



**Facultad de Ciencias de la Administración**

**Carrera de Economía**

**“APLICACIÓN DEL MODELO DE  
GRAVEDAD MEDIANTE LOS MÉTODOS  
ECONOMÉTRICOS DE DATOS DE PANEL Y  
MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS.  
CASO DEL COMERCIO BILATERAL ENTRE  
ECUADOR Y LOS PAÍSES DE LA ALIANZA  
DEL PACÍFICO”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de  
Economista, mención Economía Empresarial

Autora:

**Cristina Alejandra Torres Ayavaca**

Director:

**Econ. Luis Bernardo Tonon Ordóñez**

**Cuenca – Ecuador**

**2023**

### **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo de titulación a mi madre por ser la mejor compañera de aventuras que la vida me pudo dar. Sin su guía, compañía, valentía y amor incondicional nada de esto hubiese sido posible.

A mi hermana Lucy porque nunca dejó de creer en mí y cada día siempre me ayudó y animó a continuar sin importar los problemas que se presentaron.

A mi padre por ayudarme y estar conmigo siempre.

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios y a la Virgen Santísima por siempre regalarme un día más de vida para poder alcanzar poco a poco cada objetivo.

Quiero agradecer desde el fondo de mi corazón a mis tíos, de manera especial a Ángel y María quienes fueron y serán mi mejor ejemplo de lucha, esfuerzo y trabajo constante.

Le agradezco al economista Luis Tonon por ser parte fundamental en mi formación académica, pues gracias a sus conocimientos, paciencia, ayuda y consejos hoy culmino mi etapa universitaria.

## Índice de Contenidos

<b>Dedicatoria</b> .....	i
<b>Agradecimiento</b> .....	ii
<b>Índice de Contenidos</b> .....	iii
<b>Índice de tablas</b> .....	iv
<b>Índice de anexos</b> .....	v
<b>Resumen</b> .....	vi
<b>Abstract</b> .....	vi
<b>1. Introducción</b> .....	1
<b>1.1. Objetivos</b> .....	2
<b>1.2. Marco teórico</b> .....	2
<b>2. Revisión de literatura</b> .....	5
<b>3. Metodología</b> .....	11
<b>4. Resultados</b> .....	15
<b>5. Discusión</b> .....	25
<b>6. Conclusiones</b> .....	27
<b>7. Referencias</b> .....	29
<b>8. Anexos</b> .....	34

## Índice de tablas

Tabla 1.....	15
Tabla 2.....	16
Tabla 3.....	18
Tabla 4.....	20
Tabla 5.....	21
Tabla 6.....	23
Tabla 7.....	24

## Índice de anexos

Anexo 1 .....	34
Anexo 2 .....	34
Anexo 3 .....	35
Anexo 4 .....	35
Anexo 5 .....	36
Anexo 6 .....	36
Anexo 7 .....	37
Anexo 8 .....	37
Anexo 9 .....	38
Anexo 10 .....	38
Anexo 11 .....	39
Anexo 12 .....	39
Anexo 13 .....	40
Anexo 14 .....	40
Anexo 15 .....	41
Anexo 16 .....	41
Anexo 17 .....	42
Anexo 18 .....	42
Anexo 19 .....	43
Anexo 20 .....	43
Anexo 21 .....	44

## RESUMEN

El presente artículo empírico emplea un modelo de gravedad del comercio internacional para comparar las metodologías de Datos de Panel y Mínimos Cuadrados Ordinarios, tomando como ejemplo a la relación comercial bilateral entre el Ecuador y los países de la Alianza del Pacífico durante el periodo 2000-2020. Con este fin para cada metodología se realizaron tres modelos econométricos: para las exportaciones, las importaciones y el flujo comercial bilateral, asimismo las variables explicativas fueron el PIB de los países de la Alianza del Pacífico y del Ecuador y los costos del comercio internacional. También se debe indicar que las metodologías fueron comparadas a través del Test del Multiplicador de Lagrange el cual indicó que el método de estimación más adecuado es el de Mínimos Cuadrados Ordinarios, pues se ajusta mejor a la realidad del comercio bilateral de estos países.

**Palabras clave:** Datos de Panel, Exportaciones, Importaciones, Modelo de gravedad., Mínimos Cuadrados Ordinarios

## ABSTRACT

This empirical article used a gravity model of international trade to compare Panel Data and Ordinary Least Squares methodologies, taking as an example the bilateral trade relationship between Ecuador and the countries of the Pacific Alliance during the period 2000-2020. To this end, three econometric models were made for each methodology: for exports, imports and the bilateral trade flow, and the explanatory variables were the GDP of the countries of the Pacific Alliance and Ecuador and the costs of international trade. It should also be noted that the methodologies were compared through the Lagrange Multiplier Test, which indicates that the most appropriate estimation method is Ordinary Least Squares, since it better adjusts to the reality of bilateral trade in these countries.

**Keywords:** Exports, Gravity model, Imports, Ordinary Least Squares, Panel Data.



Este certificado se encuentra en el repositorio digital de la Universidad del Azuay, para verificar su autenticidad escanee el código QR

Este certificado consta de: 1 página

## 1. Introducción

Las principales cualidades que posee un modelo de gravedad se centran en que es un modelo parsimonioso, explicativo, práctico y con importante perfeccionamiento teórico (Stack, 2009), por lo tanto, un modelo especificado correctamente realiza notables aportes en la política comercial de un país, debido a que, tiene como propósito medir el grado de explicación de una variable dependiente en función de diversas variables independientes (Hossain, 2018), por este motivo actualmente diversos economistas lo utilizan como una métrica para analizar el comercio bilateral real y potencial, así como también las barreras comerciales que impiden incrementar el volumen de las exportaciones e importaciones entre un par de naciones. Por ende, la relación comercial que un país puede tener con el resto del mundo se resume en sus relaciones bilaterales (Krugman et al., 2018), estas relaciones se ven influenciadas por variables ambientales, políticas, sociales y económicas; por esta razón en la investigación se emplea un modelo de gravedad del comercio internacional para comparar las metodologías de Datos de Panel y Mínimos Cuadrados Ordinarios, pues se pretende identificar cuál de estas técnicas econométricas se ajusta de mejor manera a la relación comercial bilateral del Ecuador con cada uno de los países de la Alianza del Pacífico durante el periodo 2000-2020, pues este grupo de países actualmente es considerado como una importante agrupación política, social, comercial y económica. Con base al estudio realizado por la (CEPAL, 2020) se pudo conocer que durante el año 2019 alrededor de 1.700 empresas ecuatorianas exportaron a los países de la Alianza del Pacífico, por ende, si el Ecuador llegará a ser parte de este grupo de países se fortalecerían y potenciarían las relaciones bilaterales con Chile, Colombia, Perú y con México tendría acceso a un amplio mercado que le permitiría incrementar el flujo comercial, además evidentemente el Ecuador tendría acceso a una importante cadena de valor subregional.

Para este fin se tomaron como variables dependientes a las exportaciones, importaciones y el flujo comercial, en cambio las variables explicativas fueron los costos del comercio internacional y el PIB de Ecuador, Chile, Colombia, México y Perú. Además se debe aclarar que la data de estas variables fue obtenida en el Banco Central del Ecuador (2022), Banco Mundial (2022) y Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico (2022).

Se realizaron 6 modelos econométricos en función de las metodologías de Mínimos Cuadrados Ordinarios y Datos de Panel a través de efectos fijos y aleatorios, hay que destacar que estas metodologías se compararon a través del Test del Multiplicador de Lagrange el cual en función de sus hipótesis y probabilidad permite identificar a la mejor metodología. (Rai et al., 2021).

Se debe precisar que esta investigación resulta importante y relevante para la toma de decisiones dentro de la política comercial de los países involucrados, pues los gobiernos podrían aplicar política comercial restrictiva o expansiva, la cual repercutirá directamente en su crecimiento y desarrollo económico.

Por último este estudio tiene como primera parte el desarrollo del marco teórico en donde se explican los fundamentos teóricos de los modelos de Mínimos Cuadrados Ordinarios y Datos de Panel, asimismo el estado del arte justifica la evolución, aplicación y base teórica sólida que el modelo de gravedad ha conseguido con los años, la segunda parte muestra la metodología aplicada y los resultados obtenidos, mientras que, la tercera parte del documento termina con la discusión y las conclusiones.



## 1.1. Objetivos

### Objetivo General:

1. Comparar dos metodologías econométricas a través de una misma base de datos, aplicada al modelo de gravedad para el caso de Ecuador y los países de la Alianza del Pacífico.

### Objetivos Específicos:

1. Estudiar las bases teóricas de la aplicación en el modelo de gravedad de las técnicas econométricas de Datos de Panel y Mínimos Cuadrados Ordinarios.
2. Aplicar el modelo de gravedad a través de las metodologías econométricas de Datos de Panel y Mínimos Cuadrados Ordinarios.
3. Comparar los resultados de los modelos.

## 1.2. Marco teórico

Gracias a la basta cantidad y fácil obtención de datos económicos y sociales el modelo de gravedad se ha convertido en la actualidad en una herramienta fiable, que explica con exactitud el flujo comercial bilateral entre países. (Yotov, et al., 2016) afirmaron que este modelo está bien fundamentado teóricamente, además indicaron que posee una estructura flexible y manejable, ya que, permite incorporar diversas variables tanto cualitativas como cuantitativas, por consiguiente, el éxito del modelo de gravedad se debe no solo a aseveraciones teóricas, sino también a su eficiencia para pronosticar econométricamente diversos patrones de comercio nacionales e internacionales (Montenegro & Soto, 1996).

Brada & Mendez (1983) argumentaron que el modelo de gravedad puede ser simétrico, debido a que, durante un determinado periodo un país o grupo de países pueden ser al mismo tiempo exportadores e importadores que se relacionan directamente entre sí.

Shahriar et al., (2019) presentaron un trabajo de naturaleza histórica, en donde mostraron la evolución de las teorías del comercio internacional a través del análisis de los supuestos de la ventaja absoluta, comparativa, el modelo de factores específicos, el modelo Heckscher-Ohlin y la nueva teoría del comercio, asimismo indicaron el perfeccionamiento del modelo de gravedad a lo largo del tiempo, puesto que, esta teoría se inició en 1885 y continuó con Tinbergen (1962), ya que, el por primera vez formuló y aplicó econométricamente la ecuación de gravedad, a partir de 1966 hasta 2003 se escribieron los fundamentos teóricos de este modelo, entre los autores que más sobresalieron se encuentran (Anderson, 1979), (Bergstrand, 1985), (Helpman & Krugman, 1985) y (Krugman & Obstfeld, 2002). Durante el periodo 2003-2017 resurge este modelo pues se destaca por tener fundamentos teóricos sólidos y por su gran poder predictivo. Las técnicas econométricas más aplicadas dentro de este modelo son los métodos lineales y no lineales.

Krugman, et al. (2018) plantearon la ecuación de gravedad de la siguiente manera:

$$T_{ij} = A * Y_i * Y_j / D_{ij}$$

En donde A es una constante,  $T_{ij}$  es el valor de comercio entre los países i y j (flujo comercial),  $Y_i$  es el PIB del país i,  $Y_j$  es el PIB del país j y  $D_{ij}$  es la distancia entre el país i y j.

Hay que recalcar que existen dos variables básicas que son análogas a la ley de gravedad planteada por Isaac Newton, las cuales influyen directamente en un modelo de gravedad, la primera es el tamaño económico o PIB que indica la capacidad comercial de un país y la segunda es la distancia que se asemeja a una variable proxy de los costos del comercio internacional (Zhao, 2020).

### **Revisión econométrica**

A través del análisis de regresión un modelo econométrico relaciona la variable dependiente con las variables independientes, pues, tratan de dar respuesta a esta variable a través de datos históricos. No obstante, hay que tener cuidado con la sobre especificación o subespecificación econométrica, ya que, una mala especificación provoca estimaciones erróneas que generarían inferencias inadecuadas. (Stack, 2009) resalta la importancia de la especificación correcta de un modelo de gravedad, pues, concluye que un modelo bien estructurado ayuda a generar inferencias oportunas que aportan a la política comercial de un país. Por este motivo existen dos conceptos fundamentales que permiten evaluar la incidencia de un modelo econométrico (Rosales et al., 2013):

1. Coeficiente de correlación ( $r$ ): Mide el grado de asociación lineal entre las variables, los resultados que puede obtener este coeficiente se encuentran dentro del rango de -1 (asociación negativa) a 1 (asociación positiva).
2. Coeficiente de determinación ( $R^2$ ): indica cuanto está explicada la variable dependiente por las variables independientes. Si el  $R^2$  es igual a 1 existe un ajuste lineal perfecto, en cambio si es igual a cero significa que la variable dependiente no está explicada por las variables regresoras.

### **Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios**

El método de Mínimos Cuadrados Ordinarios tiene como objetivo minimizar el error elevado al cuadrado para que la función de regresión muestral se asemeje lo suficiente a la función de regresión poblacional, es decir, se enfoca en conocer cuán cerca están los parámetros muestrales de los parámetros poblacionales, en consecuencia trata de inferir sobre los verdaderos parámetros poblacionales. Este método se centra en el término MELI que hace referencia a los mejores estimadores lineales insesgados, los cuales cumplen los criterios de linealidad en los parámetros, consistencia, insesgamiento y varianza mínima (Rosales et al., 2013). Además autores como (Abbas & Waheed 2019; Osabuohien et al., 2019), afirmaron que esta metodología es idónea y consistente para explicar diversas variables dependientes planteadas, pues esta técnica captura y elimina la endogeneidad, es decir, la correlación entre las variables explicativas y el término de error.

Supuestos del modelo (Alvarez, 2020):

- Presenta linealidad en sus parámetros.
- Los valores de las variables explicativas ( $x$ ) son fijos e independientes del término de error ( $u_i$ ).
- El valor medio de los errores ( $u_i$ ) para cada valor de ( $x$ ) es cero.
- El número de observaciones tiene que ser mayor al número de parámetros para evitar micronumerosidad.

- Debe existir homocedasticidad, es decir, el término de error ( $u_i$ ) sigue una distribución normal con media cero y varianza constante.
- La covarianza es igual a cero (los términos de error no se relacionan entre sí).
- No existencia de autocorrelación (el término de error no sigue un patrón repetitivo).

### **Método de Datos de Panel**

La metodología de datos de panel permite relacionar la dimensión temporal con la dimensión estructural, es decir, los datos de series de tiempo pueden verse afectados de manera similar a lo largo de un periodo, mientras que, los datos de corte transversal no dependen del tiempo, debido a que, son datos individuales que se ven afectados de manera desigual (Rosales et al., 2013). El objetivo principal de esta metodología es generar estimaciones eficientes y encontrar la heterogeneidad inobservable de las variables que están correlacionadas con las variables observables, puesto que, la heterogeneidad afecta directamente a la variable a predecir. Esta técnica econométrica reduce el riesgo de multicolinealidad entre variables independientes, disminuye la correlación que puede existir con el término de error y ciertas variables explicativas, a su vez permite obtener muestras más amplias que generan más grados de libertad (Kahouli & Kadhraoui, 2012; Abbas & Waheed, 2019).

Feenstra (2003) y De Benedictis & Vicarelli (2005) manifestaron que el nivel de comercio que una nación puede llegar a tener es un elemento inobservable que no varía en el tiempo y que afecta directamente al volumen de su flujo comercial bilateral, además indicaron que por lo general este volumen comercial se encuentra dentro de los residuos los cuales no se eliminan por el método de efectos fijos. Sin embargo, afirmaron que el sesgo de heterogeneidad puede estar controlado por los efectos fijos, es por esta razón que valiéndose de una variable constante incluyeron todas las características únicas de un país para evitar especificaciones econométricas erróneas. Aquellas características pueden ser el índice de precios, el comercio fronterizo y estacional, el ciclo económico, las políticas externas e internas y los rasgos culturales (Haq et al., 2013).

Hay que hacer una distinción entre los efectos fijos y aleatorios (Gujarati & Porter, 2010; Rosales et al., 2013; Agrawal & Sangita, 2017):

Efectos fijos:

- Los estimadores siempre son consistentes.
- Resulta más adecuado emplear efectos fijos cuando el término de error y las variables independientes están correlacionadas.
- Considera que el coeficiente  $\beta_{1i}$  es fijo y no aleatorio.
- Si el componente del error individual ( $E_i$ ) está correlacionado con más de una variable independiente, los estimadores no están sesgados.
- No puede realizar estimaciones con variables constantes en el tiempo, porque estas presentarían colinealidad con el intercepto.

Efectos aleatorios:

- Resulta más adecuado emplear efectos aleatorios cuando el término de error y las variables independientes no están correlacionadas.
- Considera que el término del error individual ( $E_i$ ) es un componente aleatorio transversal.
- Si el componente del error individual ( $E_i$ ) está correlacionado con más de una variable independiente, los estimadores resultan sesgados.
- Puede realizar estimaciones con variables que no cambian con el tiempo.

Finalmente para aplicar la metodología de Datos de Panel con efectos fijos o aleatorios se debe conocer la naturaleza de los datos, por esta razón (Bussiere et al., 2005) afirmaron que los estimadores resultan inconsistentes e ineficientes cuando no se aplica correctamente el test de Hausman, es decir, cuando se violan los supuestos de variabilidad e invariabilidad de los datos en el tiempo.

## 2. Revisión de literatura

La presente revisión de la literatura se divide en tres secciones, la primera se centra en la metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios, la segunda hace relación al método de Datos de Panel, mientras que, la última es una combinación de estas metodologías.

### 1. Metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios

Gil & Llorca (2017) analizaron los efectos que tuvo el comercio exterior con la integración de España en la Unión Europea y la zona del euro durante el periodo 1960-2012, para ello estudiaron a 49 países y desarrollaron una ecuación de gravedad ampliada que tuvo como variable dependiente a las exportaciones bilaterales, en cambio, las variables independientes fueron el PIB, la distancia, y las variables dicotómicas denominadas acuerdos comerciales, frontera, idioma, colonia y el pertenecer al mismo país. Para estimar la ecuación de gravedad se utilizó el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios con efectos fijos temporales que controlaron las perturbaciones macroeconómicas, entre los resultados más sobresalientes estuvo que el  $R^2$  fue igual a 0,785, por lo tanto, las variables independientes si explicaron en gran medida a las exportaciones bilaterales, también las variables dicotómicas fueron significativas en el modelo, de igual forma y según la teoría económica el PIB y la distancia ejercieron efectos positivos y negativos sobre las exportaciones.

Oh et al., (2018) trataron de identificar el patrón comercial de Uzbekistán, para este fin estudiaron a 84 socios comerciales más importantes a partir del año 1992 hasta el año 2009 a través de los modelos de Mínimos Cuadrados Ordinarios Agrupados y Tobit con efectos aleatorios. En su ecuación de gravedad logarítmica identificaron a las exportaciones e importaciones de Uzbekistán como la variable dependiente, en cambio, las variables independientes fueron el PIB de Uzbekistán y cada uno de sus socios, el PIB per cápita de Uzbekistán y cada uno de sus socios y la distancia, además incorporaron ciertas variables dummy como por ejemplo si el país tiene o no salida al mar, si los países comparten una frontera en común y si son miembros de la Commonwealth of Independent States. Los resultados que la investigación obtuvo fueron acordes a la teoría económica, pues el PIB y el PIB per cápita tuvieron signos positivos, mientras que, la distancia tuvo un signo negativo, las variables dummy resultaron poco significativas debido a que Uzbekistán no tiene fuertes relaciones comerciales con sus países vecinos. Los autores concluyeron que los dos métodos fueron robustos, pues los resultados no tuvieron mayor variación.

Abbas & Waheed (2019) a través de un modelo de gravedad estudiaron el flujo comercial de Pakistán y 47 socios globales durante el periodo 1980-2013. Para ello en función de la ecuación de gravedad plantearon como variable dependiente al flujo comercial total entre Pakistán y sus socios, mientras que, las variables explicativas fueron el PIB real de Pakistán, el ingreso real de sus socios comerciales, el tipo de cambio real, la distancia bilateral, la frontera y el idioma en común, el acuerdo de libre comercio de Asia (las tres últimas variables son binarias) y el término de error. Finalmente para estimar los resultados aplicaron un modelo log-lineal mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios Generalizados con ponderaciones transversales, las cuales permiten detectar problemas de endogeneidad y heterogeneidad, sus resultados demostraron que el PIB y la productividad de cada socio comercial incidió positivamente en el flujo comercial bilateral, pues al incrementarse la productividad de sus socios en un 1% el flujo comercial aumentó en un 0,72%, por otro lado, la distancia produjo trabas en el volumen de comercio, ya que, si esta aumenta un 1% el flujo comercial bilateral se redujo en 1,22%. Con respecto al tipo de cambio y el idioma en común determinaron que estas variables fueron positivas y representativas para el flujo comercial bilateral.

Hassan (2019) mediante el modelo de gravedad y las técnicas econométricas de Mínimos Cuadrados Generalizados con efectos aleatorios y Mínimos Cuadrados Ordinarios Agrupados evaluó el flujo comercial bilateral de Estados Unidos, Japón, Rusia, Alemania, España e Italia y los 6 países que integran el CCG (Consejo de Cooperación del Golfo) durante el periodo 2001-2012. Para ello, incorporó en su modelo las siguientes variables explicativas el PIB, el PIB per-cápita, la distancia y la población. El autor indicó que no existe evidencia de multicolinealidad y que todas las variables obtuvieron los signos esperados, siendo el PIB per-cápita una variable importante, debido a que, fue positiva significativa y consistente, por otra parte, la distancia ejerció efectos negativos sobre el flujo comercial bilateral. Finalmente es necesario mencionar que el método de estimación más fiable fue el de Mínimos Cuadrados Ordinarios Agrupados, pues su  $R^2$  fue de 0,8447, es decir, las variables independientes explicaron de mejor manera al flujo comercial.

Osabuohien et al., (2019) estudiaron a 15 países de la Comunidad Económica de Estados de África Occidental durante los años 2006-2013 a través de las metodologías econométricas de Mínimos Cuadrados Ordinarios Generalizados y el método de Poisson Pseudo Máxima Verosimilitud. Los autores plantearon una ecuación de gravedad logarítmica aumentada en donde las exportaciones e importaciones entre países fueron las variables dependientes, en cambio las variables independientes fueron el PIB del país importador y exportador, la distancia entre países, las barreras comerciales y el término de error. Asimismo, emplearon la prueba de Hausman para determinar si se empleaban efectos fijos o aleatorios siendo este último efecto el más adecuado, los resultados que más sobresalieron fueron que las variables independientes explicaron a la variable dependiente entre un 12% y 27%, por otra parte, el PIB tanto del país exportador como del importador fueron positivos, significativos y consistentes, la variable distancia fue negativa y por tanto, se convirtió en un obstáculo para el comercio, pues estaba directamente relacionada con los costos comerciales.

Alarcón et al., (2021) desarrollaron un modelo cuantitativo durante el periodo 2015-2019 entre México y China, en el cual emplearon la metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios para conocer si el flujo

comercial entre los países se incrementó con las relaciones bilaterales y a su vez, trataron de identificar si las mypes (medianas y pequeñas empresas) se beneficiaron, entre las variables explicativas que emplearon se encontraban el PIB, la distancia, la población y el idioma, en cambio, las variables explicadas fueron las exportaciones e importaciones. Los resultados de la estimación mostraron que los coeficientes fueron afines con la teoría, pues el PIB de China influyó positivamente en el flujo comercial, mientras que, la distancia y la diferencia de idioma disminuyeron el comercio entre los países, por otra parte China al ser uno de los países más poblados del mundo generó grandes expectativas para la exportación de alimentos por parte de las medianas y pequeñas empresas de México. Adicionalmente los autores indicaron que el modelo econométrico aplicado fue bueno y robusto, pues su  $R^2$  tuvo un elevado ajuste de 0,864%.

Guan et al., (2021) estudiaron la relación comercial entre China y Mauricio durante el periodo 1997-2019, para ello emplearon la técnica econométrica de Mínimos Cuadrados Ordinarios; la variable dependiente fue el comercio total, en cambio las variables independientes fueron las tasas de crecimiento del PIB de cada país, el tipo de cambio real, la población y la inversión extranjera directa. Los resultados indicaron que todas las variables fueron significativas y a su vez demostraron que la tasa de crecimiento del PIB ejerció efectos positivos sobre el flujo comercial, en cambio el tipo de cambio real y la inversión extranjera directa influyeron de manera negativa en el flujo comercial, los investigadores eliminaron de la ecuación de gravedad a la variable que engloba a la población, pues llegaron a la conclusión que esta no es significativa. Según los resultados de econométricos el comercio total está explicado por cada una de las variables dependientes en un 0,96%, por lo tanto, el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios si fue consistente y robusto.

Rai et al., (2021) aplicaron la metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios a través de una ecuación de gravedad aumentada para estudiar el comercio bilateral entre India y los siete países que integran el BIMSTEC durante el periodo 1997-2018, la variable dependiente fue el flujo comercial total, mientras que, las variables explicativas fueron el PIB, el PIB per-cápita, los impuestos, la distancia y la frontera en común. Entre los resultados más relevantes estuvieron que el  $R^2$  fue igual a 0,99, esto indicó que el modelo econométrico planteado explicó muy bien a la variable dependiente. De igual manera entre las variables que fueron significativas y positivas se encontraron el PIB, el PIB per-cápita, y la frontera. En cambio, las variables que tuvieron signo negativo fueron los impuestos y la distancia, las cuales representan a las barreras del comercio bilateral.

## **2. Metodología de Datos de Panel**

Avila (2017) empleó el modelo econométrico de Datos de Panel balanceado de sección cruzada con efectos fijos y aleatorios, planteando como variable dependiente a las exportaciones de Colombia, mientras que, las variables explicativas fueron el PIB, la distancia, el ingreso per cápita, el idioma, la frontera en común y los acuerdos comerciales (variables dummy). Los resultados de la investigación demostraron que el modelo econométrico aplicado fue adecuado, debido a que presentó los signos esperados. Entre los resultados obtenidos estuvo la distancia con signo negativo, siendo esta variable la que aumentó los costos de transporte provocando disminuciones en los flujos de comercio, también el PIB del país exportador fue un factor relevante para el intercambio comercial entre países, pues un incremento del PIB de los principales socios provocó incrementos en las exportaciones colombianas, otro resultado importante fue el idioma en

común, ya que según el autor este parámetro fue un estímulo para incrementar el comercio entre naciones. De igual manera a través de los resultados se puede afirmar que el  $R^2$  de la prueba de efectos fijos fue de 0,92%, por tanto, es superior al  $R^2$  de la prueba de efectos aleatorios el cual obtuvo un valor de 0,75%, por ende, se puede inferir que la prueba de efectos fijos fue más consistente.

Burgoa (2018) empleó el método de Datos de Panel con efectos fijos para estudiar el comercio de 104 países durante los años 2006-2015. Para ello incluyó como variable dependiente al flujo comercial bilateral, a su vez, las variables independientes fueron la distancia, el PIB exportador e importador y las variables dicotómicas lenguaje, colonia (vínculo colonial), frontera en común, mediterraneidad y el pertenecer a la OMC. Los resultados del modelo indicaron que las variables dicotómicas OMC y la frontera en común, no fueron significativas para la variable dependiente. En cambio, las variables que si resultaron significativas y que influyeron en el flujo comercial fueron el PIB del país importador en mayor medida que el del país exportador, la mediterraneidad, pues, para los países que no poseen salida al mar su comercio bilateral se reduce en un 15%, la colonia y el idioma en común. Hay que resaltar que el  $R^2$  del modelo fue igual a 0,77% lo que significa que el modelo es robusto, ya que, explica en gran medida a la variable dependiente.

Fuenzalida et al., (2018) estimaron un modelo de gravedad lineal ampliado para determinar el flujo comercial bilateral entre Chile y 89 socios comerciales, para ello utilizaron la técnica econométrica de Datos de Panel estáticos con efectos fijos, aleatorios y dinámicos. En su ecuación de gravedad logarítmica incorporaron diversas variables explicativas como el PNB real de cada país, la tasa arancelaria, la distancia, los costos por contenedor tanto del país importador como del exportador y el tipo de cambio efectivo del país exportador, también agregaron ciertas variables ficticias como la frontera y el idioma en común, los tratados de libre comercio (TLCAN), una variable que midió los periodos de tiempo y otra variable que midió los intercambios comerciales entre Chile, el MERCOSUR, China, y los países de la Unión Europea, finalmente hay que destacar que la variable dependiente fue el flujo de exportación entre Chile y cada uno de sus socios. Los investigadores asumieron que mientras más grande sea el valor del PNB del país exportador e importador mayor fue su intercambio comercial, en cambio, si la distancia geográfica que los separa es grande el comercio de estos se reduce considerablemente. Asimismo, para identificar si se aplican efectos fijos o aleatorios utilizaron la prueba de Hausman en donde la probabilidad del estadístico Chi cuadrado fue igual a 0,051, por tanto, el método de efectos aleatorios fue el más apropiado, así también los investigadores recomendaron utilizar el panel dinámico (Arellano-Bundel), ya que, existieron problemas de endogeneidad, entre los resultados más importantes encontraron que el PNB real del país exportador fue positivo y significativo, mientras que, la variable que representó a los costos de los contenedores fue negativa. Finalmente el acuerdo de Chile con el TLCAN ejerció efectos positivos en la variable dependiente, en cambio el acuerdo con el MERCOSUR fue todo lo contrario. Por otro lado los autores reafirmaron que el método de efectos aleatorios fue el mejor pues su  $R^2$  tuvo un valor de 0,77% siendo este el más alto de todos los modelos planteados.

Raffo et al., (2018) estudiaron el comercio bilateral de cada país de la Alianza del Pacífico con sus principales socios comerciales a partir del año de 1980 hasta el 2015, en su ecuación de gravedad incluyeron como variable dependiente al flujo comercial bilateral y como variables independientes al PIB real, la distancia, el capital, la tierra, la población económicamente activa, si los países son parte del Acuerdo

Transpacífico, la frontera y el idioma en común. Los investigadores utilizaron la metodología econométrica de Datos de Panel con efectos fijos corregidos para evaluar cuales son las variables explicativas que inciden sobre el flujo comercial bilateral, los resultados más sobresalientes indicaron que el PIB influyó de manera positiva sobre el volumen de comercio, pues si este se incrementa en un 1% el flujo comercial de cada país de la Alianza del Pacífico se incrementó en más de un punto porcentual, la distancia fue significativa y negativa para cada país, la variable denominada capital fue significativa para todo los países, a excepción de Perú, la variable tierra fue significativa y positiva para el flujo comercial de los 4 países y finalmente Chile fue el único país que no se benefició del Acuerdo Transpacífico. También a través de los resultados de cada modelo se puede inferir que el resultado del  $R^2$  para cada uno de los países supera el 0,75%, demostrando así que el modelo de Datos de Panel con efectos fijos corregidos es consistente.

Yaselga y Aguirre (2018) utilizaron una muestra de 57 países, los cuales englobaron al 94% del volumen de las exportaciones ecuatorianas durante el periodo analizado, un aspecto significativo del trabajo fue que también empleó el PIB per cápita y variables dicotómicas (salida al mar, tratados de libre comercio, idioma y frontera en común). Aplicaron la técnica econométrica de Datos de Panel con errores estándares corregidos (PCSE); los resultados presentaron alta bondad de ajuste, representando una aproximación a la realidad, es así que los factores que mostraron mayor influencia en el comercio ecuatoriano fueron los ingresos nacionales, la producción interna y la distancia.

Fairlie (2019) empleó un modelo de gravedad aumentado para estudiar el comercio entre el Perú y 57 socios comerciales durante el periodo 1998-2017, en su ecuación log-lineal definió como variable dependiente al flujo comercial bilateral, mientras que, las variables explicativas fueron el PIB a precios constantes, la distancia, el idioma, las relaciones diplomáticas y los acuerdos comerciales regionales. Su metodología econométrica se enfocó en los Datos de Panel, los resultados más relevantes indicaron que el PIB fue significativo, ya que, presentó una elasticidad positiva demostrando que existió mayor relación comercial con los países más grandes, también las variables de los acuerdos comerciales regionales, el lenguaje y el continente en común, aportaron de manera positiva y significativa dentro del modelo, en cambio, las relaciones diplomáticas fueron irrelevantes para determinar el flujo comercial bilateral. Y como era de esperar la distancia tuvo elasticidad negativa, asimismo el PIB de los países socios presentó una elasticidad positiva con respecto a las exportaciones peruanas, por ende, si el PIB de una economía con respecto a otra aumenta un 1% provoca aumentos positivos iguales de 1.10% en las exportaciones peruanas, finalmente el modelo econométrico planteado resultó favorable, debido a que, el  $R^2$  tanto para las exportaciones como para las importaciones fue de 0,6% y 0,75% respectivamente.

Fairlie et al., (2021) aplicaron un modelo de gravedad aumentado a través de la metodología de Datos de Panel con corrección de errores estándar para conocer la influencia de los acuerdos intra y extrarregionales en los flujos comerciales de los países que integran la CAN y sus 20 socios más importantes. Se enfocaron el periodo 2000-2017 y determinaron como variables dependientes a las exportaciones e importaciones, mientras que, las variables explicativas fueron el PIB, la población, el PIB per-cápita, la apertura comercial, el tipo de cambio, la distancia, el idioma en común, los acuerdos comerciales intra y extrarregionales, Los autores pudieron constatar que la distancia, el PIB y la apertura comercial fueron las variables que más influyeron en el flujo comercial, por otra parte, identificaron que



los acuerdos intra y extraregionales no incidieron sobre el volumen comercial bilateral. Los autores justifican que el método de Datos de Panel con corrección de errores estándar es el más apropiado, debido a que, afirmaron con base a la teoría que los modelos de efectos fijos y efectos aleatorios pueden ocasionar errores estándar sesgados, además el  $R^2$  de 0,72% que obtuvieron con esta metodología fue relevante.

Ramaswamy et al., (2021) analizaron el flujo comercial de los países del continente asiático durante el periodo 2007-2014, para este fin emplearon la estimación de Datos de Panel a través de efectos fijos y aleatorios, definieron como variable dependiente a los flujos comerciales totales de mercancías. Los resultados de la investigación indicaron que el volumen de comercio estuvo perfectamente explicado por el logaritmo del PIB exportador e importador, dado que, según la literatura económica existe relación directa, positiva y significativa entre el flujo comercial y el PIB de cada país, por el contrario, los autores afirmaron que la distancia actuó como barrera comercial, por lo tanto, se relaciona de manera negativa con el logaritmo del comercio total. Hay que destacar que el estudio incluyó otras variables explicativas relevantes que afectan al volumen del comercio, como por ejemplo, la contigüidad entre países, el lenguaje común, la población (a mayor tamaño poblacional mayor comercio) y los tratados de libre comercio. Por último, los autores asumieron que las variables distancia y contigüidad estaban correlacionadas debido a la dependencia geográfica. Los autores optaron por elegir esta metodología porque a través de la revisión de la literatura analizaron que el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios puede ser inconsistente.

### **3. Metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios y Datos de Panel**

Agrawal & Sangita (2017) realizaron un modelo de gravedad log-lineal ampliado que abarcó el periodo de 1996 a 2015, identificaron como variable dependiente al comercio que engloba a las exportaciones e importaciones totales entre la India y los cinco países de Asia Central, entre las variables independientes estuvieron el PIB nominal, la distancia, el idioma en común, la historia colonial y la contigüidad entre países. Los métodos de estimación que emplearon fueron los Mínimos Cuadrados Ordinarios Agrupados, y los datos de Panel con Efectos fijos y aleatorios, entre los resultados más relevantes estuvieron que el PIB y el idioma en común son positivos y significativos para la variable dependiente, mientras que, las variables contigüidad y la historia colonial no fueron trascendentales ni significativas para el modelo econométrico, además como era de esperar la distancia entre países actuó como barrera comercial. También hay que destacar que el modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios Agrupados obtuvo un  $R^2$  igual a 0,78% indicando que el modelo bueno.

Rodríguez y Dávalos (2017) a través de las metodologías econométricas de Mínimos Cuadrados Ordinarios y Datos de Panel con Efectos Fijos estimaron una ecuación de gravedad log-lineal ampliada para conocer la relación comercial entre el Perú y los países que integran el acuerdo Transpacífico de Cooperación Económica durante el periodo 2005-2015, para este fin establecieron como variable dependiente al flujo potencial del comercio bilateral, en cambio, las variables explicativas fueron el PIB per-cápita, la distancia y las barreras comerciales. Los hallazgos del estudio indicaron que el PIB per-cápita fue significativo e incidió en el flujo comercial, debido a que, si el socio comercial de Perú crece económicamente un 1% el flujo comercial también creció en igual magnitud, finalmente los signos de las variables distancia y barreras comerciales fueron los esperados, es decir, influyen de manera negativa en el

flujo comercial, por último los autores se enfocaron directamente en el resultado del  $R^2$  del método de Datos de Panel con efectos fijos, pues este tuvo un valor elevado de 0,988%.

Li et al., (2020) mediante un modelo de gravedad estudiaron el comercio entre China y los países que conforman el BRI (Iniciativa de la nueva Ruta de la seda), para ello se centraron en el periodo 2000-2018 y utilizaron las metodologías econométricas de Datos de Panel con efectos fijos y Mínimos Cuadrados Ordinarios Combinados, la variable dependiente fue el volumen de comercio bilateral, mientras que, las variables independientes fueron la población, la distancia, el idioma, la religión y el PIB. Los resultados obtenidos indicaron que la religión, la población y la distancia fueron negativos, en cambio, las variables positivas fueron el PIB y el lenguaje en común. De igual forma a través de los resultados los autores llegaron a la conclusión que el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios Combinados fue mejor pues su  $R^2$  de 0,93% brinda mayor explicación al volumen de comercio bilateral.

### **3. Metodología**

La investigación fue de carácter descriptivo, porque reunió y sintetizó los datos permitiendo conocer la relación entre las variables involucradas y a su vez realizó generalizaciones claras de los resultados, vale aclarar también que fue de enfoque cuantitativo porque maneja data numérica.

El propósito de este trabajo fue comparar las metodologías econométricas de Mínimos Cuadrados Ordinarios y Datos de Panel e identificar cuál de las dos se ajustó de mejor manera al comercio bilateral entre el Ecuador y los países de la Alianza del Pacífico. Se empleó el programa econométrico Eviews 12 para manejar la data secundaria, la cual fue recopilada en una muestra de 84 observaciones con datos anuales durante el periodo 2000-2020, se debe aclarar que se seleccionó este periodo de tiempo por la disponibilidad de datos, y además porque no se encontraron valores iguales a cero. Por lo tanto, los datos del PIB nominal del Ecuador, de las exportaciones e importaciones procedieron del Banco Central del Ecuador (2022), en cambio, el valor del PIB nominal de cada uno de los países de la Alianza del Pacífico fueron obtenidos del Banco Mundial (2022), finalmente hay que aclarar que de la página web de la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico (2022) se obtuvieron los costos totales bilaterales del comercio internacional, los mismos que son una variable proxy de la distancia, por esta razón se la puede reemplazar sin inconveniente alguno, ya que, los resultados de los modelos econométricos no se verán afectados.

Al inicio de la investigación se pretendía incorporar como variables explicativas a la población, el tipo de cambio, el PIB del Ecuador y los países de la Alianza del Pacífico y los costos del comercio internacional, sin embargo, la razón por la que se emplearon solo las últimas variables se fundamenta en que tanto la población como el tipo de cambio presentaron alta colinealidad y cuando el problema de colinealidad es grave provoca que la relación entre las variables independientes se aproxime a uno dando como resultado una matriz singular que hace que los coeficientes tiendan al infinito, impidiendo medir sus efectos individuales en la variable estimada (Gatta & Waheed, 2019).

## **VARIABLES A EMPLEAR**

### **VARIABLES DEPENDIENTES:**

- Exportaciones

Hace referencia a los bienes o servicios lícitos que un país produce para venderlos en el mercado internacional, por lo tanto, las exportaciones se incrementan en función de la escasez y necesidades del país de destino (Alarcón et al., 2021).

- Importaciones

Esta variable hace referencia a la compra de bienes o servicios procedentes del mercado internacional, cuando se identifica el nivel de demanda de los países importadores se puede establecer el precio de las mercancías o servicios, a su vez, las importaciones incrementan el volumen de la economía de origen (Cracau & Durán, 2017; Aguilar et al., 2020).

- Flujo comercial bilateral:

Esta variable permite identificar el alcance de las relaciones comerciales bilaterales y el patrón comercial existente entre países (Rai et al., 2021), a su vez el flujo comercial bilateral al englobar en una misma variable a las exportaciones e importaciones puede generar desajustes y pérdida de información (Avila, 2017).

### **VARIABLES INDEPENDIENTES:**

- Tamaño de la economía o PIB

La riqueza de un país y el ingreso nacional de este, están determinados por el PIB, pues este indicador mide el valor monetario que genera la producción total de una economía, es decir, se centra en cuantificar el valor de los bienes y servicios finales producidos dentro de las fronteras de un país durante un tiempo determinado. Hay que resaltar que cuando se incrementa el PIB crece el potencial comercial de un país (Mankiw, 2019; Ramaswamy et al., 2021).

Hay que hacer una distinción entre el PIB del país de origen y de destino. El PIB del país exportador permite medir su nivel de producción y la capacidad que posee para dar a conocer al mundo sus bienes y servicios, en cambio el PIB de país importador condiciona el volumen del país exportador, pues, mientras más ingresos tenga el país importador mayor será el volumen de bienes o servicios que adquiera del exterior (Cam & Thuy, 2018).

Agrawal & Sangita (2017), Burgoa (2018) y Tonon et al., (2019) emplearon el PIB nominal, debido a que, el PIB real puede presentar problemas de estimación econométrica, pues, cada país puede valerse de un año base diferente, además este no es compatible con las importaciones y exportaciones en valores FOB que están a precios corrientes.

- Costos

Uno de los factores principales que ejerce resistencia sobre el comercio internacional es la distancia existente entre las capitales de un par de países, puesto que, una mayor distancia geográfica provoca fuertes incrementos en los costos de transporte de mercancías ocasionando que los importadores obtengan menor beneficio, de la misma manera los costos irrecuperables que cubren los exportadores detiene drásticamente el comercio bilateral (De Benedictis & Vicarelli, 2005; Papazoglou, 2007).

Con base a diversos estudios se puede conocer que los costos del comercio tanto para el país de origen, como para el país de destino ejercen impactos negativos sobre el volumen de las exportaciones, importaciones y por ende del flujo comercial en general (Cam & Thuy, 2018). Por lo tanto, en la investigación se incluyó esta variable como proxy de la distancia porque resultó ser más viable al momento de realizar las predicciones econométricas, sobre todo para el método de Datos de Panel, ya que, sus datos varían a lo largo del periodo analizado.

### **Especificación econométrica del modelo de gravedad**

Se formularon tres modelos econométricos para cada metodología, siendo las variables dependientes las exportaciones, importaciones y el flujo comercial. Para este fin la ecuación de gravedad fue de forma log-log, pues gracias a sus propiedades y fácil interpretación permite medir la elasticidad de la variable dependiente en función de sus variables independientes, es decir, identifica el incremento o la disminución porcentual de la variable dependiente ante cambios en las variables independientes (Gujarati & Porter, 2010; Li et al., 2020).

#### **Formulación econométrica:**

$$\text{Log}(F_{ijt}) = A + \beta_0 \text{Log}(PIB_{ecit}) + \beta_1 \text{Log}(PIB_{jt}) - \beta_2 \text{Log}(C_{ijt}) + u_{ijt} \quad (1)$$

Gracias a la revisión de la literatura se espera que los resultados de las variables continuas obtengan los signos planteados en la ecuación de gravedad (1), por esta razón,  $F_{ijt}$  representó a los valores de comercio (exportaciones, importaciones y flujo comercial),  $A$  fue una constante,  $PIB_{ecit}$  fue el PIB del Ecuador,  $PIB_{jt}$  fue el PIB de cada país de la Alianza del Pacífico,  $C_{ijt}$  fueron los costos de comercio y  $u_{ijt}$  fue el término de error. Hay que recalcar que el sufijo  $t$  muestra la existencia de datos con series de tiempo, mientras que,  $i$  hace referencia a los datos de corte transversal.

Vale aclarar que el término de error ( $ui$ ) o perturbación engloba a todas las variables que se omiten dentro del modelo, pero que afectan directamente a la variable dependiente que se pretende estimar (Gujarati & Porter, 2010). La perturbación es homoscedástica cuando presenta una distribución independiente con media cero y varianza constante (De Benedictis & Vicarelli, 2005).

Si el modelo econométrico tiene una constante como variable Kalirajan, (1999) afirmó que el término de error ( $ui$ ) presenta tres componentes, el primero estuvo asociado con las características propias del país, el segundo se relacionaba con el tiempo y finalmente el último fue la interacción que podría existir entre las variables.

## **Análisis econométrico**

Para descartar posibles estimaciones espurias se realizaron las siguientes pruebas:

### **1. Análisis de correlación**

Hipótesis de correlación

Ho: no hay autocorrelación entre las variables.

H1: existe autocorrelación entre las variables.

A través de un correlograma y sus respectivas probabilidades se descartó la presencia de autocorrelación, pues las probabilidades fueron mayores al nivel de significancia (5%).

### **2. Análisis de heteroscedasticidad**

Hipótesis de heteroscedasticidad

Ho: Existe homoscedasticidad en los residuos.

H1: No existe homoscedasticidad en los residuos.

En función de la probabilidad de los métodos de Bartlett, Levene y Brown-Forsythe se aceptó o descartó la hipótesis nula, es por ello que si la probabilidad de al menos uno de estos métodos sobrepasa el nivel de significancia (5%) se acepta la hipótesis nula.

### **3. Análisis de multicolinealidad**

Para analizar la multicolinealidad se aplicó la regla de Klein que emplea regresiones auxiliares (regresiones entre las variables independientes), esta regla compara el resultado del  $R^2$  de la regresión original con cada una de las regresiones auxiliares, si el  $R^2$  auxiliar es mayor al  $R^2$  original se comprueba la existencia de multicolinealidad.

También hay que aclarar que el método de Datos de Panel con efectos aleatorios y fijos asume autocorrelación y heteroscedasticidad, por tanto, el modelo resulta robusto y eficiente.

### **4. Test de Hausman**

La metodología de datos panel emplea el test de Hausman (prueba Chi-cuadrado) para probar si el término de error está correlacionado con las variables regresoras, es decir, ayuda identificar si se emplean los datos de panel con efectos fijos o aleatorios, para ello utiliza el valor p, si este es menor a 0,05 se opta por emplear efectos fijos, caso contrario se debe utilizar los efectos aleatorios (Agrawal & Sangita, 2017; Hossain, 2018; Fuenzalida et al., 2018; Osabuohien et al., 2019).

### **5. Test del Multiplicador de Lagrange**

Hipótesis que permiten identificar cuál de las dos metodologías es la más idónea:

Ho: No hay efectos constantes en el error.

H1: Hay efectos constantes en el error.

Para identificar cuál de los dos modelos es el más óptimo, robusto y se ajusta de mejor manera a los datos de la investigación se realizó el Test del Multiplicador de Lagrange, el mismo se centra en la probabilidad de la prueba de Breusch-Pagan, por esta razón, si la probabilidad es superior al nivel de significancia se acepta la hipótesis nula y se confirma que el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios es el mejor método de estimación (Rai et al., 2021).

#### 4. Resultados

Hay que precisar que al emplear un modelo de gravedad de forma log-log las interpretaciones de los coeficientes tanto del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios como del método de Datos de Panel están analizadas mediante elasticidades, es decir, se centran en los cambios porcentuales de las variables estudiadas.

##### Resultados del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios

La tabla 1 presenta los resultados del modelo de gravedad de las exportaciones:

*Tabla 1*

*Regresión 1 de Mínimos Cuadrados Ordinarios*

Dependent Variable: EXPORTACIONES  
Method: Panel Least Squares  
Date: 04/26/22 Time: 19:45  
Sample: 2000 2020  
Periods included: 21  
Cross-sections included: 4  
Total panel (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
COSTOS_DE_COMERCIO...	-1.409180	0.365503	-3.855452	0.0002
PIB_OTROS_PAISES	-0.799783	0.100149	-7.985956	0.0000
PIB_ECUADOR	1.578877	0.137215	11.50661	0.0000
C	10.05368	0.773665	12.99488	0.0000

  

Root MSE	0.220658	R-squared	0.815433
Mean dependent var	5.629443	Adjusted R-squared	0.808512
S.D. dependent var	0.516706	S.E. of regression	0.226108
Akaike info criterion	-0.089164	Sum squared resid	4.089968
Schwarz criterion	0.026589	Log likelihood	7.744906
Hannan-Quinn criter.	-0.042633	F-statistic	117.8155
Durbin-Watson stat	0.490282	Prob(F-statistic)	0.000000

##### Interpretación de los resultados:

**R<sup>2</sup>:**

- La regresión obtuvo un R<sup>2</sup> igual a 0,815, lo que equivale al 81,5%, por ende, se puede afirmar que los costos, el PIB de cada país de la Alianza del Pacífico y del Ecuador si explican a las exportaciones.

### Significancia individual:

- En función del nivel de significancia del 5% se pudo inferir que los costos del comercio internacional, el PIB del Ecuador y el PIB de los países de la Alianza del Pacífico son significativos, pues la probabilidad del estadístico “t” de cada una de estas variables no supera al nivel de significancia.

### Significancia global:

- Para conocer si el modelo fue significativo en su conjunto se debe comparar la probabilidad del estadístico “F” con el nivel de significancia del 5%. Por tanto, se puede afirmar que el modelo de gravedad de las exportaciones si es significativo, ya que, la probabilidad no supera al nivel de significancia.

### Elasticidades:

- Si el PIB ecuatoriano aumenta en un 1% las exportaciones se incrementarán en un 1,5788%, ceteris paribus.
- Si el PIB de los países de la Alianza del Pacífico aumenta en un 1% las exportaciones disminuirán en un -0,7997%, ceteris paribus.
- Si los costos aumentan en un 1% las exportaciones disminuirán en -1,4091%, ceteris paribus.

### Ecuación logarítmica:

$$\text{Log}(\text{Exportaciones}_{ijt}) = A + 1,578877\text{Log}(\text{PIB}_{ecit}) - 0,799783\text{Log}(\text{PIB}_{jt}) - 1,409180\text{Log}(\text{C}_{ijt}) + u_{ijt} \quad (2)$$

La tabla 2 presenta los resultados del modelo de gravedad de las importaciones:

**Tabla 2**

*Regresión 2 de Mínimos Cuadrados Ordinarios*

Dependent Variable: IMPORTACIONES  
Method: Panel Least Squares  
Date: 04/26/22 Time: 19:49  
Sample: 2000 2020  
Periods included: 21  
Cross-sections included: 4  
Total panel (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
COSTOS_DE_COMERCIO_I	-2.941115	0.205061	-14.34264	0.0000
PIB_OTROS_PAISES	0.406751	0.053257	7.637441	0.0000
PIB_ECUADOR	0.885414	0.071732	12.34344	0.0000
C	2.707158	0.448099	6.041431	0.0000
Root MSE	0.133899	R-squared	0.834139	
Mean dependent var	5.771306	Adjusted R-squared	0.827919	
S.D. dependent var	0.330755	S.E. of regression	0.137206	
Akaike info criterion	-1.088223	Sum squared resid	1.506033	
Schwarz criterion	-0.972470	Log likelihood	49.70536	
Hannan-Quinn criter.	-1.041691	F-statistic	134.1107	
Durbin-Watson stat	0.644930	Prob(F-statistic)	0.000000	

### **Interpretación de los resultados:**

#### **R<sup>2</sup>:**

- La regresión obtuvo un R<sup>2</sup> igual a 0,834, lo que equivale al 83,4%, por ende, se puede afirmar que los costos, el PIB de cada país de la Alianza del Pacífico y del Ecuador si explican a las importaciones.

#### **Significancia individual:**

- En función del nivel de significancia del 5% se pudo inferir que los costos del comercio internacional, el PIB del Ecuador y el PIB de los países de la Alianza del Pacífico son significativos, pues la probabilidad del estadístico “t” de cada una de estas variables no supera al nivel de significancia.

#### **Significancia global:**

- Para conocer si el modelo fue significativo en su conjunto se debe comparar la probabilidad del estadístico “F” con el nivel de significancia del 5%. Por tanto, se puede afirmar que el modelo de gravedad de las importaciones si es significativo, ya que, la probabilidad no supera al nivel de significancia.

#### **Elasticidades:**

- Si el PIB ecuatoriano aumenta en un 1% las importaciones se incrementarán en un 0,8854%, ceteris paribus.
- Si el PIB de los países de la Alianza del Pacífico aumenta en un 1% las importaciones aumentarán en 0,4067%, ceteris paribus.
- Si los costos aumentan en un 1% las importaciones disminuirán en -2,9411%, ceteris paribus.

#### **Ecuación logarítmica:**

$$\text{Log}(\text{Importaciones}_{ijt}) = A + 0,885414\text{Log}(\text{PIB}_{ecit}) + 0,406751\text{Log}(\text{PIB}_{jt}) - 2,9411154\text{Log}(\text{C}_{ijt}) + u_{ijt} \quad (3)$$



La tabla 3 presenta los resultados del modelo de gravedad del flujo comercial:

**Tabla 3**

*Regresión 3 de Mínimos Cuadrados Ordinarios*

Dependent Variable: FLUJO\_COMERCIAL  
 Method: Panel Least Squares  
 Date: 04/26/22 Time: 19:51  
 Sample: 2000 2020  
 Periods included: 21  
 Cross-sections included: 4  
 Total panel (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
COSTOS_DE_COMERCIO_FC	-2.062792	0.179222	-11.50967	0.0000
PIB_OTROS_PAISES	-0.091640	0.047068	-1.946955	0.0550
PIB_ECUADOR	1.084662	0.061857	17.53508	0.0000
C	6.670845	0.389752	17.11560	0.0000
Root MSE	0.109492	R-squared	0.890529	
Mean dependent var	6.067276	Adjusted R-squared	0.886424	
S.D. dependent var	0.332915	S.E. of regression	0.112196	
Akaike info criterion	-1.490693	Sum squared resid	1.007033	
Schwarz criterion	-1.374940	Log likelihood	66.60911	
Hannan-Quinn criter.	-1.444161	F-statistic	216.9297	
Durbin-Watson stat	0.654521	Prob(F-statistic)	0.000000	

**Interpretación de los resultados:**

**R<sup>2</sup>:**

- La regresión obtuvo un R<sup>2</sup> igual a 0,89, lo que equivale al 89%, por ende, se puede afirmar que los costos, el PIB de cada país de la Alianza del Pacífico y del Ecuador si explican al flujo comercial.

**Significancia individual:**

- En función del nivel de significancia del 5% se pudo inferir que los costos del comercio internacional y el PIB del Ecuador son significativos, pues la probabilidad del estadístico “t” de cada una de estas variables no supera al nivel de significancia. Sin embargo, el PIB de los Países de la Alianza del Pacífico no es significativo, debido a que, su probabilidad fue igual 0,0550%.

**Significancia global:**

- Para conocer si el modelo fue significativo en su conjunto se debe comparar la probabilidad del estadístico “F” con el nivel de significancia del 5%. Por tanto, se puede afirmar que el modelo de gravedad del flujo comercial si es significativo, ya que, la probabilidad no supera al nivel de significancia.

**Elasticidades:**

- Si el PIB ecuatoriano aumenta en un 1% el flujo comercial se incrementarán en un 1,0846%, ceteris paribus.
- Si el PIB de los países de la Alianza del Pacífico aumenta en un 1% el flujo comercial disminuirá en -0,0916%, ceteris paribus.

- Si los costos aumentan en un 1% el flujo comercial disminuirán en -2,0627%, ceteris paribus.

#### **Ecuación logarítmica:**

$$\text{Log}(\text{Flujo comercial}_{ijt}) = A + 1,084662\text{Log}(\text{PIB}_{ec_{it}}) - 0,091640\text{Log}(\text{PIB}_{jt}) - 2,062792\text{Log}(\text{C}_{ijt}) + u_{ijt} \quad (4)$$

Evidentemente para corroborar que los resultados del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios sean fiables y consistentes se realizaron los análisis de:

- Correlación: en el que se aceptó la hipótesis nula debido a que las probabilidades superaron al nivel de significancia (ver los anexos 1, 2 y 3), por tanto, se descartó la presencia de autocorrelación entre las variables.
- Heteroscedasticidad: las pruebas indicaron que en los tres métodos las probabilidades superaron el nivel de significancia, es decir, los residuos son homoscedásticos (ver los anexos 4, 5 y 6).
- Multicolinealidad: con base en los resultados del  $R^2$  de cada una de las regresiones auxiliares realizadas se pudo afirmar que no existe presencia de multicolinealidad en las regresiones (ver los anexos 7, 8 y 9).

A continuación se presentan los modelos de gravedad de las exportaciones, importaciones y flujo comercial en función de la metodología de Datos de Panel.

Hay que señalar que a través del estadístico Chi-cuadrado del test de Hausman se pudo identificar si se empleaban efectos fijos o aleatorios, por tanto, en función del resultado del valor p se pudo confirmar que la única regresión que se realizó por efectos fijos fue la primera que tiene como variable dependiente a las exportaciones (ver tabla 4), en cambio, para el modelo de las importaciones y el flujo comercial se emplearon efectos aleatorios (ver anexos 17 y 18).

La tabla 4 presenta los resultados del modelo de gravedad de las exportaciones:

**Tabla 4**

*Regresión 4 de Datos de Panel con efectos fijos*

Dependent Variable: EXPORTACIONES\_\_FOB\_  
 Method: Panel Least Squares  
 Date: 05/17/22 Time: 22:10  
 Sample: 2000 2020  
 Periods included: 21  
 Cross-sections included: 4  
 Total panel (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
COSTOS_DE_COMERCIO...	-1.651636	0.913657	-1.807720	0.0746
PIB_OTROS_PAISES	0.796621	0.262005	3.040474	0.0032
PIB_ECUADOR	0.339624	0.220310	1.541576	0.1273
C	-1.753935	2.968996	-0.590750	0.5564

  

Effects Specification			
Cross-section fixed (dummy variables)			
Root MSE	0.176687	R-squared	0.881663
Mean dependent var	5.629443	Adjusted R-squared	0.872442
S.D. dependent var	0.516706	S.E. of regression	0.184543
Akaike info criterion	-0.462213	Sum squared resid	2.622323
Schwarz criterion	-0.259645	Log likelihood	26.41293
Hannan-Quinn criter.	-0.380782	F-statistic	95.61396
Durbin-Watson stat	0.513443	Prob(F-statistic)	0.000000

**Interpretación de los resultados:**

**R<sup>2</sup>:**

- La regresión obtuvo un R<sup>2</sup> igual a 0,881, lo que equivale al 88,1%, por ende, se puede afirmar que los costos, el PIB de cada país de la Alianza del Pacífico y del Ecuador si explican a las exportaciones.

**Significancia individual:**

- En función del nivel de significancia del 5% se pudo inferir que el PIB de los países de la Alianza del Pacífico es significativo, pues la probabilidad del estadístico “t” de esta variable no supera al nivel de significancia. En cambio, el PIB del Ecuador y los costos del comercio internacional no fueron significativos, debido a que, su probabilidad fue igual 0,01273% y 0,0746% respectivamente.

**Significancia global:**

- Para conocer si el modelo fue significativo en su conjunto se debe comparar la probabilidad del estadístico “F” con el nivel de significancia del 5%. Por tanto, se puede afirmar que el modelo de gravedad de las exportaciones si es significativo, ya que, la probabilidad no supera al nivel de significancia.

### Elasticidades:

- Si el PIB ecuatoriano aumenta en un 1% las exportaciones se incrementarán en un 0,3396%, ceteris paribus.
- Si el PIB de los países de la Alianza del Pacífico aumenta en un 1% las exportaciones se incrementarán en un 0,7966%, ceteris paribus.
- Si los costos aumentan en un 1% las exportaciones disminuirán en -1,6516%, ceteris paribus.

### Ecuación logarítmica:

$$\text{Log}(\text{Exportaciones}_{ijt}) = A + 0,339624\text{Log}(\text{PIB}_{ecit}) + 0,796621\text{Log}(\text{PIB}_{jt}) - 1,651636\text{Log}(\text{C}_{ijt}) + u_{ijt} \quad (5)$$

La tabla 5 presenta los resultados del modelo de gravedad de las importaciones:

Tabla 5

Regresión 5 de Datos de Panel con efectos aleatorios

Dependent Variable: IMPORTACIONES\_\_FOB\_  
Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)  
Date: 05/17/22 Time: 22:22  
Sample: 2000 2020  
Periods included: 21  
Cross-sections included: 4  
Total panel (balanced) observations: 84  
Swamy and Arora estimator of component variances

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
COSTOS_DE_COMERCIO...	-2.193832	0.330603	-6.635847	0.0000
PIB_OTROS_PAISES	0.262026	0.105682	2.479392	0.0153
PIB_ECUADOR	0.918762	0.092801	9.900302	0.0000
C	2.721819	0.788199	3.453214	0.0009

  

Effects Specification		S.D.	Rho
Cross-section random		0.073026	0.2571
Idiosyncratic random		0.124121	0.7429

  

Weighted Statistics			
Root MSE	0.123231	R-squared	0.772777
Mean dependent var	2.006980	Adjusted R-squared	0.764256
S.D. dependent var	0.260072	S.E. of regression	0.126274
Sum squared resid	1.275610	F-statistic	90.69211
Durbin-Watson stat	0.502810	Prob(F-statistic)	0.000000

  

Unweighted Statistics			
R-squared	0.805892	Mean dependent var	5.771306
Sum squared resid	1.762523	Durbin-Watson stat	0.363904

### Interpretación de los resultados:

#### R<sup>2</sup>:

- La regresión obtuvo un R<sup>2</sup> igual a 0,772%, lo que equivale a 77,2%, por ende, se puede afirmar que los costos, el PIB de cada país de la Alianza del Pacífico y del Ecuador si explican a las importaciones.

**Significancia individual:**

- En función del nivel de significancia del 5% se pudo inferir que los costos del comercio internacional, el PIB del Ecuador y el PIB de los países de la Alianza del Pacífico son significativos, pues la probabilidad del estadístico “t” de cada una de estas variables no supera al nivel de significancia.

**Significancia global:**

- Para conocer si el modelo fue significativo en su conjunto se debe comparar la probabilidad del estadístico “F” con el nivel de significancia del 5%. Por tanto, se puede afirmar que el modelo de gravedad de las importaciones si es significativo, ya que, la probabilidad no supera al nivel de significancia.

**Elasticidades:**

- Si el PIB ecuatoriano aumenta en un 1% las importaciones se incrementarán en un 0,9187%, ceteris paribus.
- Si el PIB de los países de la Alianza del Pacífico aumenta en un 1% las importaciones se incrementarán en un 0,2620%, ceteris paribus.
- Si los costos aumentan en un 1% las importaciones disminuirán en -2,1938%, ceteris paribus.

**Ecuación logarítmica:**

$$\text{Log}(\text{Importaciones}_{ijt}) = A + 0,918762\text{Log}(\text{PIB}_{ecit}) + 0,262026\text{Log}(\text{PIB}_{jt}) - 2,193832\text{Log}(\text{C}_{ijt}) + u_{ijt} \quad (6)$$

La tabla 6 presenta los resultados del modelo de gravedad del flujo comercial:

Tabla 6

Regresión 6 de Datos de Panel con efectos aleatorios

Dependent Variable: FLUJO\_COMERCIAL  
Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)  
Date: 05/17/22 Time: 22:19  
Sample: 2000 2020  
Periods included: 21  
Cross-sections included: 4  
Total panel (balanced) observations: 84  
Swamy and Arora estimator of component variances

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
COSTOS_DE_COMERCIO...	-2.543339	0.311919	-8.153839	0.0000
PIB_OTROS_PAISES	0.061104	0.086589	0.705674	0.4824
PIB_ECUADOR	0.980425	0.078720	12.45450	0.0000
C	6.531819	0.684791	9.538418	0.0000

  

Effects Specification		S.D.	Rho
Cross-section random		0.054300	0.2179
Idiosyncratic random		0.102878	0.7821

  

Weighted Statistics			
Root MSE	0.103050	R-squared	0.851564
Mean dependent var	2.318156	Adjusted R-squared	0.845998
S.D. dependent var	0.269078	S.E. of regression	0.105595
Sum squared resid	0.892021	F-statistic	152.9844
Durbin-Watson stat	0.760192	Prob(F-statistic)	0.000000

  

Unweighted Statistics			
R-squared	0.875591	Mean dependent var	6.067276
Sum squared resid	1.144455	Durbin-Watson stat	0.592515

### Interpretación de los resultados:

#### R<sup>2</sup>:

- La regresión obtuvo un R<sup>2</sup> igual a 0,815, lo que equivale al 85,1%, por ende, se puede afirmar que los costos, el PIB de cada país de la Alianza del Pacífico y del Ecuador si explican al flujo comercial.

#### Significancia individual:

- En función del nivel de significancia del 5% se pudo inferir que el PIB del Ecuador y los costos de comercio internacional fueron significativos, pues la probabilidad del estadístico “t” de esta variable no supera al nivel de significancia. En cambio, el PIB de los países de la Alianza del Pacífico no fue significativo, debido a que, su probabilidad fue igual 0,4824%.

#### Significancia global:

- Para conocer si el modelo fue significativo en su conjunto se debe comparar la probabilidad del estadístico “F” con el nivel de significancia del 5%. Por tanto, se puede afirmar que el modelo de gravedad de las exportaciones si es significativo, ya que, la probabilidad no supera al nivel de significancia.

### Elasticidades:

- Si el PIB ecuatoriano aumenta en un 1% el flujo comercial se incrementarán en un 0,9804%, ceteris paribus.
- Si el PIB de los países de la Alianza del Pacífico aumenta en un 1% el flujo comercial se incrementarán en un 0,0611%, ceteris paribus.
- Si los costos aumentan en un 1% el flujo comercial disminuirán en -2,5433%, ceteris paribus.

### Ecuación logarítmica:

$$\text{Log}(\text{Flujo comercial}_{ijt}) = A + 0,980425\text{Log}(\text{PIB}_{ecit}) + 0,061104\text{Log}(\text{PIB}_{jt}) - 2,543339\text{Log}(\text{C}_{ijt}) + u_{ijt}$$

(7)

La tabla 7 resume los resultados de los modelos de gravedad con las metodologías de Mínimos Cuadrados Ordinarios y Datos de Panel.

**Tabla 7**

Tabla resumen de los resultados de las regresiones con cada uno de los métodos:

<b>Resultados de las regresiones del modelo de gravedad</b>					
Variables dependientes	Variables independientes	Mínimos Cuadrados Ordinarios		Datos de Panel	
		Coefficiente	Significancia	Coefficiente	Significancia
Exportaciones	Costos	-1,4091	0,0002	-1,6516	0,0746**
	PIB países de la Alianza del Pacífico	-0,7997	0,0000	0,7966	0,0032
	PIB del Ecuador	1,5788	0,0000	0,3396	0,1273***
Importaciones	Costos	-2,9411	0,0000	-2,1938	0,0000
	PIB países de la Alianza del Pacífico	0,4067	0,0000	0,2620	0,0153*
	PIB del Ecuador	0,8854	0,0000	0,9187	0,0000
Flujo Comercial	Costos	-2,0627	0,0000	-2,5433	0,0000
	PIB países de la Alianza del Pacífico	-0,0916	0,0550**	0,0611	0,4824***
	PIB del Ecuador	1,0846	0,0000	0,9804	0,0000

Nota: Las variables son significativas al: 1% \*, 5% \*\* y 10% \*\*\*

En función del contexto de la relación comercial bilateral del Ecuador con los países de la Alianza del Pacífico se pudo inferir con respecto a los coeficientes del modelo de gravedad de las importaciones que existe elasticidad positiva menor a uno, además se debe resaltar que el coeficiente del PIB del Ecuador es más alto, por lo tanto, existe mayor capacidad adquisitiva de los bienes y servicios provenientes de los países de la Alianza del Pacífico.

El  $R^2$  de 0,7997 relativamente alto indicó el nivel de relación o explicación de las exportaciones entre el Ecuador y los países de la Alianza del Pacífico, las cuales presentaron elasticidad negativa indicando que este grupo de países pueden sustituir los bienes y servicios ecuatorianos, por productos más baratas o con mayor valor agregado.

A través de los resultados se pudo identificar que los costos del comercio si generaron obstáculos para el comercio bilateral, ya que, sus coeficientes fueron mayores a 1, además hay que indicar que al comparar los coeficientes de esta variable en el modelo de gravedad de las exportaciones e importaciones se determinó que los costos de importación para el Ecuador son más altos que los costos de exportación, tanto en el modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios, como del modelo de Datos de Panel.

Por último para identificar cuál de los dos modelos es el más óptimo y eficiente se realizó el Test del Multiplicador de Lagrange, a través de esta prueba se pudo afirmar que el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios aplicado en las tres regresiones es el más adecuado, debido a que, al menos una de las tres probabilidades de la prueba de Breusch-Pagan supera el nivel de significancia (Ver en los anexos 19, 20 y 21).

## 5. Discusión

El modelo de gravedad al ser parsimonioso, explicativo y práctico en la actualidad se ha convertido en una métrica para analizar el comercio bilateral, sin embargo, autores como (Guan et al., 2021) afirmaron que este modelo puede llegar a ser poco eficiente, debido a que, su nivel de explicación se centra en hechos y datos empíricos, es decir, en fenómenos y patrones comerciales bilaterales que provienen de la experiencia y la observación, por ende los juicios de valor de los resultados pueden llegar a ser sesgados.

La aplicación de la metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios en el modelo de gravedad ha sido muy debatida a lo largo de los años, debido a que, ciertos autores la validaron y otros no, por ejemplo (Avila, 2017; Yaselga & Aguirre, 2018; Ramaswamy et al., 2021) señalaron que este método presenta deficiencias para estudiar los efectos individuales de las variables, además indicaron que omite las dimensiones temporales y puede generar estimadores que no son MELI.

No obstante autores como (Gil & Llorca, 2017; Hassan, 2019; Abbas & Waheed 2019; Osabuohien et al., 2019; Li et al., 2020; Alarcón et al., 2021; Guan et al., 2021; Rai et al., 2021) alegaron que el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios fue idóneo, fiable y consistente para explicar la ecuación de gravedad, pues permite controlar y corregir problemas de multicolinealidad, autocorrelación y heteroscedasticidad, asimismo corroboraron la fiabilidad de este método a través del valor del  $R^2$ , pues mientras más alto sea mejor explicarán las variables independientes a la variable dependiente. Por ende, el valor típico del  $R^2$  encontrado en estas investigaciones va desde un 70% hasta un 99% y al analizar los resultados de las tres regresiones (ver tablas 1, 2 y 3) se comprobó que el valor del  $R^2$  de los modelos de las exportaciones, importaciones y el flujo comercial fue igual al 81%, 83% y 89% respectivamente, por ende, se encuentran dentro del rango establecido concordando con la revisión de la literatura.

Por otro lado, Avila (2017) y Fairlie et al., (2021) manifestaron que el método de Datos de Panel con corrección de errores estándar es más apropiado que los métodos de efectos fijos y aleatorios, debido a que, estos pueden ocasionar errores estándares sesgados.



A su vez como se mencionó en el estado del arte para aplicar correctamente la metodología de Datos de Panel, a través de efectos fijos o aleatorios se debe conocer la naturaleza de los datos, por esta razón en la investigación a pesar de emplear data que varía a lo largo del tiempo tan solo la primera regresión (ver tabla 4) se realizó por medio de efectos fijos, dado que, la probabilidad fue menor al nivel de significancia (ver anexo 23), por otra parte, las regresiones con respecto a las importaciones y al flujo comercial se realizaron a través de efectos aleatorios, pues la probabilidad superó al nivel de significancia (ver anexos 24 y 25), violando así el supuesto de invariabilidad y variabilidad de datos de este test.

Del mismo modo Bussiere et al., (2005) en su trabajo afirmaron que los efectos fijos dieron como resultado un coeficiente significativo para el PIB, el cual si explica correctamente al comercio bilateral, debido a que las características que presenta esta variable se ajustan al supuesto de variabilidad a lo largo del tiempo.

Una vez aclarado el contexto de las metodologías aplicadas se puede inferir con base a los resultados del Test del Multiplicador de Lagrange que el mejor método de estimación para el grupo de datos analizado es la técnica econométrica de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

Paralelamente al analizar en cada uno de los seis modelos econométricos a la variable independiente costos del comercio internacional, se puede identificar que esta es significativa, a excepción del cuarto modelo (ver tabla 4), además se debe resaltar que su coeficiente es superior con respecto al resto de variables independientes y a su vez el signo es negativo, por esta razón, se puede identificar que esta variable si actúa como una barrera para el comercio bilateral entre el Ecuador y cada país de la Alianza del Pacífico, pues mientras más alejado esté un país existirán mayores costos disminuyendo el volumen de comercio, es por ello que la teoría y los resultados obtenidos concuerdan con las investigaciones de (Cam & Thuy, 2018; Fuenzalida et al., 2018; Vásquez & Tonon, 2021 y Rai et al., 2021).

Por otra parte, Montenegro & Soto (1996); Bussière & Schnatz (2009); Guan et al., (2021) probaron que el tamaño económico tuvo influencia positiva en el flujo comercial. Los autores coincidieron que el PIB tiene efectos positivos tanto para el país importador como para el exportador. Es así que el flujo comercial bilateral puede estar influenciado por la oferta de los factores productivos, el entorno mercantil del país exportador, la renta nacional, las cláusulas y las restricciones del país importador (Kabir et al., 2017).

Con base a la teoría económica se puede afirmar que el PIB de los países miembros de la Alianza del Pacífico al ser una variable explicativa y positiva tiene una relación directa con las variables dependientes (exportaciones, importaciones y flujo comercial), por esta razón, si el PIB de los países miembros de la Alianza del Pacífico aumenta, su relación comercial con respecto al Ecuador también va a aumentar, contrastando así este análisis con los trabajos de (Agrawal & Sangita, 2017; Abbas & Waheed, 2019; Osabuohien et al., 2019). Sin embargo, a través de los resultados de las regresiones econométricas se puede identificar que en el primer (ver tabla 1) y tercer (ver tabla 3) modelo con la metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios el signo es negativo, por lo tanto, se puede determinar que cuando el PIB de los países de la Alianza del Pacífico es negativo el volumen de las exportaciones ecuatorianas disminuye, ocasionando que el Ecuador produzca menos o que el país redireccione sus exportaciones al resto del mundo, análogamente (Hossain, 2018) manifestó que esta condición negativa se debe al bajo comercio

bilateral. Otros aspectos que podrían justificar el signo negativo es que los bienes y servicios ecuatorianos no son atractivos para estos países, por ende, el Ecuador tendría que diversificar sus exportaciones. De igual forma debería analizar la relación política que mantiene con estos países y la manera en la que resuelven los conflictos relacionados con su comercio bilateral.

Paralelamente, el coeficiente del PIB del Ecuador presentó el signo positivo esperado en cada una de las regresiones de los dos modelos econométricos, por esta razón la relación es directa con respecto a los cambios que pueda ocasionar en el volumen de las exportaciones, importaciones y el flujo comercial de los países de la Alianza del Pacífico, es decir, si el Ecuador actúa como país de origen se incrementarán sus exportaciones hacia Chile, Colombia, México y Perú. En cambio, si actúa como país de destino su capacidad adquisitiva le permitirá incrementar el volumen de importaciones. Por tanto, el resultado obtenido es comparable con los resultados de los trabajos de (Agrawal & Sangita, 2017; Burgoa, 2018; Ahcar & Rodríguez, 2020; Guan et al., 2021).

## **6. Conclusiones**

Se puede concluir que la relevancia del modelo de gravedad en la actualidad se debe a su importante fundamentación teórica y sobre todo a la capacidad econométrica que tiene su ecuación para explicar diversos patrones comerciales bilaterales. Sin embargo, los resultados no siempre son eficientes ni convincentes para la toma de decisiones dentro de la política comercial, debido a que, se pueden excluir diversas variables relevantes, o se pueden incluir variables innecesarias, las cuales generarán resultados sesgados e inferencias que no se apeguen a la realidad del comercio internacional de los países involucrados.

De la misma manera, en esta investigación se pudo comprobar que el modelo de gravedad al ser especificado correctamente se convirtió en una herramienta práctica para explicar de forma adecuada como los costos del comercio internacional, el PIB del Ecuador, Chile, Colombia, México y Perú pueden influir en el volumen de las exportaciones, importaciones y el flujo comercial. Por lo tanto, hay que evidenciar que la investigación cumplió con los objetivos propuestos, ya que, el documento describe las bases teóricas y la aplicación del modelo de gravedad, además muestra que las técnicas econométricas fueron aplicadas correctamente, pues existe suficiente evidencia teórica y práctica que permiten validar los resultados, por último se debe indicar que al comparar el par de metodologías a través del Test del Multiplicador de Lagrange se llegó a determinar que el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios brindó un mejor ajuste en los datos y por ende una mejor estimación con respecto al método de Datos de Panel, a su vez este análisis contrasta con los resultados obtenidos del  $R^2$ , pues este es superior al 80% en cada una de las tres regresiones del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

Asimismo, se concluye con esta investigación que los costos del comercio al ser una variable proxy de la distancia son fundamentales dentro del modelo de gravedad, dado que, generan obstáculos para el comercio bilateral. Esta variable puede estar influenciada por la ruta, el número de veces que se realizan los intercambios comerciales bilaterales y los medios de transporte que cada país emplea, es por ello, que si su coeficiente a más de ser negativo es mayor a uno el país o los países afectados tienen que buscar mecanismos o políticas que les permitan disminuir esta barrera comercial, además hay que indicar que al comparar los coeficientes de esta variable en el modelo de gravedad de las exportaciones e importaciones

se determinó que los costos de importación para el Ecuador son más altos que los costos de exportación, pues el coeficiente de los costos de las importaciones supera en gran medida al coeficiente de los costos de las exportaciones tanto en el modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios, como del modelo de Datos de Panel, por este motivo, en una próxima investigación se deberían analizar cuáles serían las posibles soluciones que el Ecuador podría aplicar para disminuir los costos de comercio con respecto a Chile, Colombia, México y Perú.

Adicionalmente en función de los resultados se pudo conocer que si en el modelo de gravedad el PIB presenta signo negativo este estaría yendo en contra de la teoría económica, sin embargo, esta condición se debería tomar como un indicador para buscar alternativas que permitan incrementar el volumen de las exportaciones del país afectado, en este caso el Ecuador.

Por último, una debilidad notable que puede presentar la investigación es el número de variables explicativas introducidas en el modelo econométrico, pues al inicio de la investigación se consideró incluir más variables independientes, pero presentaron alta colinealidad entre sí por este motivo fueron excluidas. Sin embargo, las variables genéricas empleadas en la investigación fueron fundamentales porque permitieron emitir juicios de valor y obtener resultados significativos que serán de gran ayuda para la toma de decisiones en torno a la política comercial de los países involucrados, también estos resultados pueden ser importantes tanto para el sector privado como para el público, por ejemplo el ministerio de comercio exterior podría revisar el número de oficinas comerciales existentes entre el Ecuador y cada uno de los países de la Alianza del Pacífico para identificar si van acorde a las necesidades comerciales bilaterales.

## 7. Referencias

- Abbas, S., & Waheed, A. (2019). Pakistan's Global Trade Potential: A Gravity Model Approach. *Global Business Review*, 20(6), 1361–1371.  
<https://doi.org/10.1177/0972150919848936>
- Agrawal, P., & Sangita, S. (2017). Trade Potential between India and Central Asia. *Margin*, 11(4), 418–448. <https://doi.org/10.1177/0973801017722268>
- Aguilar, P., Maldonado, D., & Solorzano, S. (2020). Incidencia de la balanza comercial en el crecimiento económico del Ecuador: análisis econométrico desde Cobb Douglas, período 1980-2017. *Revista Espacios*, 41(3), 1–10. Retrieved from <http://www.revistaespacios.com/a20v41n03/a20v41n03p10.pdf>
- Alarcón, A., Domínguez, B., Gordillo, L., & Vega, C. (2021). Modelo de gravedad económico, México – China para incrementar la competitividad de las mypes. *Revista Relayn - Micro y Pequeñas Empresas En Latinoamérica*, 5(3), 293–312.  
<https://doi.org/10.46990/relayn.2021.5.3.172>
- Alvarez, R. (2020). Uso del estimador de Mínimos Cuadrados Ordinarios en la inferencia de series de tiempo en modelos lineales. *Universidad y Ciencia*, 9(1), 198–212.
- Anderson, J. (1979). A theorrical basis for the equation of gravity. *The American economy* (1), 106-116.
- 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.
- Banco Central del Ecuador. (2022). Documentos estadísticos. <https://www.bce.fin.ec>
- Banco Mundial. (2022). Banco de datos. <https://databank.worldbank.org/home.aspx>
- Bergstrand, J. (1985). The gravity equation in international trade: some microeconomic foundations and empirical evidence. *Economics and Statistics* (3), 474-481.
- Brada, J., & Mendez, J. (1983). Regional Economic Integration and the Volume of Intra-Regional Trade: A Comparison of Developed and Developing Country Experience. *Kyklos*, 36(4), 589–603. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6435.1983.tb00004.x>
- Burgoa, R. (2018). La mediterraneidad como determinante del flujo comercial bilateral. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, (30), 7–25.  
<https://doi.org/10.35319/lajed.20183012>
- Bussiere, M., Fidrmuc, J., & Schnatz, B. (2005). Trade Integration of Central and Eastern European Countries: Lessons from a Gravity Model. *SSRN Electronic Journal*.

<https://doi.org/10.2139/ssrn.836424>

Bussière, M., & Schnatz, B. (2009). Evaluating China's integration in world trade with a gravity model based benchmark. *Open Economies Review*, 20(1), 85–111.

<https://doi.org/10.1007/s11079-007-9061-5>

Cam, M., & Thuy, H. (2018). Estimating the impact of trade cost on export: A case study Vietnam. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 5(3), 43–50.

<https://doi.org/10.13106/jafeb.2018.vol5.no3.43>

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>

Cracau, D., & Durán, J. (2017). Taller de Política Comercial, Cadenas de Valor e Indicadores Sociales. *Cepal*, 30. Retrieved from

[https://www.cepal.org/sites/default/files/courses/files/curso\\_colombia\\_modulo\\_2\\_parte\\_4\\_gravity.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/courses/files/curso_colombia_modulo_2_parte_4_gravity.pdf)

De Benedictis, L., & Vicarelli, C. (2005). Trade potentials in gravity panel data models. *B.E. Journal of Economic Analysis and Policy*, 5(1). <https://doi.org/10.1515/1538-0653.1386>

Fairlie, A. (2019). La influencia del TLC con China en los flujos comerciales del Perú. *Latin American Journal of Trade Policy*, 2(5), 23–43. Retrieved from

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7472814&info=resumen&idioma=ENG>  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7472814>

Fairlie, A., Collantes, E., & Castillo, L. (2021). El rol de los acuerdos intra y extrarregionales en los flujos comerciales : el caso de la Comunidad Andina de Naciones. *Revista Latinoamericana de Economía*, 52, 165–188. Retrieved from

<https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2021.204.69603%0A>

Feenstra, R. (2003), *Advanced International Trade: Theory and Evidence* (Princeton, NJ: Princeton University Press)

Fuenzalida, D., Valenzuela, B., & Corvalán, A. (2018). La facilitación comercial y sus efectos en el comercio bilateral chileno de 2006 a 2014. *Cepal Review*, 2018(124), 173–191.

<https://doi.org/10.18356/630ad7fa-es>

Gatta, N., & Waheed, B. (2019). Investigating the Effects of Multicollinearity on the Model Parameters of Ordinary Least Squares Estimator. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 5(5), 116–121.

<https://doi.org/10.31695/ijasre.2019.33217>

- Gil, S., & Llorca, R. (2017). El comercio exterior de España y el proceso de Integración Europea. *Estudios de Economía Aplicada*, 35(1), 63–84.  
<https://doi.org/10.25115/eea.v35i1.2436>
- Guan, Z., Zhang, Y., & Kwee Fat, I. (2021). Trade Relations Between Mauritius and China: A Gravity Model Approach. *SAGE Open*, 11(4), 1–10.  
<https://doi.org/10.1177/21582440211058184>
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (quinta edi; M. G. Hill, ed.).
- Haq, Z., Meilke, K., & Cranfield, J. (2013). Selection bias in a gravity model of agrifood trade. *European Review of Agricultural Economics*, 40(2), 331–360.  
<https://doi.org/10.1093/erae/jbs028>
- Hassan, S. (2019). A gravity model analysis for trade between the GCC and developed countries. *Cogent Economics and Finance*, 7(1), 1–13.  
<https://doi.org/10.1080/23322039.2019.1703440>
- Helpman, E., & Krugman, P. (1985). Market structure and foreign trade
- Hossain, M. (2018). Determinants and Prospects of Intra-regional Trade in the Bay of Bengal and the Andaman Sea (BoBAS) Rim Countries of South Asia: A Gravity Model Simulation Approach. *South Asian Survey*, 25(1–2), 27–58.  
<https://doi.org/10.1177/0971523119830828>
- Kabir, M., Salim, R., & Al-Mawali, N. (2017). The gravity model and trade flows: Recent developments in econometric modeling and empirical evidence. *Economic Analysis and Policy*, 56, 60–71. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2017.08.005>
- Kahouli, B., & Kadhraoui, N. (2012). Consolidation of regional groupings and economic growth: Empirical investigation by panel data. *International Journal of Euro-Mediterranean Studies*, 5(1), 71–92. <https://doi.org/10.1007/s40321-012-0003-7>
- Kalirajan, K. (1999). Stochastic varying coefficients gravity model: An application in trade analysis. *Journal of Applied Statistics*, 26(2), 185–193.  
<https://doi.org/10.1080/02664769922520>
- Krugman, P., & Obstfeld, M., (2002). *International Economics: Theory and Policy*. University press.
- Krugman, P., Obstfeld, M., & Melitz, M. (2018). *International Economics: Theory and Policy, 11th Global Edition*.
- Li, E., Lu, M., & Chen, Y. (2020). Analysis of China’s importance in “belt and road initiative”

- trade based on a gravity model. *Sustainability (Switzerland)*, 12(17), 1–20.  
<https://doi.org/10.3390/SU12176808>
- Mankiw, G. (2019). *Macroeconomics* (Tenth edit). New York: worth.
- Montenegro, C., & Soto, R. (1996). How distorted is Cuba's trade? Evidence and predictions from a gravity model. *Journal of International Trade and Economic Development*, 5(1), 45–68. <https://doi.org/10.1080/09638199600000004>
- Oh, J., Yuldashev, B., & Moon, S. (2018). Where is Uzbekistan's trade and where should it be directed? Gravity analyses for being doubly landlocked. *International Area Studies Review*, 21(1), 68–84. <https://doi.org/10.1177/2233865917745959>
- Osabuohien, E., Efobi, U., Odebiyi, J., Fayomi, O., & Salami, A. (2019). Bilateral Trade Performance in West Africa: A Gravity Model Estimation. *African Development Review*, 31(1), 1–14. <https://doi.org/10.1111/1467-8268.12359>
- Papazoglou, C. (2007). Greece's potential trade flows: A gravity model approach. *International Advances in Economic Research*, 13(4), 403–414. <https://doi.org/10.1007/s11294-007-9107-x>
- Raffo, L., Hernández, E., & Díaz, V. (2018). La Alianza del Pacífico y los efectos potenciales del Acuerdo Transpacífico de Cooperación Económica sin Estados Unidos. *Revista Finanzas y Política Económica*, 10(1), 65–87.  
<https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2018.10.1.3>
- Rai, S., Paswan, A., & Jha, S. (2021). An Analysis of India's Trade Flow with BIMSTEC nations- A Gravity Model Approach. *Studies in Economics and Business Relations*, 2(2), 14. <https://doi.org/10.48185/sebr.v2i2.376>
- Ramaswamy, S., Choutagunta, A., & Sahu, S. (2021). Evaluating Asian Free Trade Agreements: What Does Gravity Model Tell Us? *Foreign Trade Review*, 56(1), 60–70.  
<https://doi.org/10.1177/0015732520961330>
- Rodríguez, G., & Dávalos, J. (2017). The Trans-Pacific Partnership Agreement ( TPP ) Trade Potential for Peru , a Gravity Model Approach. *Revista Internacional de Gestión Del Conocimiento y La Tecnología*, 5(2).
- Rosales, A., Perdomo, A., Morales, C., & Urrego, J. (2013). *Fundamentos de econometría intermedia: Teoría y aplicaciones* (Ediciones; Proceditor ltda., ed.). Colombia.
- Shahriar, S., Kea, S., Quian, L., & Muhammad, N. (2019). The Gravity Model of Trade: A Theoretical Perspective. *A Journal of Economic and Social Research*, 5(1).

<https://doi.org/10.32728/ric.2019.51/2>

- Stack, M. (2009). Regional integration and trade: Controlling for varying degrees of heterogeneity in the gravity model. *World Economy*, 32(5), 772–789.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9701.2009.01180.x>
- Tinbergen, J. (1962). *Shaping the World, Suggestion for an international economic policy*. New York: 20th Century Fund.
- Tonon, L., Albornoz, A., García, P., & Pinos, L. (2019). Elasticidad-Renta del comercio bilateral mediante el modelo gravitacional. Caso Ecuador. *Revista Economía y Política*, XV(30), 139–156. <https://doi.org/10.25097/rep.n30.2019.06>
- 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>
- Yaselga, E., & Aguirre, I. (2018). Modelo Gravitacional del Comercio Internaiconal para Ecuador 2007-2017. *Cuestiones Económicas*, 28, 133–176. Retrieved from [https://www.bce.fin.ec/cuestiones\\_economicas/images/PDFS/2019/RCE-28-2-Articulo5.pdf](https://www.bce.fin.ec/cuestiones_economicas/images/PDFS/2019/RCE-28-2-Articulo5.pdf)
- Yotov, Y., Piermartini, R., Monteiro, J., & Larch, M. (2016). An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model. *World Trade Organization*.  
<https://doi.org/10.30875/abc0167e-en>
- Zhao, Y. (2020). Analysis of Trade Effect in Post-Tpp Era: Based on Gravity Model and Gtap Model. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 5(1), 61–70.  
<https://doi.org/10.2478/amns.2020.1.00007>



## 8. Anexos

### Metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios

#### 1. Análisis de correlación

##### Anexo 1

##### Correlograma-Exportaciones

Date: 05/17/22 Time: 21:17

Sample (adjusted): 2001 2020

Included observations: 80 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.039	0.039	0.1242	0.724
		2	-0.128	-0.130	1.4997	0.472
		3	-0.139	-0.130	3.1379	0.371
		4	-0.013	-0.021	3.1536	0.532
		5	0.011	-0.023	3.1640	0.675
		6	0.041	0.020	3.3162	0.768
		7	-0.091	-0.103	4.0641	0.772
		8	0.006	0.017	4.0675	0.851
		9	0.027	0.011	4.1368	0.902
		10	-0.026	-0.050	4.1992	0.938
		11	0.038	0.048	4.3369	0.959
		12	-0.103	-0.119	5.3679	0.945

##### Anexo 2

##### Correlograma-Importaciones

Date: 05/17/22 Time: 21:29

Sample (adjusted): 2001 2020

Included observations: 80 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.107	0.107	0.9491	0.330
		2	-0.009	-0.020	0.9552	0.620
		3	0.075	0.079	1.4282	0.699
		4	0.001	-0.016	1.4283	0.839
		5	0.091	0.097	2.1460	0.829
		6	-0.085	-0.116	2.7922	0.834
		7	-0.062	-0.034	3.1426	0.872
		8	-0.018	-0.029	3.1736	0.923
		9	0.040	0.064	3.3225	0.950
		10	-0.156	-0.182	5.6022	0.848
		11	-0.168	-0.109	8.2705	0.689
		12	-0.027	-0.016	8.3387	0.758

Anexo 3

Correlograma-Flujo Comercial

Date: 05/17/22 Time: 21:34  
 Sample (adjusted): 2001 2020  
 Included observations: 80 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.075	0.075	0.4622	0.497
		2	-0.233	-0.240	5.0124	0.082
		3	-0.194	-0.165	8.2093	0.042
		4	0.104	0.081	9.1350	0.058
		5	0.160	0.075	11.383	0.044
		6	0.017	0.011	11.409	0.077
		7	-0.196	-0.132	14.872	0.038
		8	-0.068	-0.014	15.287	0.054
		9	-0.017	-0.099	15.315	0.083
		10	-0.004	-0.087	15.316	0.121
		11	0.006	-0.001	15.319	0.168
		12	-0.126	-0.143	16.852	0.155

2. Análisis de Heteroscedasticidad

Anexo 4

Prueba de Heteroscedasticidad-Exportaciones

Test for Equality of Variances of RESID  
 Categorized by values of RESID  
 Date: 05/17/22 Time: 21:42  
 Sample (adjusted): 2001 2020  
 Included observations: 80 after adjustments

Method	df	Value	Probability
Bartlett	3	2.692987	0.4414
Levene	(3, 76)	0.924569	0.4331
Brown-Forsythe	(3, 76)	0.855554	0.4680

Category Statistics

RESID	Count	Std. Dev.	Mean Abs. Mean Diff.	Mean Abs. Median Diff.
[-0.4, -0.2)	4	0.075147	0.053263	0.053263
[-0.2, 0)	33	0.053867	0.044174	0.043090
[0, 0.2)	39	0.044395	0.036471	0.036365
[0.2, 0.4)	4	0.041036	0.030370	0.023220
All	80	0.121569	0.040183	0.039327

Bartlett weighted standard deviation: 0.049966

Anexo 5

*Prueba de Heteroscedasticidad-Importaciones*

Test for Equality of Variances of RESID  
 Categorized by values of RESID  
 Date: 05/17/22 Time: 21:46  
 Sample (adjusted): 2001 2020  
 Included observations: 80 after adjustments

Method	df	Value	Probability
Bartlett	3	2.833723	0.4180
Levene	(3, 76)	1.820755	0.1505
Brown-Forsythe	(3, 76)	1.321662	0.2736

Category Statistics

RESID	Count	Std. Dev.	Mean Abs. Mean Diff.	Mean Abs. Median Diff.
[-0.2, -0.1)	2	0.027248	0.019268	0.019268
[-0.1, 0)	47	0.025081	0.020792	0.020118
[0, 0.1)	27	0.027694	0.024140	0.023991
[0.1, 0.2)	4	0.010434	0.008185	0.008185
All	80	0.052912	0.021253	0.020807

Bartlett weighted standard deviation: 0.025636

Anexo 6

*Prueba de Heteroscedasticidad-Flujo Comercial*

Test for Equality of Variances of RESID  
 Categorized by values of RESID  
 Date: 05/17/22 Time: 21:48  
 Sample (adjusted): 2001 2020  
 Included observations: 80 after adjustments

Method	df	Value	Probability
Bartlett	3	1.363039	0.7142
Levene	(3, 76)	0.602819	0.6152
Brown-Forsythe	(3, 76)	0.775250	0.5114

Category Statistics

RESID	Count	Std. Dev.	Mean Abs. Mean Diff.	Mean Abs. Median Diff.
[-0.2, -0.1)	6	0.027270	0.018039	0.014905
[-0.1, 0)	35	0.025761	0.021552	0.021493
[0, 0.1)	33	0.022785	0.018654	0.018159
[0.1, 0.2)	6	0.032258	0.025623	0.025623
All	80	0.064895	0.020398	0.019934

Bartlett weighted standard deviation: 0.025157

### 3. Análisis de Multicolinealidad

#### Exportaciones

##### Anexo 7

##### Regresión Auxiliar 1

Dependent Variable: COSTOS\_DE\_COMERCIO  
 Method: Panel Least Squares  
 Date: 05/18/22 Time: 05:11  
 Sample: 2000 2020  
 Periods included: 21  
 Cross-sections included: 4  
 Total panel (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB_OTROS_PAISES	0.198813	0.020950	9.489986	0.0000
PIB_ECUADOR	-0.191458	0.035880	-5.336006	0.0000
C	0.667543	0.223188	2.990940	0.0037
Root MSE	0.067497	R-squared		0.530399
Mean dependent var	2.021400	Adjusted R-squared		0.518804
S.D. dependent var	0.099088	S.E. of regression		0.068736
Akaike info criterion	-2.482040	Sum squared resid		0.382690
Schwarz criterion	-2.395225	Log likelihood		107.2457
Hannan-Quinn criter.	-2.447141	F-statistic		45.74339
Durbin-Watson stat	0.075817	Prob(F-statistic)		0.000000

##### Anexo 8

##### Regresión Auxiliar 2

Dependent Variable: PIB\_OTROS\_PAISES  
 Method: Panel Least Squares  
 Date: 05/18/22 Time: 05:12  
 Sample: 2000 2020  
 Periods included: 21  
 Cross-sections included: 4  
 Total panel (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB_ECUADOR	0.871831	0.117437	7.423806	0.0000
COSTOS_DE_COMERCIO	2.648119	0.279044	9.489986	0.0000
C	1.893141	0.832178	2.274922	0.0256
Root MSE	0.246337	R-squared		0.622309
Mean dependent var	11.41883	Adjusted R-squared		0.612983
S.D. dependent var	0.403239	S.E. of regression		0.250858
Akaike info criterion	0.107198	Sum squared resid		5.097292
Schwarz criterion	0.194013	Log likelihood		-1.502325
Hannan-Quinn criter.	0.142097	F-statistic		66.73047
Durbin-Watson stat	0.062618	Prob(F-statistic)		0.000000

Anexo 9

Regresión Auxiliar 3

Dependent Variable: PIB\_ECUADOR  
 Method: Panel Least Squares  
 Date: 05/18/22 Time: 05:13  
 Sample: 2000 2020  
 Periods included: 21  
 Cross-sections included: 4  
 Total panel (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB_OTROS_PAISES	0.464431	0.062560	7.423806	0.0000
COSTOS_DE_COMERCIO	-1.358481	0.254587	-5.336006	0.0000
C	2.228997	0.575450	3.873482	0.0002
Root MSE	0.179794	R-squared		0.409829
Mean dependent var	4.786227	Adjusted R-squared		0.395257
S.D. dependent var	0.235443	S.E. of regression		0.183093
Akaike info criterion	-0.522584	Sum squared resid		2.715367
Schwarz criterion	-0.435769	Log likelihood		24.94852
Hannan-Quinn criter.	-0.487685	F-statistic		28.12416
Durbin-Watson stat	0.057488	Prob(F-statistic)		0.000000

Importaciones

Anexo 10

Regresión Auxiliar 1

Dependent Variable: COSTOS\_DE\_COMERCIO  
 Method: Panel Least Squares  
 Date: 05/18/22 Time: 05:14  
 Sample: 2000 2020  
 Periods included: 21  
 Cross-sections included: 4  
 Total panel (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB_OTROS_PAISES	0.160821	0.022659	7.097356	0.0000
PIB_ECUADOR	-0.019318	0.038808	-0.497795	0.6200
C	0.234329	0.241400	0.970709	0.3346
Root MSE	0.073004	R-squared		0.423399
Mean dependent var	1.978251	Adjusted R-squared		0.409162
S.D. dependent var	0.096719	S.E. of regression		0.074344
Akaike info criterion	-2.325163	Sum squared resid		0.447691
Schwarz criterion	-2.238348	Log likelihood		100.6568
Hannan-Quinn criter.	-2.290264	F-statistic		29.73917
Durbin-Watson stat	0.241160	Prob(F-statistic)		0.000000

Anexo 11

Regresión Auxiliar 2

Dependent Variable: PIB\_OTROS\_PAISES  
 Method: Panel Least Squares  
 Date: 05/18/22 Time: 05:15  
 Sample: 2000 2020  
 Periods included: 21  
 Cross-sections included: 4  
 Total panel (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB_ECUADOR	0.521103	0.137999	3.776130	0.0003
COSTOS_DE_COMERCIO	2.384222	0.335931	7.097356	0.0000
C	4.208124	0.809542	5.198152	0.0000
Root MSE	0.281094	R-squared		0.508209
Mean dependent var	11.41883	Adjusted R-squared		0.496066
S.D. dependent var	0.403239	S.E. of regression		0.286252
Akaike info criterion	0.371175	Sum squared resid		6.637174
Schwarz criterion	0.457990	Log likelihood		-12.58936
Hannan-Quinn criter.	0.406074	F-statistic		41.85206
Durbin-Watson stat	0.107914	Prob(F-statistic)		0.000000

Anexo 12

Regresión Auxiliar 3

Dependent Variable: PIB\_ECUADOR  
 Method: Panel Least Squares  
 Date: 05/18/22 Time: 05:16  
 Sample: 2000 2020  
 Periods included: 21  
 Cross-sections included: 4  
 Total panel (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB_OTROS_PAISES	0.287253	0.076071	3.776130	0.0003
COSTOS_DE_COMERCIO	-0.157876	0.317152	-0.497795	0.6200
C	1.818458	0.664039	2.738480	0.0076
Root MSE	0.208700	R-squared		0.204806
Mean dependent var	4.786227	Adjusted R-squared		0.185171
S.D. dependent var	0.235443	S.E. of regression		0.212530
Akaike info criterion	-0.224410	Sum squared resid		3.658675
Schwarz criterion	-0.137595	Log likelihood		12.42522
Hannan-Quinn criter.	-0.189511	F-statistic		10.43095
Durbin-Watson stat	0.044356	Prob(F-statistic)		0.000093

## Flujo Comercial

### Anexo 13

#### Regresión Auxiliar 1

Dependent Variable: COSTOS\_DE\_COMERCIO  
 Method: Panel Least Squares  
 Date: 05/18/22 Time: 05:17  
 Sample: 2000 2020  
 Periods included: 21  
 Cross-sections included: 4  
 Total panel (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB_OTROS_PAISES	0.180463	0.021200	8.512304	0.0000
PIB_ECUADOR	-0.111058	0.036309	-3.058672	0.0030
C	0.772891	0.225856	3.422051	0.0010
Root MSE	0.068304	R-squared		0.474722
Mean dependent var	2.302017	Adjusted R-squared		0.461752
S.D. dependent var	0.094809	S.E. of regression		0.069557
Akaike info criterion	-2.458275	Sum squared resid		0.391894
Schwarz criterion	-2.371460	Log likelihood		106.2475
Hannan-Quinn criter.	-2.423376	F-statistic		36.60197
Durbin-Watson stat	0.119118	Prob(F-statistic)		0.000000

### Anexo 14

#### Regresión Auxiliar 2

Dependent Variable: PIB\_OTROS\_PAISES  
 Method: Panel Least Squares  
 Date: 05/18/22 Time: 05:18  
 Sample: 2000 2020  
 Periods included: 21  
 Cross-sections included: 4  
 Total panel (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB_ECUADOR	0.697250	0.123774	5.633237	0.0000
COSTOS_DE_COMERCIO	2.616455	0.307373	8.512304	0.0000
C	2.058510	0.891178	2.309876	0.0234
Root MSE	0.260080	R-squared		0.578991
Mean dependent var	11.41883	Adjusted R-squared		0.568596
S.D. dependent var	0.403239	S.E. of regression		0.264853
Akaike info criterion	0.215776	Sum squared resid		5.681909
Schwarz criterion	0.302591	Log likelihood		-6.062595
Hannan-Quinn criter.	0.250675	F-statistic		55.69742
Durbin-Watson stat	0.075542	Prob(F-statistic)		0.000000

Anexo 15

Regresión Auxiliar 3

Dependent Variable: PIB\_ECUADOR  
 Method: Panel Least Squares  
 Date: 05/18/22 Time: 05:19  
 Sample: 2000 2020  
 Periods included: 21  
 Cross-sections included: 4  
 Total panel (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB_OTROS_PAISES	0.403715	0.071667	5.633237	0.0000
COSTOS_DE_COMERCIO	-0.932313	0.304810	-3.058672	0.0030
C	2.322472	0.650806	3.568608	0.0006
Root MSE	0.197902	R-squared		0.284960
Mean dependent var	4.786227	Adjusted R-squared		0.267305
S.D. dependent var	0.235443	S.E. of regression		0.201534
Akaike info criterion	-0.330658	Sum squared resid		3.289887
Schwarz criterion	-0.243843	Log likelihood		16.88763
Hannan-Quinn criter.	-0.295759	F-statistic		16.14018
Durbin-Watson stat	0.052401	Prob(F-statistic)		0.000001

## Metodología de Datos de Panel

### Test de Hausman

Anexo 16

Exportaciones

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	42.681376	3	0.0000

\*\* WARNING: estimated cross-section random effects variance is zero.

Cross-section random effects test comparisons:

Variable	Fixed	Random	Var(Diff.)	Prob.
COSTOS_DE_COMERCIO	-1.651636	-1.409180	0.745778	0.7789
PIB_OTROS_PAISES	0.796621	-0.799783	0.061966	0.0000
PIB_ECUADOR	0.339624	1.578877	0.035994	0.0000



Anexo 17

Importaciones

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	4.799094	3	0.1871

Cross-section random effects test comparisons:

Variable	Fixed	Random	Var(Diff.)	Prob.
COSTOS_DE_COMERCIO	-1.743970	-2.193832	0.048934	0.0420
PIB_OTROS_PAISES	0.144182	0.262026	0.021347	0.4199
PIB_ECUADOR	0.962507	0.918762	0.013228	0.7037

Anexo 18

Flujo Comercial

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	6.280714	3	0.0987

Cross-section random effects test comparisons:

Variable	Fixed	Random	Var(Diff.)	Prob.
COSTOS_DE_COMERCIO	-2.828298	-2.543339	0.104267	0.3775
PIB_OTROS_PAISES	0.316135	0.061104	0.014062	0.0315
PIB_ECUADOR	0.791906	0.980425	0.008724	0.0436

## Mejor método de estimación-Test del Multiplicador de Lagrange

### Anexo 19

#### Exportaciones

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	0.001323 (0.9710)	2.369884 (0.1237)	2.371207 (0.1236)
Honda	-0.036374 (0.5145)	1.539443 (0.0618)	1.062830 (0.1439)
King-Wu	-0.036374 (0.5145)	1.539443 (0.0618)	0.522063 (0.3008)
Standardized Honda	1.774757 (0.0380)	1.767423 (0.0386)	-2.263035 (0.9882)
Standardized King-Wu	1.774757 (0.0380)	1.767423 (0.0386)	-1.975533 (0.9759)
Gourieroux, et al.	--	--	2.369884 (0.1383)

### Anexo 20

#### Importaciones

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	0.073497 (0.7863)	3.849093 (0.0498)	3.922590 (0.0476)
Honda	-0.271104 (0.6068)	1.961910 (0.0249)	1.195581 (0.1159)
King-Wu	-0.271104 (0.6068)	1.961910 (0.0249)	0.472541 (0.3183)
Standardized Honda	1.281267 (0.1001)	2.197599 (0.0140)	-2.032244 (0.9789)
Standardized King-Wu	1.281267 (0.1001)	2.197599 (0.0140)	-2.065885 (0.9806)
Gourieroux, et al.	--	--	3.849093 (0.0614)

Anexo 21

*Flujo Comercial*

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	1.621645 (0.2029)	24.74240 (0.0000)	26.36405 (0.0000)
Honda	1.273438 (0.1014)	4.974174 (0.0000)	4.417729 (0.0000)
King-Wu	1.273438 (0.1014)	4.974174 (0.0000)	2.983948 (0.0014)
Standardized Honda	4.235663 (0.0000)	5.230714 (0.0000)	2.048348 (0.0203)
Standardized King-Wu	4.235663 (0.0000)	5.230714 (0.0000)	2.140385 (0.0162)
Gourieroux, et al.	--	--	26.36405 (0.0000)