

**ANÁLISIS DE LAS EXPORTACIONES ECUATORIANAS POR MEDIO DEL MODELO DE GRAVEDAD. CASO BANANO**

**ECUADORIAN EXPORTS ANALYSIS THROUGH A GRAVITY MODEL APPROACH. BANANA CASE**

***Luis Bernardo Tonon Ordóñez, Mgtr.***

 <https://orcid.org/0000-0003-2360-9911>

Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador

ltonon@uazuay.edu.ec

***Jorge Vásquez Bernal, Econ.***

 <https://orcid.org/0000-0002-0487-5491>

Investigador Independiente

jorgevasquezbernal@gmail.com

***Ana Armijos Orellana, Econ.***

 <https://orcid.org/0000-0003-4407-3482>

Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador

aarmijos@uazuay.edu.ec

***Jorge Altamirano Flores, Ph.D.***

 <https://orcid.org/0000-0003-3882-2432>

Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador

joaltamiranofl@uide.edu.ec

**ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN**

Recibido: 21 de junio de 2022

Aceptado: 3 de agosto de 2022

**RESUMEN**

Esta investigación utilizó el modelo de gravedad para explicar el comportamiento de las exportaciones de banano ecuatoriano a los principales doce países destinos entre el año 2000 y 2019. El objetivo del estudio fue determinar las variables que influyeron en estos flujos comerciales, estimando dos modelos de datos de panel mediante el uso de efectos aleatorios. Ambos modelos, el PIB sectorial y el PIB de los países importadores se tomaron en cuenta como variables comunes, y cada modelo fue diferenciado según la variable que



representa la resistencia al comercio. El primer caso fue la distancia medida en kilómetros y el segundo caso fue un índice de costos comerciales de productos agrícolas. Se concluyó que el segundo modelo era más adecuado tanto para el marco teórico como para los flujos comerciales en estudio. Los resultados han demostrado que los costos del comercio de bienes agrícolas tuvieron un efecto negativo mayor en las exportaciones de banano ecuatoriano que la distancia geográfica.

Palabras clave: Modelo de gravedad, exportaciones, banano, PIB sectorial, costos de comercio de bienes agrícolas.

## **ABSTRACT**

This research used the gravity model to explain the behavior of Ecuadorian banana exports to the main twelve country destinations between 2000 and 2019. The objective of the study was to determine the variables that influenced these trade flows, estimating two panel models data by using random effects. Both models, sectoral GDP and GDP of importing countries were taken as common variables, and each model was differentiated according to the variable that represents resistance to trade. The first case was the distance measured in kilometers and the second case was an index of trade costs of agricultural goods. It was concluded that the second model was more suitable to both the theoretical framework and the trade flows under study. The results have proven that agricultural goods trade costs had a greater negative effect on Ecuadorian banana exports than geographical distance.

Keywords: Gravity model, export, banana, sectoral GDP, agricultural goods, trade costs

## **INTRODUCCIÓN**

Cuando se pretende buscar un modelo que explique el flujo comercial, sin centrarse en su composición, y que utilice ecuaciones para predecir el volumen del comercio bilateral entre dos países, viene a la mente el modelo de gravedad (Borges y Cossu, 2019). Este modelo representa una alternativa viable para lograr explicar el flujo comercial. Su eficiencia y simplicidad han permitido que éste sea utilizado en múltiples investigaciones, en las cuales se ha logrado realizar un análisis de las variables determinantes de los patrones de comercio bilateral.

Hassan (2001), afirma que el modelo de gravedad ofrece un marco sistemático para medir el patrón normal de comercio, pues estima el flujo comercial en función de variables que afectan, directa o indirectamente, a los determinantes del flujo comercial. El modelo ha sido utilizado durante mucho tiempo para estudios empíricos de la estructura del comercio.

Correa (2021) explica que, pese a los sólidos fundamentos teóricos y a los notables resultados empíricos que plantea el modelo de gravedad, éste se ha utilizado a menudo sin tomar en cuenta sus principios teóricos y los posibles desafíos econométricos que puede suponer su aplicación, lo que ha dado paso a la generación de sesgos y estimaciones inconsistentes.

En lo referente a la aplicación del modelo para los distintos sectores productivos que conforman una economía, Ghazalian et al. (2012), afirman que debe tomarse en consideración que los mercados agroalimentarios tienen características distintivas en comparación con los sectores manufactureros. Estas características se establecen por la perecibilidad que tienen los mismo al ser transportados a través de distancias largas y por aráncales proteccionistas (Duval et al., 2016). En función de lo anteriormente establecido el objetivo de esta investigación fue el de analizar las variables que determinan los flujos de exportaciones ecuatorianas de banano a través de un modelo de gravedad.

El Ecuador se ha caracterizado por la producción y comercialización de bienes primarios, es decir, un modelo primario exportador (Paz y Pesantez, 2013). Durante algunos periodos de la historia republicana, Ecuador llegó a tener una alta dependencia de un único producto de exportación como fue el cacao a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX (Apolo, 2020). Esta dependencia, ocasionó que las fluctuaciones de los precios internacionales provoquen desequilibrios macroeconómicos que impulsaron la introducción del modelo ISI (industrialización sustitutiva de importaciones) con el fin industrializar la producción nacional y reducir las importaciones de productos manufacturados (Ramos, 2000).

De acuerdo con la información generada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2021), Ecuador en el 2019 se posicionó como el quinto mayor productor de banano. En el ámbito del mercado internacional fue el mayor exportador del fruto entre los años 2000-2019. Además, en ese mismo periodo, el país exportó un total de 108 millones de toneladas métricas de banano, equivalente a un ingreso a la economía nacional de 35 mil millones de dólares, al 12,15% de las exportaciones totales, a un 61,51% de las exportaciones agrícolas, al 36,92% de las exportaciones no petroleras y ha registrado un crecimiento promedio anual del 6,83% (Banco Central del Ecuador, 2022).

En lo que concierne a la producción nacional, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2020) al año 2019 en Ecuador existían 165.080 hectáreas de cultivo de banano de las cuales el 85,65% se encontraban concentrados en tres provincias: 33,83% en Los Ríos, 26,30% en El Oro y 25,52% en Guayas.

## REVISIÓN DE LITERATURA

El modelo de gravedad se basa en la Ley de Gravitación Universal de Newton propuesta en 1687. De acuerdo con Krugman et al. (2018), su aplicación a la economía, supone que los flujos bilaterales de comercio tienen una relación directa con el tamaño de las economías que negocian y una relación inversa con la distancia geográfica que separa a los países. La forma básica con la cual los autores describen a dicho modelo, se expresa a través de la siguiente ecuación:

$$T_{ij} = \frac{A \cdot Y_i \cdot Y_j}{D_{ij}} \quad (1)$$

Donde:

A, es una constante. En ésta, están incluidas otras variables que influyen en los flujos comerciales.

$T_{ij}$ , 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.

$D_{ij}$ , es la distancia entre los dos países.

Las variables básicas utilizadas son el Producto Interno Bruto (PIB) de cada país, como una variable *proxy* al tamaño de la economía; y, la distancia entre los países medida regularmente en kilómetros, como una variable *proxy* de los costos de comercio que, según Chen y Novy (2011), incluyen transporte, barreras arancelarias y no arancelarias.

Como afirman Baldwin y Taglioni (2006), la utilización del modelo se popularizó por tres razones: 1) los flujos de comercio internacional son un elemento clave en todo tipo de relaciones económicas, por lo que siempre es deseable saber cuáles deberían ser las características de los flujos normales, es decir de aquellos que no presenten perturbaciones debido a factores comerciales y/o políticos; 2) los investigadores pueden acceder fácilmente a los datos utilizados para su estimación; 3) la respetabilidad hacia el modelo, generada por su aplicación en varios artículos de alto impacto.

Shahriar et al. (2019), aseguran que se pueden rastrear las raíces históricas del modelo en trabajos como los de Revenstein (1885), quien investigó la relación de la migración y los centros del comercio y la industria; Samuelson (1948), quien examinó la manera en la que los factores de producción igualan sus precios; y Linder (1961), quien estableció que, a mayor similitud de las estructuras de demanda de los países, más alto será su nivel de comercio.

Por su parte, fue Timbergen (1962), quien aplicó por primera vez este modelo básico uniecuacional a los flujos comerciales para determinar los patrones estándar de comercio. Posteriormente, los trabajos de Pöyhönen (1963), Pulliainen (1963) y Linnemann (1966) incluyeron variables al modelo, buscando mejorar sus estimaciones. Estas nuevas variables se sintetizan en aquellas de naturaleza cuantitativa como: población, precios, aranceles y tipo de cambio; mientras en un segundo grupo se muestran la de tipo dicotómico siendo que estas guardan relación con la cultura, geografía, integración, acuerdos comerciales, políticas, pertenecía a organizaciones internacionales entre otros (Bubáková, 2013).

Lo empírico del modelo generó reparos en la comunidad científica por la falta de un sustento teórico que respalde al mismo y, fue la investigación de Anderson (1979), la que brindó los primeros aportes teóricos al comprobar su relación con el sistema de gasto. Este primer sustento teórico se logró por medio de los supuestos de Armington (1969), los cuales establecen el grado de sustitución que tiene un productor para ofertar al mercado local o externo y a la vez el grado de sustitución que tendrá un consumidor para elegir entre la demanda local o internacional (Sevillano, 2012). A principios de la década de 1980, se inició un período en el que el modelo de gravedad pasó de tener muy pocos fundamentos teóricos a tener demasiados.

Bergstrand (1985), relacionó al modelo con la dotación de factores y el comercio bilateral. Helpman (1987), demostró que existe un vínculo entre los modelos de gravedad y de competencia monopolística. Deardorff (1998), indicó que, a partir de modelos de comercio, como el ricardiano o el modelo Heckscher-Ohlin, se puede llegar al modelo de gravedad. Frankel y Wei (1993), al incluir variables dummy al modelo, demostraron la importancia de los bloques regionales de comerciales subregionales.

Porojan (2000), concluyó que ¡el modelo de gravedad tradicional subestima la cantidad de flujos comerciales que ocurren entre países vecinos y, a la vez, sobreestima los flujos comerciales de los países insulares. Marimoutou et al. (2010), concluyeron que la influencia de la distancia puede ser contrarrestada por el tamaño del mercado del socio comercial.

Si bien, en su forma básica, el modelo de gravedad sólo incluye al tamaño de las economías y a la distancia geográfica en su forma ampliada, puede incluir variables que influyen en el comercio, de manera positiva o negativa, como por ejemplo los costos de comercio, aranceles y medidas no arancelarias, acuerdos comerciales, pertenencia a bloques de comercio, pertenencia a la Organización Mundial del Comercio (OMC), entre otros.

También se debe destacar que, por lo general, el modelo se aplica a los flujos comerciales agregados o totales entre países, pero también puede ser aplicado al comercio por sectores o incluso, al de bienes concretos, tal como lo demuestran las siguientes investigaciones.

#### ***Aplicación del modelo de gravedad a sectores***

Aguirre et al. (2018), analizaron las variables determinantes de las exportaciones nicaragüenses de productos agrícolas, mediante un modelo de gravedad estimado por el método de MCO con datos de 12 socios comerciales en el periodo 1990-2010. Resultaron ser variables significativas: la población de los socios comerciales de Nicaragua, el PIB per cápita de Nicaragua, el tipo de cambio real y el PIB nominal de sus socios comerciales, mientras que, la distancia, tuvo un efecto negativo.

Irandu (2019), exploró los factores determinantes de las exportaciones hortícolas (las mismas que comprenden vegetales, flores y frutas) de Kenya, con sus 10 principales socios comerciales, mediante el uso de un modelo de gravedad de forma log-log. Se utilizaron como variables independientes al PIB, la población de los países y la distancia entre sus capitales; además, se incluyeron variables dicotómicas, tales como los lazos coloniales y el uso del lenguaje común.

La conclusión a la que llegó el autor, fue que las exportaciones se vieron influidas positivamente por el tamaño económico del país con el que se negocia, expresado a través del PIB, el tamaño de la población y la paridad del poder adquisitivo; y, negativamente por la distancia geográfica entre los socios comerciales. Vale destacar que el vínculo colonial fue un factor significativo para explicar los flujos de exportación a Gran Bretaña.

Uzel y Gürlük (2019) estudiaron la estructura de las exportaciones agrícolas de Turquía mediante el modelo de gravedad estimado a través del método de efectos fijos. Para ello, se utilizó un panel de datos anual conformado por 16 países durante el periodo 2001-2017.

Los resultados indicaron que el PIB y la población de los países importadores incidieron de forma positiva sobre la variable de estudio; por su parte, la distancia la afectó de forma negativa.

Nasrullah et al. (2020), trabajaron sobre los flujos comerciales de productos forestales (grupos 44, 47, 48, 49 y 94) de China con respecto a 50 países, utilizando datos de panel para el período 2001-2018. Los resultados mostraron que los PIB de China como de los otros países tuvieron un efecto positivo y, que la distancia, mostró un efecto inverso sobre los flujos de comercio. Otros resultados destacables fueron la pertenencia a la APEC y a la OCDE, misma que tuvo un impacto significativo en el comercio bilateral; no obstante, los aranceles compensatorios/antidumping impuestos a China, generaron afectación al comercio.

Por medio de un modelo de gravedad con efectos fijos Oyekale & Phaleng, (2021) analizaron en el período 1994-2006 los factores que incluyeron en las exportaciones de frutas desde Sudáfrica a los países de África occidental. Se tomaron como variable dependiente con respecto a los países importadores: PIB nominal, población, tasa de inflación, índice de tipo de cambio, el ad valorem y la inversión extranjera directa.

Desde el punto de vista del país exportador se utilizaron las variables capacidad de producción nacional y apertura comercial. Se concluyó que el PIB de los importadores, la población y la capacidad de producción tuvieron una relación positiva con los flujos comerciales y que Inversión Extranjera Directa del importador, el Equivalente *Ad-Valorem* y la inflación tuvieron un impacto negativo en el comercio.

Balogh y Borges (2022) estudiaron los determinantes de las exportaciones agrícolas bilaterales de América Latina y el Caribe, para el período 1995-2019. La investigación empleó un modelo de gravedad estimado mediante el método de Pseudo Máxima Verosimilitud de Poisson (PPML). Los resultados establecieron que el PIB de los países importadores tiene un mayor impacto en las exportaciones agrícolas comparado con el PIB de los países exportadores. De igual forma, las similitudes culturales y la participación en organizaciones de comercio internacional estimularon el flujo comercial. Caso contrario, la distancia y los vínculos comerciales pasados influyeron negativamente en el comercio agroalimentario de la región.

Ya y Pei (2022) mediante el modelo de gravedad determinaron la influencia de los siguientes factores en el comercio agrícola entre China y África. La muestra para el análisis consto de un conjunto de datos de panel de China y 58 socios africanos en el periodo 2010-2019, mientras que se utilizaron los estimadores de efectos aleatorios y fijos.

Los resultados de la investigación indicaron que el PIB de China, el PIB de los países africanos, los años de educación de la población africana, la tierra cultivable promedio per cápita de los países africanos y las energías renovables y los recursos hídricos per cápita en África tienen efectos positivos en el flujo comercial. Mientras la distancia geográfica y el tipo de cambio de China tienen un impacto negativo.

Para analizar las exportaciones agrícolas de Serbia a la Unión Europea en el periodo 2001-2017 Ristanović y Tošović-Stevanović (2022) un modelo de gravedad con efectos fijos. Los resultados obtenidos mostraron una relación positiva con el tamaño de la economía medido por medio del PIB, el tamaño del mercado de los socios comerciales extranjeros medido por la población. Finalmente, como era de esperarse la distancia entre los países tuvo un efecto negativo sobre el volumen de exportación.

#### **Aplicación del modelo de gravedad a productos**

Sánchez et al. (2016), utilizando el modelo gravitacional, analizaron los determinantes de la oferta de exportación de café de Brasil, Colombia y Perú en el periodo 2000-2013. Los resultados mostraron que en la estimación del modelo para Brasil el aumento de su PIB, provocó un aumento en las exportaciones. En cuanto a las estimaciones de los modelos para la exportación de café colombiano y café peruano, se identificó un impacto positivo de los ingresos del país de destino. El aumento del precio global de este producto, también incidió de forma positiva al comercio; sin embargo, la distancia tuvo un efecto negativo en las exportaciones del producto.

Bekele y Mersha (2019), analizaron los factores que determinan el desempeño de las exportaciones de café de Etiopía, tomando en cuenta tanto la oferta como la demanda, a través de una aplicación del modelo de gravedad de panel dinámico con datos correspondientes a los flujos de 71 países importadores de café, durante el período 2005-2015. Los resultados mostraron que las variables relevantes fueron: las exportaciones de café rezagadas, el PIB real del país exportador y de los países importadores, la población etíope, la apertura al comercio de los países importadores y la calidad institucional de Etiopía, mismas que tuvieron un efecto positivo; mientras que, la distancia ponderada, tuvo un efecto negativo.

Kea et al. (2019), investigaron las principales variables que determinan las exportaciones de arroz desde Camboya, aplicando un modelo de gravedad dinámico con datos de 40 socios comerciales en el periodo 1995-2016, por medio de tres enfoques: Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS), Poisson Pseudo-Máxima Verosimilitud (PPML) y modelos de selección de muestras de Heckman. Se encontró que las variables PIB per cápita, importación total de arroz, exportación total de arroz y el idioma chino, fueron positivamente significativas; y, que la distancia, tuvo un impacto negativo. También se concluyó que los vínculos históricos, la política de tipo de cambio y la reforma agraria promovieron las exportaciones de arroz.

Mendes dos Reis et al. (2020), estudiaron el papel del desempeño logístico en las exportaciones de soja entre Argentina, Brasil, Estados Unidos y sus socios comerciales, en el periodo 2012-2018. Para tal propósito, se utilizó un modelo de gravedad extendido, con datos de panel y una variante de Poisson Pseudo-Máxima Verosimilitud (PPML); tomando como variables independientes al PIB, a los indicadores de distancia y de logística (índice de desempeño logístico proporcionado por el Banco Mundial).

Se concluyó que el coeficiente positivo de distancia y el bajo impacto del PIB sugirieron que el comercio de soja está relacionado con factores distintos de las variables básicas en los modelos de gravedad, como los costos culturales, de disponibilidad de tierra y de logística. Además, que la infraestructura logística tuvo una correlación positiva y significativa con el comercio.

Kashiwagi et al. (2020), determinaron los factores que afectan a las exportaciones e importaciones de aceite de oliva en los países mediterráneos, utilizando datos de panel equilibrados del comercio de aceite de oliva para el periodo 1998-2016. Las conclusiones a las que llegaron los autores, son coherentes con los principios del modelo pues, los resultados sugirieron que, un aumento en el tamaño bilateral general de los socios comerciales, afectó positivamente el flujo del comercio; también, que la diferencia en la dotación de factores, tuvo un impacto negativo en las exportaciones; mientras que, su efecto fue positivo en sus importaciones.

Por último, la ampliación de la UE tuvo un efecto positivo en el volumen de exportación e importación de aceite de oliva. Entre los Estados miembros de la UE, cuya renta per cápita y propiedades de demanda son similares, el volumen de importaciones fue mayor que el de los países que comercian con aceite de oliva fuera de la UE.

Nguyen (2020), aplicó en su trabajo, modelos de gravedad para determinar los factores que afectaron a la exportación de arroz y café de Vietnam, mediante un enfoque de gravedad de frontera estocástica (AGPA), en el periodo 2000-2018. Para ello, se consideraron en el análisis, a 40 socios comerciales para el arroz y 35 para el café. Las conclusiones mostraron que el PIB de Vietnam fue importante en ambos modelos, pues el PIB de los socios comerciales, tuvo un impacto significativamente positivo en la exportación de café y otro, significativamente negativo en la exportación de arroz. La pertenencia a la ASEAN tuvo efectos positivos en ambos modelos.

Eshetu y Goshu (2021), analizaron las exportaciones de café de Etiopía a 31 países utilizando un modelo de gravedad dinámico y un método de estimación de momento generalizado (GMM), para el período 1998-2016. Los resultados mostraron que las variables apertura comercial, tamaño de la población de Etiopía, inversión extranjera directa e índice de calidad institucional de Etiopía, tuvieron un efecto positivo sobre las exportaciones. Por su parte, las variables población de los países socios, distancia ponderada, volumen de exportación rezagado y tipo de cambio real, tuvieron un efecto negativo.

Con el objetivo de analizar los determinantes de las exportaciones de papaya desde Brasil a países de América y Europa durante entre los años 2002 y 2017 de Souza et al. (2021) aplicaron un modelo de gravedad mediante la metodología de datos de panel tomando como variables explicativas al ingreso per cápita de Brasil, distancia, tipo de cambio, índice de libertad comercial, precios internacionales y variables binarias correspondientes al bloque económico del cual forma parte el país importador y la presencia de salida al mar.

Los resultados demostraron el cumplimiento de los supuestos de modelo y además una elación directa entre este flujo comercial, los precios internacionales y el tipo de cambio. Además, se observó que los países del bloque europeo tuvieron una mayor importancia que los países del MERCOSUR y del TLCAN.

La investigación de Tadesse y Abafita (2021), analizó los flujos mundiales de comercio del café de 18 grandes exportadores y 201 socios comerciales, para el período 2001-2015. Para ello, se aplicó un modelo de gravedad utilizando datos de panel, por medio de los estimadores OLS y PPML.

Se concluyó que los PIB de los países, tuvieron efectos positivos en el comercio; la distancia, lo impidió; y, la variable frontera común, vínculo colonial, colonizador común, lenguaje común, depreciación en el tipo de cambio del país exportador, infraestructura y cantidad de tierra cultivable en el país exportador, tuvieron efectos positivos sobre el comercio de café.

Abdullahi et al. (2021), estudiaron los factores que afectaron a los flujos de exportación de cacao de Nigeria con respecto a 36 países importadores, en el periodo 1995-2018. Los autores, aplicaron el modelo de gravedad con datos de panel, teniendo en cuenta tres enfoques analíticos diferentes: Modelo de selección de muestras de Heckman, GLS y PPML.

Se concluyó que los PIB, la política cambiaria, la pertenencia a la OMC y a la UE, así como el vínculo colonial, tuvieron una influencia positiva sobre los flujos de exportación de cacao. Además, se observó el impacto negativo en las variables distancia, PIB per cápita, falta de litoral, pertenencia a la Unión Africana y la pertenencia a la Comunidad Económica de Estados de África Occidental.

Thuong et al. (2021) analizaron el impacto de los Obstáculos Técnicos al Comercio sobre las exportaciones de té de Vietnam mediante un modelo de gravedad estimado mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios, Efectos Fijos y Efectos Aleatorios. Para ello, se consideraron a 55 países importadores del producto durante el periodo 2001-2019. Los resultados demostraron que, a pesar de que el PIB, la población, la distancia, los aranceles y la participación en la Organización Mundial del Comercio fueron variables cruciales en las relaciones comerciales, los Obstáculos Técnicos al Comercio provocan efectos negativos sobre las exportaciones de té.

Assoua et al. (2022) evaluaron el efecto de los cambios en las regulaciones de política alimentaria en cuanto a la adopción de medidas sanitarias y fitosanitarias sobre las exportaciones de cacao de Camerún. Para lograrlo, emplearon modelos de gravedad utilizando datos de los 10 principales socios importadores del país, durante el periodo 2001-2017. Los resultados indicaron que las exportaciones de cacao de Camerún no estuvieron influenciadas significativamente por las medidas sanitarias y fitosanitarias de los mercados importadores; además, las variables del PIB, población e idioma común incidieron en los flujos comerciales.

Benavidez & Xia (2022) aplicaron un modelo de gravedad con datos de panel para analizar los efectos de factores económicos y regulatorios sobre los flujos de exportación de café orgánico desde los países de Centroamérica hacia los Estados Unidos en el periodo 2011-2020. Los resultados obtenidos demostraron que las variables que tuvieron un efecto negativo sobre las exportaciones fueron el precio pagado a los exportadores, el PIB per cápita de Estados Unidos, y la cantidad de certificaciones que se deben obtener.

Yusiana et al (2022) a través de un conjunto de datos de panel analizaron sobre las variables que influyeron en las exportaciones de arroz de Tailandia en el periodo 2010 al 2019. Las derivaciones del análisis mostraron que los factores que tienen magnitudes positivas son el PIB de los importadores y el tipo de cambio real. De forma contraria, el PIB de los exportadores, los precios del arroz, la producción y la distancia presentaron coeficientes negativos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente investigación se estableció con un enfoque mixto; ello, dado que se partió de un análisis cualitativo, el mismo que abarcó el componente teórico referente al modelo de gravedad anteriormente descrito. En cuanto al análisis cuantitativo, este radicó en la cuantificación de los conceptos a través de una aplicación econométrica. Para la estimación de los modelos de gravedad de las exportaciones de banano de Ecuador se utilizó un conjunto de datos de panel con frecuencia anual, de los principales destinos de exportación del bien de estudio en el periodo 2000-2019, con excepción de Arabia Saudita y Ucrania, tal como se muestra en la Tabla 1.

La razón de la exclusión del análisis de ambas naciones, se debió a que, el primer país en cuestión, no presentó información completa en relación a la variable costos de comercio internacional bilaterales del sector agrícola; y, el segundo, presentó flujos nulos de importaciones de banano ecuatoriano en algunos años del periodo señalado. De igual forma, la muestra se truncó en el 2019, dado que la variable costos de comercio internacional bilaterales del sector agrícola, presentó información hasta dicho año. Además, la muestra utilizada, representó el 83,96% de las ventas nacionales de banano al mercado externo en el periodo de análisis seleccionado.

**Tabla 1**

*Principales países importadores de banano ecuatoriano*

<b>País</b>	<b>Participación</b>	<b>País</b>	<b>Participación</b>
Rusia	21,35%	Argentina	2,87%
Estados Unidos	19,05%	China	2,25%
Italia	11,48%	Países Bajos	2,14%
Alemania	9,36%	Japón	1,93%
Bélgica	5,16%	Arabia Saudita	1,66%
Turquía	3,95%	Reino Unidos	1,49%
Chile	2,95%	Ucrania	1,29%

Al momento de especificar un modelo de gravedad, existe el consenso por la adopción de la forma logarítmica lineal. La razón que lo justifica es que, esta forma funcional, simplifica las estimaciones y permite interpretar los resultados en elasticidades, es decir, el porcentaje de variación de una variable dependiente frente a una determinada independiente. Así también, esta forma econométrica permite transformar los factores multiplicativos que presenta la ecuación de gravedad en relaciones lineales entre las distintas variables (Sanso et al., 1993; Candial y Lozano, 2008; Fuller et al., 2019).

La especificación econométrica del modelo de gravedad en forma logarítmica-lineal, se muestra en la ecuación 2:

$$\text{Log}(T_{ij}) = A + \beta_1 \text{Log}(Y_i) + \beta_2 \text{Log}(Y_j) - \beta_3 \text{Log}(D_{ij}) \quad (2)$$

Ahora bien, el numerador de la ecuación de gravedad (1), establece al PIB sectorial como variable que representa el tamaño de la economía exportadora, dado que Anderson (2011), especifica que, en un modelo de gravedad con desagregación de productos, es adecuado utilizar el PIB del sector correspondiente con la categoría a la cual pertenezca. Asimismo, se establece como variables que representan al tamaño de los países importadores, al PIB de los mismos. Así, las variables mencionadas, constituyen la oferta potencial de exportaciones y la demanda de importaciones (Nilsson, 2000).

Con respecto al denominador, en él se engloban aquellas variables que dificultan el comercio entre países, por ende, Tinbergen (1962), utilizó a la distancia como la variable que genera fricción en los flujos comerciales en sustitución de los costos de comercio. Sin embargo, autores como Tu & Giang (2018) y Vásquez & Tonon (2021), utilizaron en sus investigaciones a los costos de comercio internacional para determinar su influencia sobre los flujos comerciales, dado que los mismos resultan cruciales para establecer el nivel de comercio entre países. En virtud de lo mencionado, se buscó establecer la influencia que tienen estas dos variables en las exportaciones de banano ecuatoriano.

El primer modelo de gravedad a estimar, presenta la especificación econométrica que se muestra en la ecuación 3:

$$\text{Log}(X_{ijt}) = A + \beta_1 \text{Log}(\text{PIBSECT}_{it}) + \beta_2 \text{Log}(\text{PIB}_{jt}) - \beta_3 \text{Log}(\text{DIST}_{ijt}) + u_{ijt} \quad (3)$$

El segundo modelo de gravedad a estimar, presenta la especificación econométrica que se muestra en la ecuación 4:

$$\text{Log}(X_{ijt}) = A + \beta_1 \text{Log}(\text{PIBSECT}_{it}) + \beta_2 \text{Log}(\text{PIB}_{jt}) - \beta_3 \text{Log}(\text{CC}_{ijt}) + u_{ijt} \quad (4)$$

Donde  $j$  es el componente transversal (los 12 países importadores seleccionados), mismo que hace referencia al componente de serie de tiempo (2000-2019), periodo en el cual la economía ecuatoriana se encuentra dolarizada. Con respecto a  $u_{ijt}$ , éste representa el término de error, el cual está compuesto por el error aleatorio más los efectos no observables que difieren de una unidad transversal a otra, incluido el efecto no cuantificable que varía a lo largo del tiempo (Tonon et al., 2019).

La Tabla 2, resume las variables que se muestran en las especificaciones descritas anteriormente:

**Tabla 2**

*Variables para la aplicación del modelo*

<b>Simbología</b>	<b>Variable</b>	<b>Fuente</b>
$X_{ijt}$	Exportaciones de banano de Ecuador en términos FOB.	Banco Central del Ecuador (2022)
$PIBSECT_{it}$	Producción del sector agrícola de Ecuador.	Banco Central del Ecuador (2022)
$PIB_{jt}$	Producto Interno Bruto de los 12 principales importadores de banano de Ecuador	Banco Mundial (2022)
$DIST_{ijt}$	Distancia en Km. entre la capital de Ecuador y las capitales de los 12 principales importadores de banano de Ecuador.	Distance Calculator (2022)
$CC_{ijt}$	Costos de comercio internacional bilaterales del sector agrícola en términos Ad-valorem.	Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico (2022)

Es importante destacar que las variables se presentan en términos nominales, dado que los índices de precios utilizados en los distintos países para convertir una unidad monetaria nominal a otra real, difieren en sus metodologías. En consecuencia, no muestran los precios verdaderos a los cuales se comercian los distintos bienes.

También, se debe tomar en consideración que la variable dependiente se encuentra en términos FOB, es decir, en precio de mercado, por lo que las variables independientes deben mostrarse en los mismos términos.

En relación a la variable que refleja la distancia, ésta se expresa en kilómetros y es medida de forma ortodrómica (una línea recta dentro de una esfera), entre las capitales de los países incluidos en el análisis de la presente investigación.

En cuanto a los costos de comercio internacional bilaterales del sector agrícola, estos se muestran en términos *ad valorem*, mismos que se traducen en un porcentaje de valor añadido sobre el valor bruto del producto (Duval et al., 2016) y se estima mediante la siguiente fórmula:

$$\varphi_{ijkt} = \left( \frac{x_{iikt} * x_{jjkt}}{x_{ijkt} * x_{jikt}} \right)^{\frac{1}{2(\sigma_k - 1)}} - 1 \quad (5)$$

Donde:

$\varphi_{ijkt}$  : Costo promedio comercial geométrico bilateral entre el país i y el país j en un determinado sector en un momento del tiempo.

$x_{iikt}$  : Comercio interno en el país i

$x_{jjkt}$  : Comercio interno en el país j

$x_{ijkt}$  : Flujo Comercial del país i al país j

$x_{jikt}$  : Flujo Comercial del país j al país i

$\frac{1}{2(\sigma_k - 1)}$  : Elasticidad De Sustitución Específica Del Sector.

De acuerdo a la ecuación 5, se deduce que los costos de comercio internacional son más elevados cuando los países comercian más a nivel interno que a nivel externo. Caso contrario, cuando un país comercia más a nivel internacional que local, se presenta una disminución de los costos de comercio (Duval et al., 2016). Por el lado de la elasticidad de sustitución específica del sector, esta se establece por el grado de sustitución que tienen los demandantes a la hora de elegir productos nacionales o extranjeros en función de sus preferencias (Novy, 2013).

Con respecto al método de estimación de un modelo de gravedad con datos de panel, autores como Rosales et al. (2013) establecen que, si no existe heterogeneidad no observada entre las unidades transversales (países), el método de MCO es el correcto. Por otra parte, si existen indicios de autocorrelación del error, se debe realizar la prueba de Breusch Pagan para corroborar la hipótesis la existencia de un efecto constante en los residuos; y, de ser afirmativo, se debe optar por otra técnica de estimación.

Otras técnicas para estimar un modelo de datos de panel, hacen referencia a metodologías con efectos fijos y efectos aleatorios (Wooldridge, 2010). Así, un modelo de efectos fijos, supone un término constante para cada unidad transversal y, que los efectos individuales, son diferentes entre sí; en consecuencia, la heterogeneidad no observable se

incorpora en la constante. En referencia al modelo de efectos aleatorios, éste conjetura que las unidades transversales presentan homogeneidad, es decir, muestran características comunes; por ende, el intercepto de estos modelos presenta una media común y la diferencias entre cada unidad transversal, se reflejan en el error.

Para elegir entre los estimadores de efectos fijos o aleatorios, se hace uso de la prueba de Hausman, la cual establece como hipótesis nula, que los efectos aleatorios prevalecen sobre los efectos fijos; y, la hipótesis alternativa, indica que efectos fijos es el método adecuado de estimación (Rosales et al., 2013).

Se debe considerar que los estimadores de efectos fijos, no permiten la inclusión de variables constantes en el tiempo (Tonon et al., 2019) o, cuyo valor sea repetitivo de una unidad transversal a otra. En el presente estudio, tanto la distancia como la producción sectorial de Ecuador, cumplen los criterios anteriormente mencionados; por tanto, los dos modelos de esta investigación, fueron estimados mediante efectos aleatorios.

En la misma línea, al estimar un modelo mediante efectos aleatorios se debe precisar que el mismo utiliza la técnica de mínimos cuadrados generalizados (Rosales et al., 2013). La ventaja de utilizar el estimador antes descrito es la robustez que tiene el mismo a la heteroscedasticidad, autocorrelación (Yaselga & Aguirre, 2018). Por el lado de la correlación contemporánea, está se constató por medio de la prueba de Pesaran CD, cuya hipótesis nula establece la ausencia del problema anteriormente nombrado. La construcción de cada uno de ellos, se realizó con el software Eviews 12.

## **RESULTADOS**

Los resultados de las estimaciones para cada modelo, se pueden observar en los Anexos 1 y 2. La Tabla 3 presenta la comparación de resultados para las dos especificaciones del modelo.

**Tabla 3**

*Resultados de las especificaciones del modelo*

Variables	Especificación 1		Especificación 2	
	Coficiente	Probabilidad	Coficiente	Probabilidad
Producción Agrícola	1,436	0,000	0,845	0,000
PIB Importadores	0,371	0,074	0,478	0,008
Distancia	-1,058	0,261	-	-
Costos de Comercio	-	-	-3,448	0,000
Constante	-15,087	0,101	3,323	0,528
Coficiente de Determinación	0,325		0,454	
Probabilidad de F	0,000		0,000	
Probabilidad Prueba Hausman	1,000		1,000	

Nota. Método ordinario de cálculo de los errores estándar.

La ecuación 6 muestra la primera especificación del modelo de gravedad de las exportaciones de banano del Ecuador:

$$\begin{aligned} \text{Log}(X_{ijt}) = & -15,09 + 1,44\text{Log}(\text{PIBSECT}_{it}) + 0,37\text{Log}(\text{PIB}_{jt}) - 1,06\text{Log}(\text{DIST}_{ijt}) \\ & + u_{ijt} \end{aligned} \quad (6)$$

Con

$$R^2 = 32,5 \%$$

La interpretación del primer modelo planteado es la siguiente: por cada 1% de incremento en la producción agrícola del Ecuador, *ceteris paribus*, las exportaciones de banano se incrementan en un 1,44%; mientras que, por cada 1% de aumento del PIB de los países importadores de banano, *ceteris paribus*, las exportaciones ecuatorianas de banano se ven incrementadas en un 0,37%. En el caso de la distancia, por cada 1% en que ésta aumente entre Ecuador y el lugar de importación, *ceteris paribus*, las exportaciones de banano ecuatoriano se ven afectadas en un 1,06%.

En este primer modelo, las exportaciones de banano de Ecuador son explicadas en un 32,5% por parte de las variables independientes, de acuerdo con el coeficiente de determinación obtenido. También, el modelo es significativo en su conjunto y, si se analizan individualmente los coeficientes, sólo la producción agrícola del Ecuador resulta ser significativa con un nivel de significancia del 95%.

La segunda especificación del modelo de gravedad de las exportaciones de banano del Ecuador, se muestra en la ecuación 7:

$$\text{Log}(X_{ijt}) = 3,32 + 0,84\text{Log}(\text{PIBSECT}_{it}) + 0,48\text{Log}(\text{PIB}_{jt}) - 3,45\text{Log}(\text{CC}_{ijt}) + u_{ijt} \quad (7)$$

Con

$$R^2 = 45,4 \%$$

La interpretación de este segundo modelo es la siguiente: por cada 1% de incremento en la producción agrícola del Ecuador, *ceteris paribus*, las exportaciones de banano se incrementan en un 0,84%; mientras que, por cada 1% de aumento del PIB de los países importadores de banano, *ceteris paribus*, las exportaciones ecuatorianas de banano se ven incrementadas en un 0,48%. Con respecto a los costos de comercio, un aumento de estos en un 1%, *ceteris paribus*, se traduce en una disminución de las exportaciones de banano ecuatoriano del 3,45%.

De acuerdo con el coeficiente de determinación, en el segundo modelo, las exportaciones de banano de Ecuador son explicadas en un 45,4% por parte de las variables independientes. Además, el modelo es significativo en su conjunto y todos los coeficientes resultan ser significativos de forma individual con un nivel de significancia del 95%.

Ambos modelos al ser estimado mediante efectos aleatorios son modelos eficientes ante problemas de heterocedasticidad y autocorrelación. Así mismo el modelo en relación a la especificación 1 muestra correlación contemporánea por lo que los coeficientes obtenidos podrían resultar sesgados.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación, son consistentes con los encontrados en la literatura sobre el comercio de bienes agrícolas. De hecho, se pueden comprobar las conclusiones obtenidas por Vásquez y Tonon (2021), en lo referente a la utilización del PIB sectorial como variable independiente pues, verifican mediante dos modelos independientes, la influencia que ésta tiene en las exportaciones de cacao en grano ecuatoriano, el PIB total y la producción agrícola. Además, determina una mayor bondad de ajuste en el modelo con la segunda variable mencionada anteriormente.

De la misma, la estimación mediante efectos aleatorios obedece a dos razones, en primer lugar, a la prueba de Breush-Pagan LM la cual constato un efecto constante en el error; y otra razón se establece debido a que mínimos cuadrados agrupados no permite el estudio de los efectos individuales, omite las dimensiones de espacio y tiempo, los estimadores resultan ser inconsistentes y pueden ser insesgados cuando abarcan varios períodos, además, no reflejan la heterogeneidad inherente al intercambio comercial bilateral

Se resalta también la relación positiva que tiene para el comercio internacional del banano ecuatoriano el PIB de los países importadores, en concordancia con los estudios de Irandu (2019) y Bekele y Mersha (2019), al igual que el efecto negativo de la distancia establecido por Sánchez et al. (2016), Kea et al. (2019), Eshetu y Goshu (2021) y Tadesse y Abafita (2021).

A la vez, en ambos modelos, la variable relacionada con la producción sectorial en el país exportador, muestra un mayor impacto en comparación con la variable PIB de las economías importadoras, situación que coincide con Thuong et al. (2021) y difiere a lo obtenido por Balogh y Borges (2022), Yusiana et al (2022) y Ristanović y Tošović-Stevanović (2022). De igual forma, la producción sectorial en la especificación 1, resulto ser elástica; situación que se explica por la fuerte dependencia que tiene el Ecuador hacia la producción primaria, además por su ubicación geográfica y condiciones climáticas, la producción de banano se realiza de manera continua en todo el año.

Por su parte, en la especificación 2, la variable en cuestión resulta ser inelástica y cuya explicación, se subyace en el fundamento teórico del modelo de gravedad, que establece que, en bienes homogéneos, la elasticidad ingreso nacional debe ser más baja, en comparación con bienes diferenciados y heterogéneos (Feenstra et al., 1998).

En lo concerniente al coeficiente del PIB de los países importadores, en ambas especificaciones, resultó ser inelástico dado que los bienes agrícolas resultan ser poco elásticos a los ingresos de los importadores (Canavari & Cantore, 2010). Asimismo, tan sólo en la especificación 2, esta variable resultó ser estadísticamente significativa.

Con respecto al denominador de la ecuación, se evidencio que los costos de comercio bilaterales del sector agrícola se correlacionan significativamente y, a la vez, resultan tener un mayor impacto negativo en las exportaciones de banano de Ecuador. Ello, dado que los países de bajos ingresos se enfrentan a niveles más altos de costos de comercio y, a nivel mundial, los flujos de bienes agrícolas son más altos en comparación con la manufactura (Arvis et al., 2013).

Por el lado de la distancia, resultó ser una variable no significativa, situación que se explica dado que los costos de comercio internacional constituyen una mejor forma de medir las desviaciones en el comercio. A la vez el resultado antes expuesto se contrasta con las investigaciones de Thuong et al. (2021) y Benavidez & Xia (2022), y a la vez difiere con el estudio de Souza et al. (2021). Así mismo la variable en cuestión presento una menor influencia en el flujo comercial estudiado, comparándola con los costos de comercio bilaterales del sector agrícola.

En cuanto a las dos especificaciones expuestas, la segunda demostró tener un mayor nivel de ajuste, tanto en explicación como en significatividad; además, concuerda con el fundamento teórico del modelo de gravedad para la explicación de bienes agrícolas. De igual forma, sus resultados concuerdan con el análisis realizado por Vásquez y Tonon (2021), quienes encontraron que, en las exportaciones de cacao en grano, las variables de mayor influencia son los costos de comercio, seguida del PIB sectorial y, en último lugar, del PIB de los importadores.

Finalmente, es posible afirmar que las especificaciones realizadas para el modelo, tienen un nivel de ajuste adecuado pues, de acuerdo con Natale et al. (2015), un modelo de gravedad que analice el comercio sectorial o desagregado, resulta óptimo cuando su coeficiente de determinación presenta valores entre 0,3 y 0,5, lo que coincide con los obtenidos en este trabajo.

## CONCLUSIONES

En el ámbito económico, los flujos de comercio internacional han merecido un alto nivel de importancia dada su incidencia en el crecimiento y desarrollo de los países. A este respecto, el modelo de gravedad se presenta como una herramienta eficaz para el análisis de los determinantes incidentes en el comercio a nivel internacional. En esta misma línea, el modelo en cuestión presenta particularidades a ser tomadas en cuenta, especialmente en aquellas situaciones que abordan el análisis de mercados agroalimentarios en países en desarrollo, con dependencia en la producción de bienes primarios, como el caso del banano en Ecuador.

En términos econométricos, los signos de los coeficientes de los modelos estimados coincidieron con los establecimientos teóricos de la ecuación de gravedad. Además, ambos resultaron ser estadísticamente significativos a nivel global; no obstante, no sucedió lo mismo a nivel individual. Ello, debido a que, en la primera especificación del modelo, tan sólo resultó ser significativo el PIB agrícola del Ecuador. Por su parte, en la segunda especificación, todas las variables fueron estadísticamente significativas a nivel individual, por lo que, este modelo resultó óptimo en la explicación del flujo comercial de análisis.

De acuerdo con los resultados, el efecto de los costos de comercio resultaron ser el parámetro de mayor impacto en las exportaciones de banano ecuatoriano; en consecuencia, las entidades encargadas de la política comercial deberían desarrollar estrategias encaminadas a los costos directos e indirectos. Para los primeros, Ecuador debería priorizar el establecimiento de tratados internacionales que alivien las cargas arancelarias y otros asociados al transporte. Para los segundos, el país necesita trabajar en el desarrollo de infraestructura y equipos apropiados para los procesos de almacenamiento y transporte.

También, se identificó que el segundo elemento de mayor relevancia fue la producción sectorial, por lo tanto, la oferta desempeña un papel de mayor importancia, en comparación con la demanda. Por esta razón, se recomienda a las autoridades encargadas de generar políticas públicas agrarias, trabajar en la elaboración de un plan enfocado en la tecnificación para un mayor rendimiento por hectárea en el cultivo de banano.

En cuanto a la demanda de importaciones de banano, ésta resultó ser la variable menos influyente; sin embargo, su análisis no puede ser descuidado ya que el mantener buenas relaciones comerciales con otros países, resulta vital para las ventas de banano en el mercado externo. Por tal motivo, la política comercial debería estar orientada a la creación de vínculos para el fortalecimiento de ventas y la diversificación de mercados de destino.

El sector bananero ecuatoriano se enfrenta a algunos desafíos como la pérdida de competitividad tanto por la apreciación del dólar con respecto a las monedas de los otros países exportadores como también por el aumento de los costos de la producción interna. Además, de los cambios en las dinámicas de los mercados. Para minimizar los efectos negativos es necesario que se genere el acceso a nuevos mercados y a la firma de tratados con la finalidad de la eliminación de aranceles de entrada.

Esta investigación, genera un aporte innovador por dos razones. La primera, por el análisis de modelos de gravedad desagregados, dada la limitada cantidad de trabajos que evalúan a los flujos comerciales sectoriales y de bienes individuales en Ecuador y Latinoamérica. La segunda, debido a que demuestra una estimación más eficiente al utilizar los costos de comercio en lugar de la distancia.

Finalmente, una de las debilidades que mostro la investigación fue la exclusión de los flujos comerciales nulos, por lo tanto, se sugiere desde un punto de vista econométrico estimar un modelo mediante otras mitologías que permitan incluir flujos comerciales iguales a cero. De igual manera se exhorta para futuras investigaciones la aplicación de datos de panel y la utilización de costos para la estimación de los flujos comerciales aplicados a otros productos no petroleros que el país exporta con diferentes niveles de valor agregado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdullahi, N., Shahriar, S., Kea, S., Abdullahi, A., Zhang, Q., & Huo, X. (2021). Nigeria's cocoa exports: a gravity model approach. *Ciência Rural*, 51(11), 1–15. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20201043>
- Aguirre, M., Candia, C., Antón, L., & Beltrán, J. (2018). A gravity model of trade for Nicaraguan agricultural exports. *Cuadernos de Economía*, 37(74), 391–428. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v37n74.55016>
- Anderson, J. (1979). A Theoretical Foundation for the Gravity Equation. *American Economic Review*, 69(1), 106–116. <https://doi.org/10.1126/science.151.3712.867-a>

- Anderson, J. (2011). The Gravity Model. *Annual Review of Economics*, 3(1), 133–160. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-111809-125114>
- Apolo, B. (2020). Impact of Agricultural Exports on Agricultural Economic Growth in Ecuador: Case of Banana and Cocoa. *Journal of Economics and Sustainable Development* www.liste.Org ISSN, 11(12). <https://doi.org/10.7176/JESD/11-12-04>
- Armington, P. S. (1969). A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. *IMF Staff Papers*, 16(1), 159–178. <https://doi.org/10.2307/3866403>
- Arvis, J., Duval, Y., Shepherd, B., & Utoktham, C. (2013). Trade Costs in the Developing World. *World Bank Policy Research Working Paper*, 6309. <https://ssrn.com/abstract=2198265>
- Assoua, J., Molua, E., Nkendah, R., Djomo, R., & Tabetando, R. (2022). The effect of sanitary and phytosanitary measures on Cameroon's cocoa exports: An application of the gravity model. *Heliyon*, 8(1), e08754. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08754>
- Balogh, J., & Borges, G. (2022). Determinants of Latin American and the Caribbean agricultural trade: A gravity model approach. *Agricultural Economics*. 68(4), 127–136. <https://doi.org/10.17221/405/2021-AGRICECON>
- Baldwin, R., & Taglioni, D. (2006). Gravity for Dummies and Dummies for Gravity Equations. In *NBER Working Papers Series* (No. 12516; NBER Working Papers Series). <https://doi.org/10.3386/w12516>
- Banco Central del Ecuador. (2022). Documentos estadísticos. <https://www.bce.fin.ec>
- Banco Mundial. (2022). Banco de datos. <https://databank.bancomundial.org/reports.aspx?source=2&series=NY.GDP.MKTP.CD&country=>
- Bekele, W., & Mersha, F. (2019). A Dynamic Panel Gravity Model Application on the Determinant Factors of Ethiopia's Coffee Export Performance. *Annals of Data Science*, 6(4), 787–806. <https://doi.org/10.1007/s40745-019-00198-4>
- Benavidez, L., & Xia, T. (2022). A Gravity Model of Central American Organic Coffee Trade with the United States. *Journal of Food Distribution Research*, 53(1), 33–40. [https://www.fdrsinc.org/wp-content/uploads/2022/05/JFDR53.1\\_9\\_Benavidez.pdf](https://www.fdrsinc.org/wp-content/uploads/2022/05/JFDR53.1_9_Benavidez.pdf)

- Bergstrand, J. (1985). The Gravity Equation in International Trade: Some Microeconomic Foundations and Empirical Evidence. *The Review of Economics and Statistics*, 67(3), 474–481. <https://doi.org/10.2307/1925976>
- Borges, G., & Cossu, E. (2019). The Gravity Model for Trade Theory. *Köz-Gazdaság*, 14(3), 293–299. <https://doi.org/10.14267/retp2019.03.25>
- Bubáková, P. (2013). Gravitační model mezinárodní směny, jeho proměnné, předpoklady, problémy a aplikace. *Acta Oeconomica Pragensia*, 3–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.18267/j.aop.396>
- Candial, A., & Lozano, J. (2008). Aplicación de una ecuación de gravedad al comercio intraeuropeo. *POP Economía Internacional y Desarrollo*.
- Chen, N., & Novy, D. (2011). Gravity, trade integration, and heterogeneity across industries. *Journal of International Economics*, 85(2), 206–221. doi:10.1016/j.jinteco.2011.07.005
- Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico, & Banco Mundial. (2022). ESCAP-World Bank Trade Cost Database. <https://www.unescap.org/resources/escap-world-bank-trade-cost-database>
- Correa, C. (2021). International trade and the gravity model: recent evidence in theoretical and empirical analysis (02/2021; Radar Da Política Comercial, Issue April). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11671.70562>
- Deardorff, A. (1998). Determinants of Bilateral Trade: Does Gravity Work in a Neoclassical World? NBER Working Paper No. W5377, January, 7–32. <https://doi.org/10.3386/w5377>
- De Souza, E., Saeed, K., de Sousa, E., & Silva, F. (2021). 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>
- Distance Calculator. (2021). Distance Between Cities. <https://www.distancecalculator.net/>
- Duval, Y., Saggi, A., & Utoktham, C. (2016). Value Added Trade Costs In Goods And Services. <https://doi.org/10.1111/j.1467-629x.1984.tb00054.x>
- Eshetu, F., & Goshu, D. (2021). Determinants of Ethiopian Coffee Exports to Its Major Trade Partners: A Dynamic Gravity Model Approach. *Foreign Trade Review*, 56(2), 185–196. <https://doi.org/10.1177/0015732520976301>

- Feenstra, R., Markusen, J., & Rose, A. (1998). Understanding the Home Market Effect and the Gravity Equation. The Role of Differentiating Goods.pdf. En Working Paper (Vol. 6804). <https://www.nber.org/papers/w6804>
- Frankel, J., & Wei, S. (1993). Is there a currency block in the Pacific? (No. C93-025; Center for International and Development Economics Research). <https://doi.org/10.22004/ag.econ.233208>
- Fuller, K., Kennedy, P., Hall, M., & Rouge, B. (2019). Determination of factors influencing sugar trade. *International Journal of Food and Agricultural Economics A*, 7(1), 19-29. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.283880>
- Ghazalian, P., Tamini, L., Larue, B., & Gervais, J. (2012). A gravity model to account for vertical linkages between markets with an application to the cattle/beef sector. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 21(4), 579–601. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/09638199.2010.505297>
- Hassan, M. (2001). Is SAARC a viable economic block? evidence from gravity model. *Journal of Asian Economics*, 12(2), 263–290. [https://doi.org/10.1016/S1049-0078\(01\)00086-0](https://doi.org/10.1016/S1049-0078(01)00086-0)
- Helpman, E. (1987) Imperfect Competition and International Trade: Evidence from Fourteen Industrial Countries. *Journal of the Japanese and International Economies* 1, (1987):62-81. [https://doi.org/10.1016/0889-1583\(87\)90027-X](https://doi.org/10.1016/0889-1583(87)90027-X)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2020). Encuesta de superficie y producción agropecuaria Continua. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Irandu, E. (2019). Factors influencing growth of horticultural exports in Kenya: a gravity model analysis. *GeoJournal*, 84(4), 877–887. <https://doi.org/10.1007/s10708-018-9888-x>
- Kashiwagi, K., Erraach, Y., Arfa, L., & Zaibet, L. (2020). Growing olive oil export and intra-industry trade in Mediterranean countries: Application of gravity model. *Sustainability (Switzerland)*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/su12177027>
- Kea, S., Li, H., Shahriar, S., Abdullahi, N., Phoak, S., & Touch, T. (2019). Factors Influencing Cambodian Rice Exports: An Application of the Dynamic Panel Gravity Model.

- Emerging Markets Finance and Trade, 55(15), 3631–3652.  
<https://doi.org/10.1080/1540496X.2019.1673724>
- Krugman, P., Obstfeld, M., & Melitz, M. (2018). *International Economics: Theory and Policy*. (11 ed.). Pearson.
- Linder, S. (1961) *An Essay on Trade and Transformation*. John Wiley and Sons.  
<https://ex.hhs.se/dissertations/221624-FULLTEXT01.pdf>
- Linnemann, H. (1966). *An econometric study of international trade flows* (1st ed.). North-Holland Publishing Company.
- Marimoutou, V., Peguin, D., & Feissolle, A. (2010). The Distance-Varying Gravity Model in International Economics: is the distance an obstacle to trade? *Economics Bulletin*, 29 (2), pp 1139-1155. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00536127>
- Mendes dos Reis, J., Sanches, P., Sarsfield, J., Pereira, & Carlo, R. (2020). The impact of logistics performance on Argentina, Brazil, and the US soybean exports from 2012 to 2018: A gravity model approach. *Agriculture (Switzerland)*, 10(8), 1–21.  
<https://doi.org/10.3390/agriculture10080338>
- Nasrullah, M., Chang, L., Khan, K., Rizwanullah, M., Zulfiqar, F., & Ishfaq, M. (2020). Determinants of forest product group trade by gravity model approach: A case study of China. *Forest Policy and Economics*, 113, 102–1117.  
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102117>
- Natale, F., Borrello, A., & Motova, A. (2015). Analysis of the determinants of international seafood trade using a gravity model. *Marine Policy*, 60, 98-106.  
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.05.016>
- Nguyen, D. (2020). Determinants of Vietnam's rice and coffee exports: using stochastic frontier gravity model. *Journal of Asian Business and Economic Studies*, 1–15.  
<https://doi.org/10.1108/jabes-05-2020-0054>
- Nilsson, L. (2000). Trade integration and the EU economic membership criteria. *European Journal of Political Economy*, 16(2), 807-827. [https://doi.org/10.1016/s0001-2092\(06\)63222-5](https://doi.org/10.1016/s0001-2092(06)63222-5)
- Novy, D. (2013). Gravity redux: Measuring international trade costs with panel data. *Economic Inquiry*, 51(1), 101–121. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7295.2011.00439.x>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). Datos sobre alimentación y agricultura. <https://www.fao.org/faostat/es/#data>
- Oyekale, A., & Phaleng, L. (2021). Gravity Modeling of South Africa's Fruit Exports to Selected West African Countries. *SSRN Electronic Journal*, 1–16. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3939426>
- Paz, R., & Pesantez, Z. (2013). Potencialidad del plátano verde en la nueva matriz productiva del Ecuador. *Yachana Revista Científica*, 2(2), 203–210. <https://doi.org/10.1234/YCH.V2I2.47>
- Porojan, A. (2001). Trade lows and Spatial Effects: The Gravity Model Revisited. *Open Economies Review* 12(3), 265–280 <https://doi.org/10.1023/A:1011129422190>
- Pöyhönen, P. (1963). A Tentative model for the volume of trade between countries. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 90(1963), 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2016.03.003>
- Pulliainen, K. (1963). A World Trade Study. An Econometric Model of the Pattern of Commodity Flows in International Trade in 1948–1969. *Ekonomiska Samfundet Tidskrift*, 2, 78–91.
- Ramos, J. (2000). Policy Directions for the New Economic Model in Latin America. *World Development*, 28(9), 1703–1717. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(00\)00042-5](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(00)00042-5)
- Ravenstein, E. (1885). The Laws of Migration. *Journal of the Statistical Society*, 48(2), 167-235. <https://doi.org/10.2307/2979181>
- Ristanović, V., & Tošović-Stevanović, A. (2022). Export of agricultural products from Serbia to the EU: Panel gravity model. *Ekonomika Poljoprivrede*, 69(1), 257–268. <https://doi.org/10.5937/ekopolj2201257r>
- Rosales, R., Perdomo, J., Morales, C., & Urrego, J. (2013). Modelos para datos en panel o longitudinales. En *Fundamentos de econometría intermedia: Teoría y aplicaciones*. <http://ebookcentral.proquest.com>
- Samuelson, P. (1948). International Trade and the Equalisation of Factor Prices. *The Economic Journal*, 59(230), 163-184. <https://doi.org/10.2307/2225933>
- Sánchez, J., Ferreira, A., & Borges, G. (2016). Uma Nota Sobre Modelos Gravitacionais Aplicados à Exportação de Café de Brasil, Colômbia e Peru. *Revista Brasileira de Economia*, 70(3): 271-280. <https://doi.org/10.5935/0034-7140.20160013>
-

- Sanso, M., Cuairan, R., & Sanz, F. (1993). Bilateral Trade Flows, the Gravity Equation and Functional Form. *Economics and Statistics*, 266-275. <http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000>
- Sevillano, R. (2012). Estimación de las elasticidades de Armington y CET: Una aproximación de máxima entropía generalizada. *Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas*, 17. [https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/documento\\_roberto\\_sevillano\\_udape\\_bolivia.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/documento_roberto_sevillano_udape_bolivia.pdf)
- Shahriar, S., Qian, L., Kea, S., & Abdullahi, N. (2019). The Gravity Model of trade: A theoretical perspective. *A Journal of Economic and Social Research*, 5(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.32728/ric.2019.51/2>
- Tadesse, T., & Abafita, J. (2021). Determinants of global coffee trade: Does RTAs matter? Gravity model analysis. *Cogent Economics and Finance*, 9(1), 1–22. <https://doi.org/10.1080/23322039.2021.1892925>
- Thuong, N., Thanh, D., Long, N., & Linh, D. (2021). Do Technical Barriers to Trade Measures Affect Vietnam's Tea Exports? Evidence from the Gravity Model. *International Journal on Food System Dynamics*, 12(2), 164–176. <https://doi.org/10.18461/ijfsd.v12i2.82>
- Tinbergen, J. (1962). *Shaping the World Economy; Suggestions for an International Economic Policy*. Twentieth Century Fund. <http://hdl.handle.net/1765/16826>.
- Tonon, L., Pinos, L., Albornoz, A., & García, P. (2019). Elasticidad-renta del comercio bilateral mediante el Modelo Gravitacional. Caso Ecuador. *Revista Economía y Política*, 30, 139-156. <https://doi.org/https://doi.org/10.25097/rep.n30.2019.06>
- Tu, M., & Giang, H. (2018). Estimating the Impact of Trade Cost on Export: A Case Study Vietnam. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 5(3), 43-50. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2018.vol5.no3.43>
- Uzel, G., & Gürlük, S. (2019). Turkey'S Agricultural Export: an Application of the Gravity Model. *Business & Management Studies: An International Journal*, 7(5), 2964–2979. <https://doi.org/10.15295/bmij.v7i5.1222>

- Vásquez, J., & Tonon, L. (2021). Modelo de gravedad de las exportaciones de cacao en grano del Ecuador. *INNOVA Research Journal*, 6(1), 235-250. <https://doi.org/10.33890/innova.v6.n1.2021.1591>
- Wooldridge, J. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data* (The MIT Press (ed.); second edi).
- Ya, Z., & Pei, K. (2022). Factors Influencing Agricultural Products Trade between China and Africa. *Sustainability*, 14(9), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su14095589>
- Yaselga, E., & Aguirre, I. (2018). Modelo Gravitacional Del Comercio. *Cuestiones Económicas*, 28, 133–176. [https://www.bce.fin.ec/cuestiones\\_economicas/images/PDFS/2019/RCE-28-2-Articulo 5.pdf](https://www.bce.fin.ec/cuestiones_economicas/images/PDFS/2019/RCE-28-2-Articulo 5.pdf)
- Yusiana, E., Hakim, D., Syaukat, Y., & Novianti, T. (2022). Analysis of factors influencing Thai rice trade based on Gravity model. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 951(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/951/1/012039>

**ANEXOS**

**Especificación 1**

**Figura 1**

*Modelo estimado a partir de la especificación 1*

Dependent Variable: EXP\_FOB  
 Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)  
 Date: 11/23/21 Time: 20:28  
 Sample: 2000 2019  
 Periods included: 20  
 Cross-sections included: 12  
 Total panel (balanced) observations: 240  
 Swamy and Arora estimator of component variances

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB_AGRICOLA	1.435615	0.227597	6.307717	0.0000
PIB_IMPORTADOR	0.371161	0.206631	1.796248	0.0737
DISTANCIA	-1.058009	0.938407	-1.127453	0.2607
C	-15.08727	9.165517	-1.646091	0.1011

  

Effects Specification		S.D.	Rho
Cross-section random		1.428983	0.6247
Idiosyncratic random		1.107655	0.3753

  

Weighted Statistics			
Root MSE	1.096847	R-squared	0.324774
Mean dependent var	3.040754	Adjusted R-squared	0.316190
S.D. dependent var	1.337605	S.E. of regression	1.106103
Sum squared resid	288.7377	F-statistic	37.83746
Durbin-Watson stat	0.470497	Prob(F-statistic)	0.000000

  

Unweighted Statistics			
R-squared	0.203624	Mean dependent var	17.80518
Sum squared resid	665.3640	Durbin-Watson stat	0.204174

**Prueba de Breush-Pagan LM**

$H_0$ =No existe un efecto constante en el error

**Figura 2**

*Prueba de Breush-Pagan LM*

Lagrange Multiplier Tests for Random Effects  
 Null hypotheses: No effects  
 Alternative hypotheses: Two-sided (Breusch-Pagan) and one-sided  
 (all others) alternatives

	Test Hypothesis		
	Cross-section	Time	Both
Breusch-Pagan	699.8460 (0.0000)	7.295677 (0.0069)	707.1416 (0.0000)

**Prueba de Hausman**

$H_0$ =No existen diferencias sistemáticas entre efectos aleatorios y efectos fijos

**Figura 3**

*Prueba de Hausman*

Correlated Random Effects - Hausman Test  
 Equation: Untitled  
 Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	0.000000	2	1.0000

**Prueba de dependencia de la sección transversal residual**

$H_0$ = No existe correlación contemporánea

**Figura 4**

*Prueba de Pesaran CD*

Residual Cross-Section Dependence Test  
 Null hypothesis: No cross-section dependence (correlation) in residuals  
 Equation: Untitled  
 Periods included: 20  
 Cross-sections included: 12  
 Total panel observations: 240  
 Note: non-zero cross-section means detected in data  
 Cross-section means were removed during computation of correlations

Test	Statistic	d.f.	Prob.
Pesaran CD	2.275021		0.0229

**Especificación 2**

**Figura 5**

*Modelo estimado a partir de la especificación 1*

Dependent Variable: EXP\_FOB  
 Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)  
 Date: 11/23/21 Time: 20:23  
 Sample: 2000 2019  
 Periods included: 20  
 Cross-sections included: 12  
 Total panel (balanced) observations: 240  
 Swamy and Arora estimator of component variances

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB_AGRICOLA	0.844510	0.216698	3.897177	0.0001
PIB_IMPORTADOR	0.477848	0.178377	2.678873	0.0079
C_C_A	-3.448091	0.451752	-7.632700	0.0000
C	3.323243	5.259864	0.631811	0.5281

  

Effects Specification		S.D.	Rho
Cross-section random		1.186338	0.5866
Idiosyncratic random		0.996002	0.4134

  

Weighted Statistics			
Root MSE	0.988731	R-squared	0.453944
Mean dependent var	3.285203	Adjusted R-squared	0.447002
S.D. dependent var	1.340807	S.E. of regression	0.997075
Sum squared resid	234.6214	F-statistic	65.39664
Durbin-Watson stat	0.494662	Prob(F-statistic)	0.000000

  

Unweighted Statistics			
R-squared	0.350632	Mean dependent var	17.80518
Sum squared resid	542.5405	Durbin-Watson stat	0.213916

**Test de Breush Pagan**

$H_0$ =No existe un efecto constante en el error

**Figura 6**

*Prueba de Breush-Pagan LM*

Lagrange Multiplier Tests for Random Effects  
 Null hypotheses: No effects  
 Alternative hypotheses: Two-sided (Breusch-Pagan) and one-sided  
 (all others) alternatives

	Test Hypothesis		
	Cross-section	Time	Both
Breusch-Pagan	585.8394 (0.0000)	7.461089 (0.0063)	593.3005 (0.0000)

**Test de Hausman**

$H_0$ =No existen diferencias sistemáticas entre efectos aleatorios y efectos fijos

**Figura 7**

*Prueba de Hausman*

Correlated Random Effects - Hausman Test  
 Equation: Untitled  
 Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	0.000000	3	1.0000

**Prueba de dependencia de la sección transversal residual**

$H_0$ = No existe correlación contemporánea

**Figura 8**

*Prueba de Pesaran CD*

Residual Cross-Section Dependence Test  
 Null hypothesis: No cross-section dependence (correlation) in residuals  
 Equation: Untitled  
 Periods included: 20  
 Cross-sections included: 12  
 Total panel observations: 240  
 Note: non-zero cross-section means detected in data  
 Cross-section means were removed during computation of correlations

Test	Statistic	d.f.	Prob.
Pesaran CD	0.737491		0.4608