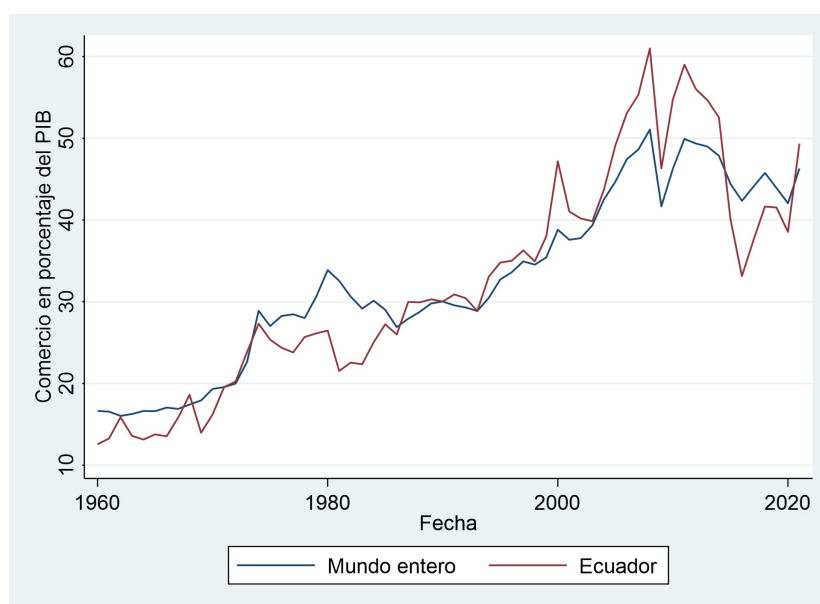
De acuerdo con Heckscher y Ohlin (1933) los países deben especializarse en la exportación de bienes o servicios cuya producción se concentre en el factor de producción más común entre el capital y el trabajo. Entonces, para el caso de Ecuador, al contar con un mayor factor trabajo, se exportan bienes del sector primario, como el agropecuario, mientras que EE. UU. al ser más abundante en capital, exporta bienes que incorporan mayormente ese factor, como por ejemplo computadoras.

A partir de los años 60' se desarrolla la teoría del modelo de gravedad, la cual es objeto principal de estudio en este artículo y que se presenta a parte en la siguiente sección del documento.

Aspectos Generales del Comercio Internacional

El comercio internacional se define como la compra y venta de bienes y servicios entre países, normalmente establecida mediante una contraprestación monetaria. Este fenómeno es particularmente relevante para las economías subdesarrolladas, las cuales, por lo general, exportan materias primas e importan productos que incorporan un mayor valor añadido. Autores, como Krugman et al., (2022), argumentan que el comercio internacional impulsa el crecimiento económico entre países y mejora el bienestar de sus poblaciones. Por lo tanto, la tarea de los responsables de realizar políticas económicas debería estar focalizadas en la reducción de barreras comerciales. (Acaro et al., 2021)

Existen organismos internacionales que tienen entre sus principales objetivos promocionar la actividad económica en el contexto global, entre estos se pueden mencionar la Organización Mundial del Comercio (WTO), el Banco Mundial (WB) y el Fondo Monetario Internacional (IMF), entre otros. Mediante la cooperación de distintas partes políticas e instituciones alrededor del mundo, el comercio mundial se ha incrementado de forma marcada a través del tiempo.

Figura. 1. Comercio de mercancías en porcentaje del PIB para Ecuador y el Mundo Entero

Nota. Comercio de mercancías en porcentaje del PIB para Ecuador y el Mundo. Fuente: Datos del Banco Mundial. Elaborado por: El autor

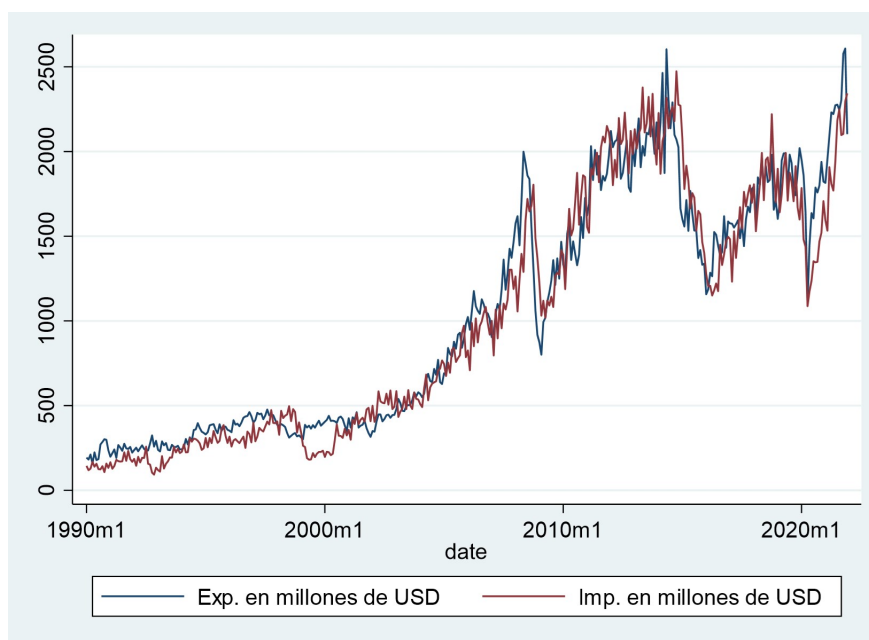
En la figura 1 se muestra el comercio de mercancías como porcentaje del PIB, considerando el periodo 1960 – 2021, para el mundo entero (línea azul). Este ha crecido notablemente pasando de un 15 % hasta alcanzar un 45 % al final de la serie. Sin embargo, este porcentaje resultó aún más alto en el año 2008, en donde se ha podido inclusive superar el valor del 50 %. La línea roja inherente a Ecuador se sitúa, por lo general, por debajo de la anterior serie en las décadas de los 70' y 80' y lleva valores sustancialmente superiores en los años 2005 – 2015. Luego de este momento histórico Ecuador experimenta una reducción en el comercio de mercancías, colocándose por debajo del valor mundial. Alvarado (2018) menciona que ello se debe a distintos factores como “la falta de protección jurídica para atraer inversiones extranjeras, un entorno empresarial desfavorable, actitudes ideológicas hacia América Latina y una excesiva intervención estatal” (p. 20).

Una de las razones del aumento del flujo comercial mundial es el fenómeno de la globalización, que se caracteriza por el desarrollo y la difusión de los medios de transporte, los medios de comunicación y principalmente el Internet, que permite realizar pedidos fácil y rápidamente desde y hacia cualquier parte del mundo (Steger, 2019). Los procesos de industrialización de los países y el desarrollo de la tecnología, junto con la comunicación ya mencionada, han posicionado mucho más al comercio internacional a nivel global (Moreno et al., 2016).

Flujos Comerciales de Ecuador con el resto del mundo

Ecuador, después de su pasado colonial, se ha caracterizado por un modelo llamado agro – exportador. Los principales productos exportados han sido el petróleo, el banano, el cacao, el camarón y productos del mar y flores (Covri y Enríquez, 2022). De acuerdo con la Secretaría General de la Comunidad Andina (2021), los principales productos importados de este país son los aceites, automóviles, medicamentos, refinados del petróleo y productos tecnológicos en general.

La figura 2 muestra las importaciones y exportaciones nominales de Ecuador en millones de dólares (FOB). Se observa que hasta el año 2000 las exportaciones superaban sistemáticamente a las importaciones, para luego igualarse la diferencia. Ambas series han crecido en paralelo desde la dolarización y cayeron significativamente durante la crisis financiera mundial (2008-2009). También ha disminuido después de 2015 debido a la bajada de los precios del petróleo, así como un importante descenso del valor a partir de 2020 debido al impacto del coronavirus. Además, cabe señalar que, en términos reales, es decir; después de ajustar el efecto de la inflación, el aumento en las series es ciertamente menor, fenómeno que resulta más acentuado para el último período.

Figura. 2. Exportaciones e importaciones totales ecuatorianas

Nota. Representación de las exportaciones e importaciones totales ecuatorianas. Fuente: Banco Central del Ecuador (s/f). Elaborado por: El autor

En base a los datos del Banco Central del Ecuador, los principales socios comerciales de Ecuador en términos de valor y volumen son Estados Unidos, la Unión Europea, China, Perú, Colombia y Chile. Los tres primeros se deben al tamaño de su PIB, lo que significa que tienen una gran demanda de bienes extranjeros, entre estos los ecuatorianos, mientras que los últimos tres, al contrario, se deben a la cercanía geográfica, exactamente como lo predice el modelo de gravedad.

La teoría del modelo de gravedad en el comercio entre países.

La teoría de la gravedad fue desarrollada por Isaac Newton en el siglo XVII para indicar que la atracción gravitacional entre dos cuerpos es directamente proporcional a sus respectivas masas e inversamente proporcional a la distancia que existe entre estos. (Newton, 1687) Este importante concepto de la física se ha trasladado a la economía en el llamado “modelo gravitacional”, el cual expresa que el comercio internacional entre dos países es condicionado de forma positiva por el tamaño de sus economías, normalmente medidas mediante el producto interno bruto (PIB), y al mismo tiempo existe una relación negativa con la distancia geográfica que separa las dos naciones (Tinbergen, 1963).

Krugman (2012) expresa de forma matemática:

$$T_{ij} = A * Y_i * Y_j / D_{ij} \quad (1)$$

Donde T_{ij} es el valor del comercio entre el país i y el país j , Y_i es el PIB del país i , Y_j es el PIB del país j , y D_{ij} es la distancia entre los dos países.

El modelo de gravedad es aplicable no sólo a nivel de grandes agregados económicos, sino que a veces es implementado también a nivel de sectores. Así, Kimsanova y Herzfeld (2022) estudian el impacto de los subsidios y tarifas al sector agrícola en economías pequeñas y abiertas (SOE), concluyendo que los subsidios aumentan el comercio internacional, mientras que las tarifas lo disminuyen.

Cevik (2020) analizó el impacto de las enfermedades infecciosas sobre el sector del turismo y encontró resultados no significativos estadísticamente en los países desarrollados, mientras que tuvo un impacto muy negativo en los flujos

turísticos de los países en desarrollo. Nunes et al., (2021) estudiaron los factores determinantes de las exportaciones de papaya brasileña y los hallazgos señalan que estos factores son proporcionales al tamaño económico de los socios comerciales e inversamente proporcionales a la distancia geográfica. Abafita y Tadesse (2021) estudian el sector cafetero considerando 18 países productores de café y demuestran que, el flujo comercial está determinado positivamente por el tamaño del PIB nacional y PIB extranjero, si se tiene una frontera e idioma en común y si se cuenta con tratados comerciales. Al mismo tiempo, el aumento de las distancias geográficas reduce el comercio del café.

Durante décadas, a partir de los años sesenta, cuando se introdujo por primera vez el concepto de modelos de gravedad en las teorías relacionadas con el comercio internacional, se ha considerado oportuno añadir otras variables que puedan explicar el volumen de exportaciones e importaciones que tienen los países en el contexto global. Así, aparecieron entre otros, especialmente en la modelización econométrica, variables predictoras que desempeñan funciones de control, como pertenecer a un acuerdo comercial (RTA), tener un idioma en común o el hecho de compartir una frontera común. (Metin y Tepe, 2021). De hecho, estas variables de control también se introdujeron en este estudio porque aparecen principalmente en la literatura. Sin embargo, cabe señalar que sin duda hay otras variables que se pueden seleccionar, aquí se mencionan las más comunes. Entonces, autores como Maciejewski y Wach (2019) añaden el nivel de desarrollo de los países, Balogh y Borges (2022) introducen las regulaciones ambientales, Davidescu et al., (2021) consideran la facilidad de hacer negocios.

Felbermayr y Yotov (2019) sostiene que actualmente el modelo de gravedad sigue siendo útil para predecir los flujos del comercio mundial. Es así que Dorakh (2020) realiza una estimación de panel y considera las relaciones comerciales entre 39 países de la Unión Europea para el periodo 1991 – 2017. Mediante técnicas de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y también Poisson Pseudo-Maximum-Likelihood (PPML), realizando distintas pruebas de robustez con variables de control. Entre otros hallazgos, la autora encuentra que los países que se incorporaron al bloque comercial europeo tuvieron un incremento considerable de inversiones directas extranjeras. Este resultado es interesante para la actual investigación, ya que en el caso de Ecuador también puede haber evidencia de un aumento de los flujos comerciales a partir de los tratados e integraciones entre países. Se pueden mencionar los acuerdos más importantes que promueven el flujo de bienes y servicios en Ecuador, donde el país es miembro de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), a la Comunidad Andina (CAN), al Mercado Común del Sur (MERCOSUR) y, a partir del 2017, se tiene también el Acuerdo Comercial Multipartes con la Unión Europea.

Otro trabajo relevante para el tema es realizado por Jámbor et al., (2020) a partir de datos tomados de la organización mundial del comercio (WTO). Aquí los autores consideran 229 países con corte a octubre 2018 y encuentran que efectivamente los acuerdos comerciales aumentan el flujo comercial mientras que la distancia entre países lo reduce.

Por otro lado, Žmuk y Jošić (2021) analizaron 174 países para el periodo comprendido entre los años 2000 y 2018 e implementaron un modelo panel con métodos no paramétricos de restricciones de signo y prueba de rango, encontrando que el PIB es más importante en la mayoría de casos respecto a la distancia para explicar la variable dependiente representada por el flujo comercial.

A su vez, Kruse y Martínez (2021) estimaron modelos de gravedad para 132 países durante el periodo 1995-2012 utilizando un modelo PPML de dos etapas. Las principales conclusiones muestran que desviar la ayuda de uno de los países con los que se comercia puede aumentar los flujos de ayuda hacia países que no comparten una lengua común, una historia colonial o acuerdos comerciales regionales.

Zander (2021) aborda una cuestión relacionada, en particular para las economías latinoamericanas, del impacto negativo de la corrupción en los flujos de las inversiones directas extranjera. En este caso, utiliza un modelo de gravedad con efectos fijos y diádicos y considera los países de la OECD para el periodo 1996 – 2017, y los resultados respaldan la hipótesis de que la corrupción reduce los negocios internacionales.

Abreo et al., (2021) sostienen que un factor importante en el comercio internacional es la calidad institucional de un país. Este estudio se centra en el caso de Colombia, donde un modelo de panel considera los flujos de exportación a 136 países durante el periodo 2005-2018. Los resultados muestran que una buena calidad institucional es estadísticamente significativa para mejorar las ventas al exterior.

En Hassan (2019) el modelo de gravedad ha sido analizado en seis países desarrollados que tienen comercio con países

que pertenecen a la cooperación del Golfo (GCC) desde el año 2001 hasta el año 2012. El estudio concluye que el PIB per cápita y la población son variables estadísticamente significativas que explican el comercio. También propone eliminar las barreras comerciales entre países para aumentar el comercio internacional de bienes y servicios.

Otro trabajo parecido es el de Jia et al., (2020) en donde, para el modelo panel, se consideran 20 países en el periodo 2002 – 2016 y mediante técnica de mínimos cuadrados de variable dummy se obtiene como resultado que la incertidumbre en la aplicación de la política económica reduce las exportaciones y, por tanto, los flujos comerciales.

Greaney y Kiyota (2020) mencionan que el modelo de gravedad también es válido cuando se consideran los productos intermedios. Se trata de bienes y servicios que se utilizan como inputs en algún proceso productivo posterior. (Suárez, 2000)

Considerando la región latinoamericana, Timini y Viani (2022) analizan el acuerdo comercial UE-Mercosur utilizando un modelo de gravedad estructural de equilibrio general. Los resultados muestran que dicho acuerdo podría tener un efecto positivo sobre el comercio y la prosperidad en ambos bloques regionales, a pesar de la considerable heterogeneidad sustancial entre las dos regiones, por lo que los países latinoamericanos se beneficiarían más respecto a sus socios europeos

Cabe señalar que el trabajo más relevante para este estudio es el de Yaselga y Aguirre (2018), en donde analizan el modelo gravitacional del comercio internacional para Ecuador en el periodo 2007 – 2017. En este caso, se consideran 57 países en la muestra y la estimación de panel se realiza utilizando errores estándar corregidos por panel (PCSE). Los resultados de este estudio muestran que los factores económicos, geográficos y comerciales como el ingreso nacional, la distancia, el idioma y ciertos acuerdos comerciales son estadísticamente significativos en los flujos comerciales de Ecuador. El presente estudio se diferencia respecto a esta última referencia mencionada en distintos aspectos:

- i) El periodo temporal es mucho mayor y empieza en el año 1996. Esto también permite tener en cuenta el periodo anterior a la dolarización, que se produjo en el año 2000, por lo que se puede apreciar si esto ha afectado a los flujos comerciales de Ecuador.
- ii) El trabajo previo tiene como variable dependiente la variable flujo comercial que está constituida únicamente por las exportaciones mientras que el presente estudio considera la suma de exportaciones e importaciones, permitiendo así un análisis más completo y exhaustivo.
- iii) El hecho de contar con un mayor horizonte temporal permite percibir mejor los aspectos dinámicos inherentes a las variables económicas, lo cual hace que el modelo panel pueda captar ciertas relaciones estadísticas que son casi exclusivas de las series temporales.
- iv) En el estudio anterior no se menciona que se haya realizado ningún ajuste de precios o que las variables hayan sido tomadas de manera real, es decir considerando un año base. Este factor puede tener relevancia en la estimación, por lo que, en el presente artículo, al no poseer series reales, se decidió incluir la inflación como variable de control.

La presente investigación, en línea con la mayoría de trabajos sobre el tema mencionados en esta sección, considera el modelo de gravedad determinado por las variables causales fundamentales representadas por el PIB de origen y extranjero y por la distancia geográfica. Adicionalmente, considerando el aspecto idiosincrático de Ecuador, se decide incorporar variables de control que están condicionadas por la disponibilidad ofertada por la base de datos: así, se añaden variables dicotómicas para tomar en cuenta el periodo de la dolarización, la contigüidad geográfica y el idioma en común.

3 Metodología

Para resolver el problema de la correlación serial presente en paneles largos que incorporan muchos años fue necesario diferenciar las principales variables para que resultasen estacionarias en la estimación en primeras diferencias; en el modelo de efectos aleatorios se implementan mínimos cuadrados generalizados, de ahora en adelante denominados MCG y en el modelo de efectos fijos la estimación involucra datos deducidos en el tiempo (Hsiao, (2022); Baltagi, (2021) y Wooldridge, (2010)).

La base de datos y todas las variables a excepción de la inflación fueron tomadas del CEPII, es decir del principal centro de estudio e investigación en economía internacional de Francia. El archivo de trabajo de este estudio se encontró dentro de la sección archivos y se ha seleccionado la correspondiente versión de Stata de febrero 2021. Luego, se ha realizado una

depuración de la base de datos, eliminando variables, incluyendo únicamente las del modelo de gravedad, mismas que han sido seleccionadas en base al marco teórico.

Tabla. 1. Variables incluidas en el modelo de Gravedad

Variable	Nombre	Tipología	Origen
Flujo comercial	FC	Continua	transformada a partir de otra variable CEPII
Pib del país de origen	PIBO	Continua	transformada a partir de otra variable CEPII
Pib del país de destino	PIBD	Continua	transformada a partir de otra variable CEPII
Distancia	Ldist	Continua	Logaritmo de distcap, esta última CEPII
Dolarización	DOL	dicotómica	creada ad hoc
Acuerdos comerciales	rta	dicotómica	CEPII
Frontera en común	contig	dicotómica	CEPII
Idioma en común	comlang_off	dicotómica	CEPII
Inflación	INF	continua	datos del Banco Mundial

Nota. Variables utilizadas en el modelo de gravedad. Fuente: CEPII, Autor y Banco Mundial. Elaborado por: El autor

La tabla 1 muestra de manera resumida las variables que son objeto de análisis. Entonces, la variable flujo comercial (FC) en el modelo de efectos fijos y efectos aleatorios se encuentra transformando a logaritmos. La razón de ello es que ambos métodos abordan la correlación serial en los datos de panel cuando T es muy grande, aunque de diferentes maneras. Así, los modelos de efectos aleatorios implementan mínimos cuadrados generalizados (MCG) utilizando datos cuasi-derivados para cada variable, mientras que el modelo de efectos fijos implementa datos con el tiempo deducidos. (Wooldridge, 2019)

Cabe señalar que, en la estimación por primera diferencia, la variable FC se construyó aplicando la siguiente fórmula:

$$FC = 100 * \Delta L(FClog) \quad (2)$$

Donde ΔL es la primera diferencia logarítmica. La razón de realizar este ajuste para FC se debe a que se desea contar con una variable estacionaria expresada en términos de porcentaje, de ahí que se justifica la multiplicación por 100.

Las variables PIB del país de origen y PIB del país de destino, denominadas PIBO y PIBD respectivamente, se construyen exactamente igual que las variables de flujo comercial, y en este caso también se utilizan para estimar la primera diferencia tomando la diferencia logarítmica multiplicada por 100 mientras que para la estimación de efectos fijos y efectos aleatorios se tiene únicamente una transformación logarítmica.

Para la distancia entre países existe una variable (Ldist) que representa el logaritmo de la distancia en kilómetros entre las capitales de los socios comerciales de Ecuador. Cabe señalar aquí que la variable no cambia a lo largo del tiempo, por lo que no es necesario diferenciarla y no aparece en la estimación de efectos fijos.

Una variable que ha sido creada ad hoc es la variable dicotómica dolarización (DOL). Esta toma valores iguales a 0 antes del año 2000 y valores iguales a 1 después de esa fecha.

Las variables acuerdos comerciales (rta), frontera en común (contig) e idioma en común (comlang_off) son todas dicotómicas, es decir que toman valores únicamente de 0 cuando no se cumple el atributo y 1 cuando sí se cumple y están disponibles directamente en la base de datos del CEPII.

La variable inflación (INF) se obtuvo a partir del banco de datos del Banco Mundial y se incorpora al modelo con una función de control, puesto que todas las demás variables continuas están expresadas en términos nominales, ósea en dólares corrientes. Aquí cabe mencionar como esta variable ha sido diferenciada en la estimación en primeras diferencias puesto que no resulta estacionaria.

Los países o socios comerciales de Ecuador se enumeran en la Tabla 2. Estos países tienen todas las observaciones desde 1996 hasta 2018. Esto permitió disponer de un panel equilibrado y proporciona las mejores características para los

estimadores. Sin embargo, se espera que la ausencia de muchos países africanos y asiáticos no determine un sesgo en los mismos. Esto podría ser una limitación del estudio.

Tabla. 2. Países Involucrados en el Modelo de Gravedad

Argentina	Australia	Austria	Bélgica	Bolivia
Suiza	Chile	China	Colombia	Alemania
Finlandia	Francia	Gran Bretaña	Italia	Japón
Noruega	Panamá	Perú	Portugal	Paraguay
Cánada	España	Países Bajos	Suecia	EE.UU
Brasil	Dinamarca	México	Rusia	Venezuela
Sud África				

Nota. Principales socios comerciales del Ecuador. Fuente: CEPIL. Elaborado por: El autor

En cuanto a la especificación del modelo, como ya mencionado previamente, se decide comparar los resultados de los distintos modelos panel implementando respectivamente primeras diferencias, efectos aleatorios (RE) y efectos fijos (FE). El test de Hausman (1978) permite verificar si los factores inobservables están correlacionados con el término de error, por lo que la hipótesis nula dice que no lo están y la alternativa al contrario implica que hay una relación lineal entre esta heterogeneidad no observada y el componente estocástico. En el caso que se rechace la hipótesis nula, se debería preferir el modelo de efectos fijos respecto al de efectos aleatorios.

4 Resultados

Análisis Descriptivo de las Variables Involucradas

La tabla 3 ofrece las estadísticas descriptivas de las variables incorporadas en los distintos modelos de estimación, excluidas las dicotómicas. En la primera fila se observa la variable en común a todas las regresiones representada por el logaritmo de las distancias entre capitales. Después, a partir de la segunda fila están presentes las variables que entran en la regresión en primeras diferencias mientras que en la última parte de la tabla están presentes las estadísticas descriptivas de las variables que son insertadas en el modelo de efectos fijos y efectos aleatorios.

Tabla. 3. Estadísticas Descriptivas de las Variables Incorporadas en los Modelos de Estimación

Variable	Descripción	Obs	Media	Desv. Est.	Min	Max
ldist	Distancia entre capitales	713	8,71	0,81	6,50	9,64
Modelo en primera diferencia						
FC	flujo comercial	676	6,08	45,87	-272,56	250,48
PIBO	Pib del país de origen	682	6,59	11,99	-35,37	28,90
PIBD	Pib del país de destino	677	4,63	11,58	-96,82	41,48
DINF	Inflación	682	-0,19	1,74	-6,02	4,14
Modelos de efectos fijos y de efectos aleatorios						
ltf	flujo comercial	710	11,30	1,91	6,03	16,23
lgdp_o	Pib del país de origen	713	17,73	0,59	16,72	18,49
lgdp_d	Pib del país de destino	708	19,96	1,63	15,66	23,75
INF	Inflación	713	3,76	1,66	1,43	8,95

Nota. Variables utilizadas en los modelos de gravedad. Fuente: CEPIL, Autor y Banco Mundial. Elaborado por: El autor

La tabla 4 muestra la matriz de correlaciones de Pearson entre variables explicativas. Se observa cómo no existen altas correlaciones por lo que se puede excluir un problema de multicolinealidad perfecta al momento de realizar las estimaciones.

La hipótesis nula es que la correlación poblacional es 0 y la hipótesis alternativa es que es distinta de 0. Entonces el modelo indica un nivel de confianza del 95 %. Los valores debajo de la correlación son los valores p aplicados a una prueba

de 2 colas para el estadístico t.

El estadístico t calculado es el siguiente:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Donde r es el coeficiente de correlación.

Tabla. 4. Matriz de Correlación de Pearson entre Variables

	PIBO	IBD	DINF
	PIBO	IBD	DINF
PIBO	1.0000		
PIBD	(0.2527*) (0.0000)	1.0000	
	(0.0000)	(0.0000)	
	lgdp_o	lgdp_d	INF
lgdp_o	1.0000		
lgdp_d	(0.2455*) (0.0000)	1.0000	
(-0.3481*)	(-0.0697) (0.0000)	1.0000 (0.0636)	

Nota. Análisis de variables utilizadas en los tres modelos de gravedad. Fuente: CEPIL, Autor y Banco Mundial.
Elaborado por: El autor

Estimaciones de los Distintos Modelos

En la tabla 5 se observan los resultados de las estimaciones realizadas para los distintos modelos. La primera columna muestra las variables explicativas presentes en las distintas regresiones, la segunda columna muestra los coeficientes de la estimación en primeras diferencias, la tercera columna muestra los resultados del modelo de efectos aleatorios y la cuarta columna presenta los hallazgos encontrados mediante la estimación de efectos fijos. Los coeficientes resultan similares en las columnas inherentes efectos fijos y efectos aleatorios, pero son distintos a los valores presentes en la estimación en primeras diferencias. En particular, cabe señalar que, a excepción del PIB del país de destino, todas las demás variables explicativas de los tres modelos aplicados no son significativas simultáneamente.

Tabla. 5. Resultados de las Estimaciones del Modelo de Gravedad

Variable explicativa	Modelo 1 Primeras diferencias	Modelo 2 Efectos aleatorios	Modelo 3 Efectos fijos
PIBO	0.088 (0.174)	0.502*** (0.110)	0.511*** (0.115)
PIBD	0.759*** (0.237)	0.860*** (0.122)	0.843*** (0.140)
DOL	3.596 (6.676)	-0.127 (0.094)	-0.125 (0.090)
rta	-0.953 (6.259)	0.098 (0.114)	0.123 (0.114)
IFN	1.803 (1.354)	0.006 (0.012)	0.007 (0.013)
contig	0.398* (6.960)	0.425 (0.994)	
comlang_off	(4.828)	(0.949)	
	0.773	-1.203*	
ldist	(4.300)	(0.663)	

Nota. Variable dependiente flujo comercial. Se realizaron estimaciones incorporando también efectos fijos temporales, sin embargo, en ningún caso resultaron estadísticamente significativos con un nivel de confianza del 95 %. Errores estándares entre paréntesis, Bootstrap para todas las estimaciones con semilla igual a 1600 para replicabilidad de los resultados. Valores p significativos al * 10 %, ** 5 % y *** 1 %. Fuente: CEPIL, Autor y Banco Mundial. Elaborado por: El autor

En las columnas tres y cuatro la variable PIB del país de origen resulta fuertemente significativa, en donde, al incrementarse un 1 % el ingreso nacional se espera en promedio un incremento aproximado de 0.5 % en el flujo comercial.

Por lo que se refiere a la variable PIB del país extranjero, en este caso, una variación positiva del 10 % del PIB del socio comercial, se espera en promedio que genere una variación positiva aproximada comprendida entre el 7.6 y el 8.6 %, dependiendo del modelo, en cuanto a comercio internacional de ese país con el Ecuador.

Adicionalmente, se puede señalar como algunos de los hallazgos encontrados coinciden con los del estudio de Yaselga y Aguirre (2018), como las variables de acuerdos comerciales o fronteras comunes, no están relacionados con los flujos comerciales en Ecuador. Aunque los tamaños muestrales son diferentes, como ya se mencionó en la sección de métodos, aquí se consideran más años y menos países para tener un panel muy equilibrado, dada la evolución temporal de los predictores considerados.

Resulta interesante que Ávila (2017) al aplicar el modelo de gravedad en Colombia se relacionan ciertos resultados ya que algunas variables obtenidas en el estudio realizado para Ecuador como compartir una frontera común y tener el mismo idioma común no son estadísticamente significativas, ya que al ser países en vías de desarrollo tienden a exportar sus productos a todo el mundo como también a importar en grandes cantidades manteniendo un flujo comercial constante.

Por otra parte, todas las variables de control no fueron estadísticamente significativas. Así, la dummy dolarización no explica la dependiente, lo que significa que los cambios de moneda que se produjeron en Ecuador no alteraron los flujos comerciales del país, confirmando la hipótesis de que menores exportaciones fueron compensadas por mayores importaciones. Además, según el presente estudio, el acuerdo comercial, la frontera común y hablar el mismo idioma no son factores que puedan afectar al comercio internacional específico de Ecuador, ya que no son estadísticamente significativos al nivel de confianza del 95 %.

Frankel y Rose (2002) examina los cambios monetarios que se producen en diversos países al abandonar su moneda nacional en favor del dólar estadounidense, la moneda utilizada por la mayor parte del mundo. Muchos países realizan estos cambios para aumentar sus ingresos y, con suerte, incrementar el flujo comercial. Concluyeron que, al compartir una moneda común, aumenta los intercambios comerciales con otros países, aunque no en gran medida. Este estudio demuestra que para

Ecuador no influye el cambio de moneda en su flujo comercial.

Por otro lado, en la tabla 8 se observa los coeficientes de las estimaciones de efectos fijos y aleatorios son similares desde el punto de vista estadístico. En este caso específico, la prueba χ^2 para la diferencia de estas estimaciones toma un valor de 21.07, a la cual se le asocia un valor p de 0.0003, por lo que se rechaza la hipótesis nula con un nivel de significancia del 1 % y se afirma que existe suficiente evidencia estadística como para concluir que la regresión MCG de efectos aleatorios produce estimadores inconsistentes, por tanto, se debe elegir un modelo de efectos fijos. Por lo que se refiere a la comparación entre estos y los estimadores en primera diferencia resulta difícil la elección cuando hay diferencia sustancial de resultados (Wooldridge, 2019). En general, se puede suponer que, dado un horizonte temporal amplio como es el caso de la presente muestra, exista correlación serial en las series, por lo que serían de preferir las estimaciones en primera diferencia.

Tabla. 6. Prueba de Hausman para elegir entre efectos fijos y efectos aleatorios

Modelo: Efectos aleatorios (MCG), utilizando 705 observaciones				
Se han incluido 31 unidades de sección cruzada				
Largura de la serie temporal: mínimo 18, máximo 23				
Variable dependiente: ltf				
Desviaciones típicas robustas (HAC)				
	Coeficiente	Desv. Típica	z	valor p
const	-4,44880	5,51137	-0,8072	0,4195
lgdp_o	0,501715	0,0908446	5,523	<0,0001
lgdp_d	0,859891	0,111979	7,679	<0,0001
DOL	-0,127303	0,0968942	-1,314	0,1889
rta	0,0975629	0,113926	70,8564	0,3918
INF	0,00637653	0,0126443	0,5043	0,6141
comlang_off	0,615215	0,773546	0,7953	0,4264
ldist	-1,20272	0,547325	-2,197	0,0280
Media de la vble. dep.	11,29256	D.T. de la vble. dep.	1,911331	
Suma de cuad. residuos	988,7259	D.T. de la regresión	1,191027	
Log-verosimilitud	-1119,574	Criterio de Akaike	2257,148	
Criterio de Schwarz	2298,172	Crit. de Hannan-Quinn	2273,001	
rho	0,454001	Durbin-Watson	1,012707	
Contraste de Hausman - Hipótesis nula:				
[Los estimadores de MCG son consistentes] Estadístico de contraste asintótico: Chi- cuadrado (4) = 21,0653				
con valor p = 0,00030737				

Nota. Prueba de Hausman para elegir entre efectos fijos o aleatorios. Fuente: CEPIL, Autor y Banco Mundial. Elaborado por: El autor

Es importante ahora verificar el cumplimiento de los supuestos para el modelo de primera diferencia, el cual, en base al análisis realizado hasta el momento es el que resulta más robusto, el test Reset de Ramsey para la incorporación de no linealidades al cuadrado otorga un valor p de 0.857, por lo que existe suficiente evidencia estadística como para aceptar la hipótesis nula de linealidad.

Tabla. 7. Contraste reset de Ramsey en la Estimación en Primera Diferencia

Contraste de especificación RESET(cuadrados sólo)
Estadístico de contraste: $F = 0,032564$, con valor $p = P(F(1,661) > 0,0325635) = 0,85$
Nota. Análisis del modelo de primera diferencia. Fuente: CEPIL, Autor y Banco Mundial. Elaborado por: El autor

El factor inflacionario de la varianza tabla 8 otorga valores siempre inferiores a 10 por lo que se puede concluir que no existe un problema de multicolinealidad perfecta. Adicionalmente, dado que el modelo fue implementado a partir de la teoría, también cumple el supuesto de media condicional igual a cero, es decir que la distribución condicional de los errores a partir de las variables explicativas en promedio resultar igual a 0. Por otro lado, no hace falta testear el cumplimiento de

los supuestos de homocedasticidad, autocorrelación y distribución normal de los residuos porque la estimación se realizó con errores estándares Bootstrap según Horowitz (2019).

Tabla. 8. CFactor Inflacionario de la Varianza

Factores de inflación de varianza (VIF)	
Mínimo valor posible = 1.0	
Valores mayores que 10.0 pueden indicar un problema de colinealidad	
PIBO	1,518
PIBD	1,226
DOL	1,338
rta	2,134
DINF	1,351
contig	1,663
comlang_off	3,225
ldist	3,724

$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2)$, donde $R(j)$ es el coeficiente de correlación múltiple entre la variable j y las demás variables independientes

Nota. Análisis del factor inflacionarios. Fuente: CEPIL, Autor y Banco Mundial. Elaborado por: El autor

Por otra parte, es importante mencionar el criterio de robustez del modelo de efectos fijos. Este se basa en la prueba de Wooldridge (2002) – Drukker (2003) y sirve para probar la presencia de autocorrelación en los residuos. Los resultados de esta prueba pueden verse en la tabla 9.

Tabla. 9. Test de Autocorrelación para Efectos Fijos

Wooldridge test para autocorrelación en datos panels	
H0: no autocorrelación de primer orden	
F(1,30) = 9.945	
Prob >F = 0.0036	

Nota. Test de autocorrelación para efectos fijos. Fuente: CEPIL, Autor y Banco Mundial. Elaborado por: El autor

En base a los resultados que otorga la tabla, se puede observar que existe suficiente evidencia estadística como para rechazar la hipótesis nula a un nivel de confianza del 99 % y aceptar la hipótesis alternativa que indica que los residuos tienen correlación serial. Ello confirma ciertas hipótesis teóricas planteadas en párrafos anteriores que indican que para paneles temporales largos es preferible usar primeras diferencias antes que efectos fijos. Dicho de otra forma, la estimación de efectos fijos no resulta robusta y es preferible retener los resultados en primeras diferencias.

5 Discusión

En la discusión se resumen, interpretan y extrapolan los resultados, se analizan sus implicaciones y limitaciones, y se confrontan con las hipótesis planteadas, considerando cómo ha sido la perspectiva de otros autores. Se debe establecer nuevos estudios y nuevas preguntas de investigación.

6 Conclusiones y recomendaciones

Se estimó el modelo de gravedad para Ecuador en el periodo 1996 – 2018 obteniendo como resultados que el PIB de Ecuador y del país de destino son variables directamente proporcionales al flujo comercial; al mismo tiempo la distancia geográfica es una variable inversamente proporcional con respecto a este. Sin embargo, cabe señalar que los hallazgos mencionados, no se cumplen en todos los modelos expuestos anteriormente, a excepción de la variable PIB extranjero que resulta estadísticamente significativa en todas las estimaciones.

Por otro lado, todas las variables de control no resultaron estadísticamente significativas, y la dolarización, en particular, no modificó los flujos comerciales de Ecuador, lo que proporciona más apoyo a la hipótesis inicial de que las menores exportaciones se compensaron con mayores importaciones. Otra variable de control fueron los acuerdos comerciales, que sorprendentemente mostraron una falta de significación estadística en este estudio.

Es interesante que, al tomar un periodo de tiempo amplio, las variables: distancia geográfica, la dolarización, los acuerdos comerciales, las fronteras y el idioma común, no tienen relevancia estadística al nivel de significancia del 5 %. Esto significa que Ecuador tiene un flujo comercial normal a nivel mundial en el cual no incluye ninguna de las variables expuestas anteriormente.

Para trabajos posteriores sobre el tema, pudiera realizarse un análisis de serie temporales o de panel mismo, pero implementando técnicas estadísticas alternativas, como pudieran ser paneles dinámicos, métodos de Poisson o recientes desarrollos de la ciencia de datos.

7 Referencias

- Abafita, J., & Tadesse, T. (2021). Determinants of Global Coffee Trade: Do RTAs matter? Gravity model analysis. *Cogent Economics & Finance*, 9(1), 1-22. <https://doi.org/10.1080/23322039.2021.1892925>
- Abreo, C., Bustillo, R., & Rodríguez, C. (2021). The role of institutional quality in the international trade of a Latin American country: evidence from Colombian export performance. *Journal of Economic Structures*, 10(24), 1-21. <https://doi.org/10.1186/s40008-021-00253-5>
- Acaro, L. M., Vega, A. C., Córdova, N., & Sánchez, X. (2021). Evolución en las exportaciones de banano e impacto del desarrollo económico, provincia de El Oro 2011 - 2020, pre-pandemia, pandemia; aplicando series de tiempo. *Polo del Conocimiento*, 58(6), 257-277. [10.23857/pc.v6i8](https://doi.org/10.23857/pc.v6i8)
- Alvarado-Guzmán, A. R. (2018). Análisis exploratorio de la apertura comercial del Ecuador frente a Perú y Colombia. *Revista Economía y Política*, (29), 9-24 <https://doi.org/10.25097/rep.n29.2019.01>
- Avila, H. (2017). El modelo de gravedad y los determinantes del comercio entre Colombia y sus principales socios económicos. *Civilizar de empresa y economía* 12(1), 89-121.
- Balogh, J. M., & Borges-Aguiar, G. M. (2022). Determinants of Latin American and the Caribbean agricultural trade: A gravity model approach. *Agricultural Economics - Czech*, 68(4), 127–136 <https://doi.org/10.17221/405/2021-agricecon>.
- Baltagi, B. H. (2021). *Econometric Analysis of Panel Data*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53953-5>
- Carbaugh, R. J. (2022). *International Economics*. Cengage Learning.
- Cevik, S. (2020). Going viral: A gravity model of infectious diseases and tourism flows. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3658586>
- Covri-Rivera, D., & Enríquez-Castillo, J. N. (2022). Tipo de cambio real y balanza comercial: Condición Marshall-Lerner entre Ecuador y Estados Unidos (2000-2020). *Revista Venezolana De Gerencia*, 27(99), 911-926 <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.99.4>
- Davidescu, A. A., Popovici, O. C., & Strat, V. (2021). An empirical analysis using panel data gravity models and scenario forecast simulations for the Romanian exports in the context of COVID-19. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 35(1), 480–510. <https://doi.org/10.1080/1331677x.2021.1907205>
- Dorakh, A. (2020). A gravity model analysis of FDI across EU member states. *Journal of Economic Integration*, 35(3), 426–456. <https://doi.org/10.11130/jei.2020.35.3.426>

- Felbermayr, G. J., & Yotov, Y. (2019). From theory to policy with gravitas: A solution to the mystery of the excess trade balances. . SSRN Electronic Journal, 139(1), 1-16. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3467958>
- Frankel, J., & Rose, A. (2002). An Estimate of the Effect of Common Currencies . En Quarterly Journal of Economics 117(2), 1-36.
- Greaney, T. M., & Kiyota, K. (2020). The gravity model and trade in intermediate inputs. The World Economy, 43(8), 2034–2049 <https://doi.org/10.1111/twec.12947>
- Hassan-Khayat, S. (2019). A gravity model analysis for trade between the GCC and developed countries. . Cogent Economics & Finance, 7(1), 1-13. <https://doi.org/10.1080/23322039.2019.1703440>
- Hausman, J. (1978). Specification test in Econometrics. Econometrica, 46, 1251- 1271.
- Horowitz, J. L. (2019). Bootstrap methods in econometrics. Annual Review of Economics, 11, 193-224.
- Hsiao, C. (2022). Analysis of Panel Data. Cambridge University Press <https://doi.org/10.1017/9781009057745>
- Hume, D. (1752). Of the Balance of Trade. McMaster University Archive for the History of Economic Thought.
- Jámbor, A., Gál, P., & Török, Á. (2020). Determinants of regional trade agreements: Global evidence based on gravity models. Journal of International Studies, 13(1), 44-57. <https://doi:10.14254/2071-8330.2020/13-1/3>
- Jia, F., Huang, X., Xu, X., & Sun, H. (2020). The effects of economic policy uncertainty on export: A gravity model approach. Prague Economic Papers, 29(5), 600–622. <https://doi.org/10.18267/j.pep.754>
- Kimsanova, B., & Herzfeld, T. (2022). Policy analysis with Melitz-type gravity model: Evidence from Kyrgyzstan. Journal of Asian Economics, 80, 1-12 <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2022.101482>
- Krugman, P. R., Obstfeld, M., & Melitz, M. J. (2012). Economía Internacional: Teoría y Política. . Pearson.
- Krugman, P. R., Obstfeld, M., & Melitz, M. J. (2022). International Economics: Theory and policy. Pearson.
- Kruse, H. W., & Martínez-Zarzoso, I. (2021). Transfers in the gravity equation. Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économie, 54(1), 410-442. <https://doi.org/10.1111/caje.12500>
- Maciejewski, M., & Wach, K. (2019). What determines export structure in the EU countries? The use of gravity model in international trade based on the panel data for the years 1995-2015. Journal of International Studies, 12(1), 151-167. <https://doi:10.14254/2071-8330.2019/12-1/10>
- Metin, I., & Tepe, G. (2021). Gravity model: A Bibliometric analysis and detailed overview. International Journal of Business and Society, 22(1), 365–381. <https://doi.org/10.33736/ijbs.3183.2021>
- Moreno, A., Narváez, D., & Sancho, S. (2016). Teorías del Comercio Internacional.(Documento Técnico No. 11).Subgerencia de Programación y Regulación del Banco Central del Ecuador. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/doctec11.pdf>
- Newton, I. (1687). Principios matemáticos de la Filosofía natural [Philosophiae Naturalis Principia Mathematica]. Barcelona, 1993 ISBN 84-487-0140-2 [Estudio preliminar y traducción Antonio Escohotado]: Ediciones Altaya, S.A. Grandes Obras del Pensamiento, 21. 621 págs.
- Nunes, E. S., Khan, A. S., Sousa, E. P., & Tabosa, F. S. (s.f.). Determinantes das exportações brasileiras de mamão à luz do modelo gravitacional. Revista de Economia e Sociologia Rural, 59(4), 1-23 <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.222983>

- Ohlin, B. (1933). *Interregional and international trade*. Harvard University Press.
- Pugel, T. (2019). *ISE International Economics*. . McGraw Hill.
- Ricardo, D. (1817). *On the Principles of Political Economy and Taxation*. John Murray.
- Secretaría General de la Comunidad Andina. (2021). *Ecuador estadísticas de comercio exterior de bienes 2020*.
- Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. . W. Strahan and T. Cadell.
- Steger, M. B. (2019). *Globalización una breve introducción*. Antoni Bosch.
- Timini, J., & Viani, F. (2020). A highway across the Atlantic? trade and welfare effects of the EU-Mercosur agreement. *International Economics*, 169, 291-308. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3659242>
- Tinbergen, J. (1963). Shaping The World Economy. *Thunderbird International Business Review*, 5(1), 27-30. <https://doi.org/10.1002/tie.5060050113>
- Wooldridge, J. M. 2002. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric Analysis of Cross section and Panel Data*. The MIT Press.
- Wooldridge, J. M. (2019). *Introductory econometrics: A modern approach*. Cengage Learning.
- Yaselga, E., & Aguirre, I. (2018). Modelo Gravitacional Del Comercio Internacional Para Ecuador 2007-2017. *Cuestiones Económicas*, 28(2), 133-176.
- Yaselga, E., & Aguirre, I. (2018). Modelo Gravitacional Del Comercio Internacional Para Ecuador 2007-2017. *Cuestiones Económicas*, 28(2), 133-176.
- Zander, T. (2021). Does corruption matter for FDI flows in the OECD? A gravity analysis. *International Economics and Economic Policy*, 18(2), 347–377. <https://doi.org/10.1007/s10368-021-00496-4>
- Žmuk, B., & Josic, H. (2021). Investigating the impact of GDP and distance variables in the gravity model using sign and rank tests. *Eastern Journal of European Studies*, 12(1), 5–30. <https://doi.org/10.47743/ejes-2021-0101>