

Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas  
Abriendo Camino al Conocimiento  
Facultad de Ciencias Económicas, UNAN-Managua

## Un Modelo de Gravedad Aplicado a las Exportaciones en Nicaragua

Oliver David Morales Rivas  
Economista  
[oliversavir19@yahoo.es](mailto:oliversavir19@yahoo.es)

Nicolás Antonio Duarte  
Economista  
[Nicolasavion@yahoo.es](mailto:Nicolasavion@yahoo.es)

Guillermo Marcia  
Economista  
[marciaguillermo@hotmail.com](mailto:marciaguillermo@hotmail.com)

Fecha recepción: nov. / 7 del 2015  
Fecha aceptación: nov. / 28 del 2015

Palabras claves: Exportaciones,  
Modelo de Gravedad, Datos a Panel,  
Acuerdos Comerciales

Key words: exports, gravity model, panel  
data to trade agreements exports, gravity  
model, panel data to trade agreements

ISSN: 2308 – 782X



Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas  
<http://revistacienciaseconomicas.unan.edu.ni>  
[revistacienciaseconomicas@gmail.com](mailto:revistacienciaseconomicas@gmail.com)  
[revistarucfa@unan.edu.ni](mailto:revistarucfa@unan.edu.ni)

### Resumen

El presente ensayo tiene como fin aplicar un modelo gravitacional para las exportaciones y determinar el impacto de algunos acuerdos comerciales suscritos por Nicaragua desde el año de 1994 al periodo 2013, para evaluar empíricamente se utilizó la metodología de datos a panel con estimación de efectos fijos. Los

hallazgos establecen que las variables que capturan el efecto de los acuerdos comerciales tienen una gran relevancia en el incremento de las exportaciones, siendo el acuerdo ALBA el que resulto de mayor magnitud. Ahora, bien la evidencia empírica demuestra que las exportaciones en Nicaragua, son muy sensibles a los costos de transporte; significa que una aumento de 1 por ciento en estos reduce en 15.6 por ciento el valor de las exportaciones del país de origen. El incremento en el PIB real tanto de país de origen como el de destino genera un impacto marginal de 0.58 por ciento para explicar las exportaciones nicaragüenses.

### Abstract

This paper aims to apply a gravity model for exports and determine the impact of trade agreements signed by some Nicaragua since 1994 to 2013 period to assess empirically the panel data methodology was used to estimate the fixed effects. The findings state that the variables that capture the effect of trade agreements have great significance in increasing exports, being the ALBA agreement that resulted from greater magnitude. Now, although the empirical evidence shows that exports in Nicaragua are very sensitive to transportation costs; means that an increase of 1 percent in these reduced 15.6 percent in the value of exports of the country. The increase in real GDP of both countries of origin and destination generates a marginal impact of 0.58 percent to account for Nicaraguan exports

REICE | 1

## Introducción

Desde el año de 1990 la apertura de Nicaragua al mercado internacional se ha consolidado con una variedad de acuerdos comerciales, con distintos países de distintas regiones del planeta. Considerándose a esta, como una economía con apertura comercial en aumento, que genera aporte significativo en el crecimiento económico. No obstante, este modelo de crecimiento económico está sujeto a fluctuaciones muy volátiles y erráticas en los mercados internacionales, que desbordan incertidumbre e inestabilidad en magnitudes fundamentales como las exportaciones.

Nicaragua posee un nivel marginalmente creciente de diversificación de las exportaciones; tanto en destino (socios comerciales) como en productos, Morales (2014). El propósito de este estudio es aplicar un modelo gravitacional a las exportaciones totales nicaragüense y examinar el impacto de algunos acuerdos comerciales suscritos por Nicaragua desde el periodo de 1994 al año 2013.

Los modelos gravitacionales han sido aplicados como una alternativa, para explicar los flujos de comercio entre distintos países. Los modelos de gravedad o gravitacional son parte analítica de la economía internacional. Pueden tener una aproximación acerca del efecto que la utilización del instrumento como la política comercial, como los acuerdos comerciales preferenciales pueden tener sobre el comportamiento flujo comercial (López & Muñoz, 2008)

El objetivo del ensayo es presentar una alternativa empírica para explicar las exportaciones en Nicaragua, calibrar el nivel de comercio de Nicaragua con sus socios comerciales y comparar los resultados con estudios en otros países de la región.

El estudio se estructura en cuatro apartados que se describen a continuación: en la primera sección se presenta una breve introducción de la investigación, luego en la segunda sección se establece la metodología empleada en la investigación y se

Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas  
 Facultad de Ciencias Económicas, UNAN-Managua  
 Un Modelo de Gravedad Aplicado a las Exportaciones en Nicaragua  
 muestra la especificación matemática del modelo empírico usado en la misma, como tercer punto se presentan los resultados del ensayo y finalmente sus conclusiones.

Flores (2012), aplica un modelo gravitacional para las exportaciones en los países de Centroamérica, su resultado de muestra que los costo de transporte son significativos para explicar las exportaciones y se relaciona de manera inversa con los flujos de comercio.

Lanuz & Bone (2014). Aplicaron un modelo de gravedad para las exportaciones en Nicaragua, determinaron elasticidades relativamente inelásticas, es decir, que un aumento en una de las variables explicativas incluidas en este estudio genera un impacto en menor proporción al aumento en la variables independientes.

### Material y métodos

En esta sección se presenta la metodología utilizada en este ensayo. Esta investigación es eminentemente cuantitativa, la estimación econométrica que se efectuó, esta cimentada en los modelos de datos a panel (o datos longitudinales).

Gujarati (2005), estable que en los datos a panel, consiste en observaciones de un corte transversal de unidades individuales (hogares, empresas y países), repetidas sobre el tiempo, con el objeto de conocer la dimensión del espacio y la del tiempo. Esto significa que se puede medir elementos heterogéneos o singulares de cada sección transversal de estudio.

$$[1] \quad y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^n \beta_k X_{kit} + U_{it}$$

$$i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T \quad k = 1, \dots, k$$

Donde  $Y_{it}$  es una función lineal de k variables explicativas:

$i$  = individuo o unidad de estudio.

$t$  = dimensión u observaciones en el tiempo.

$\beta_0$  = vector de intercepto de n parámetros.  $\beta$  = es un vector de k parámetros.

$k$  = variables explicativas.

$X_{kit}$  =  $i$ -ésima observación al momento  $t$  para la variable explicativa  $k$ .

$U_{it}$  = Término de error que representa los efectos de todas las variables omitidas en el modelo

La especificación matemática [1], establece la representación tradicional de la regresión en datos a panel, donde  $y_{it}$  son observaciones de la variable dependiente y las  $X_{int}$  representa las observaciones de las variables independientes, para un determinado periodo de estudio, apiladas para cada agente transversal (hogares, empresas y países) y el cálculo de la regresión se estima por mínimos cuadrados ordinarios.

Si bien es cierto, la literatura econométrica sobre datos a panel, establece muchas variantes de estimación de dichos modelos, entre los más usados se clasifican en Modelo de datos a Panel con efectos Fijos y Modelos de datos a panel con efectos aleatorio, (Arellano y Bover, 1990).

Para este estudio el método de estimación que resultó ser más apropiado es el modelo de datos a panel con efectos fijos, a continuación se describe dicho procedimiento econométrico.

Como lo establece Wooldridge (2013), un modelo de datos de panel con estimación de efectos fijos consideran que existe un término constante diferente para cada individuo, y supone que los efectos individuales son independientes entre sí.

$$[2] \quad y_i = \alpha_i + \beta X_i + u_i$$

En esta metodología se considera a que todas las variables explicativas afectan por igual a las unidades de corte transversal y que éstas se diferencian por características propias de cada una de ellas, medidas por medio del intercepto.

La literatura actual en la disciplina de economía internacional ha situado a los modelos de Gravedad, como una alternativa para evaluar los flujos bilaterales<sup>1</sup> entre dos países de distinta zona geográfica. Estos modelos tienen como premisas el estudio efectuado por Newton (1687), sobre la Ley de Gravedad Universal que expresa que: “la fuerza ejercida entre dos cuerpos de masas  $M_1$  y  $M_2$  separados a una distancia  $D$ , es directamente al producto de sus masas e inversamente proporcional a la distancia que los separa”, la estructura matemática de define de la siguiente manera:

$$[3] \quad F_{ij} = G \frac{M_i M_j}{D_{ij}^2}$$

Donde:

$F_{ij}$ : Fuerza de atracción  $G$  : Constante gravitatoria ( $6.67428 \pm 0.0067$ ) x  $10^{-11} \text{Nm}^2 \text{kg}^{-2}$

$M_{i,j}$ : Masa de los objetos  $D_{ij}$ : Distancia que separa a los objetos

El economista pionero en adaptar estos principios físicos al comercio exterior, fue Tinbergen (1962) al sustituir en la ecuación [3].

Donde en este caso,  $F$  denota el flujo de alguna medida de comercio bilateral del país  $i$  hacia el  $j$  (exportaciones o importaciones);  $Y$  denota el tamaño de las economías de los países (usualmente medido por el PIB),  $D$  es la distancia como proxy de los costos de transporte (Flores, 2012).

Para la elaboración de este ensayo, se empleará la siguiente especificación econométrica, donde los parámetros obtenidos deben interpretarse como elasticidades:

$$[4] \quad X_{ij} = \beta_0 + \beta_1 Y_{ij} + \beta_3 D_{ij} + \beta_4 CAFTA + \beta_5 ALBA \\ + \beta_6 RE\_DOM\_CA + \beta_7 TLC + \beta_8 PANAMA\_CA$$

Donde:

$X_{ij}$ : Exportaciones del país  $i$  hacia el país  $j$ .

$Y_{i,j}$ : PIB real como una proxy para medir el tamaño de las economías(  $PIB_i$  por  $PIB_j$ )

---

<sup>1</sup> Se refiere a flujos de Comercio, Inversión Extranjera Directa y Migración

$D_{ij}$ : Distancia entre la capital del país  $i$  y la capital del país  $j$  como proxy de los costos de transporte en los flujos comerciales recíprocos.

CAFTA: Es una variable dicótoma que toma el valor de 1 en el años que entro vigencia el acuerdo entre Estados Unidos y los países de Centroamérica y República dominicana valor de 0 para los demás países que no suscribieron el acuerdo.

ALBA: Es una variable dicótoma que toma el valor de 1 en el años que entro vigencia el acuerdo entre Venezuela y varios países de Latinoamérica y toma valor de 0 para los demás países que no suscribieron el acuerdo.

RE\_DOM\_CA = Es una variable dicótoma que toma el valor de 1 en el años que entro vigencia el acuerdo entre República Dominicana y varios países de Latinoamérica y toma valor de 0 para los demás países que no suscribieron el acuerdo.

TLC: Es una variable dicótoma que toma el valor de 1 en el años que entro vigencia el acuerdo entre República Dominicana y varios países de Latinoamérica y toma valor de 0 para los demás países que no suscribieron el acuerdo.

PANAMA\_CA: Es una variable dicótoma que toma el valor de 1 en el años que entro vigencia el acuerdo entre República Dominicana y varios países de Latinoamérica y toma valor de 0 para los demás países que no suscribieron el acuerdo.

Se recurrió a la metodología de datos a panel (combinación de series de tiempo y datos transversal) para estimar una ecuación gravitacional para explicar las exportaciones de Nicaragua. El panel de datos consta de treinta unidades transversales para el periodo de 1994-2013. El modelo se justifica debido a que con estos modelos capturan la dinámica heterogenias de las unidades transversales que no es posible determinar individualmente mediante los datos de corte transversal y los datos de series de tiempo (Gujarati, 1995).

Todas las variables se expresan en logaritmos, a excepción de las variables dicótomas (CAFTA, ALBA, RE\_DOM\_CA TLC y PANAMA\_CA). Los datos sobre la Variable PIB, y Distancia para cada uno de los países que tiene relaciones comerciales con Nicaragua se obtuvieron de la base datos del Fondo Monetario Internacional (FMI) y las demás variables se obtuvieron de la base de datos del Sistema de Integración Económica Centroamericano (SIECA).

### **Resultado y Discusión**

El presente estudio se desarrolló una estimación econométrica de datos a panel con efectos fijos, para explicar la evolución de las exportaciones totales y para medir la importancia de los acuerdos comerciales internacionales contraídos por Nicaragua desde el año 1994 a 2013. El modelo econométrico esta cimentado en la premisa teórica de Newton (teoría de la Gravedad).

Desde el año 1990 Nicaragua inicio una nueva transformación en la lógica económica del crecimiento económico. Esta nueva etapa social estaba enfocada a una economía abierta, puesto que desde entonces el crecimiento económico tiene un gran aporte proveniente de variables de comercio exterior, la exportaciones a 2013 fueron 3,291 millones de dólares (un 40 por ciento del PIB constante de 2006) y esto producto que Nicaragua ha establecido acuerdos comerciales con distintos países.

Para estimar la ecuación [1], se utilizo el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) de corte transversal, no obstante este método adolece de una falla, es que no tiene en cuenta cualquier característica heterogénea relacionada con la relación comercial bilateral. Por ejemplo, un país puede importar en forma distinta de dos países aunque estos sean de igual tamaño y estén a igual distancia, de esta forma el modelo adolece de un sesgo de heterogeneidad (Cafiero, 2003).

Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas  
Facultad de Ciencias Económicas, UNAN-Managua  
Un Modelo de Gravedad Aplicado a las Exportaciones en Nicaragua  
Para subsanar el inconveniente, generado por la estimación mínimos cuadrados ordinarios, se utilizó la estimación de datos a panel con efectos fijos (ecuación. 2). Este procedimiento, captura la heterogeneidad en el intercambio comercial entre naciones, resultando de este modo una optimización del modelo y de la explicación del flujo de exportaciones de Nicaragua.

La tabla 1 presenta los resultados de correr el modelo econométrico en el programa Gretl. La estimación del modelo de gravedad se realizó mediante efectos fijos y con una matriz robusta de covarianzas.

Se observa que el coeficiente de la variable flujo comerciales ( $Y_{ij}$ ), tiene signo positivo, cuando el PIB real de los países que intercambian comercialmente se incrementa en 1 por ciento las exportaciones totales en Nicaragua se incrementarían en 0.58 por ciento.

La variable distancia tal como lo establece la teoría, tiene una relación inversa con el flujo de exportaciones. Esta variable se usa como variable proxy de los costos de transporte; un incremento de 1 por ciento en los costos de transporte reduce un 15 por ciento el valor de las exportaciones entre países de origen y destino.

De interés, es resultado de las variables Alba (Acuerdo comercial de Nicaragua y Venezuela). Se interpreta que desde que se estableció este acuerdo, las exportaciones en Nicaragua se han incrementado 13.2 por ciento, esta magnitud es la más significativa, sin embargo, esta inferencia se realiza hasta el año 2013, y no toma en cuenta la coyuntura de los años 2014 y 2015 de Venezuela.

La variable CAFTA (Acuerdo comercial entre Estados Unidos y Centroamérica), significa que desde que Nicaragua firmo el acuerdo comercial, los flujos de exportaciones se han incrementado 6.8 por ciento. Ahora bien, el acuerdo comercial con República Dominicana ha significado un aumento de 6.1 por ciento, es de interés este resultado debido a que prácticamente la magnitud de importancia entre ambos



Todos los coeficientes de las variables explicativas son significativos a un 5% de confianza. Se rechaza la hipótesis nula de heterocedasticidad en cada grupo y se rechaza la hipótesis nula de que los grupos tienen un intercepto común. Por lo tanto se establece que el modelo es adecuado para determinar la magnitud de incidencia de los acuerdos comerciales en el flujo de exportación de Nicaragua.

Tabla .1

Modelo: Efectos fijos, utilizando 538 observaciones  
 Se han incluido 27 unidades de sección cruzada  
 Largura de la serie temporal: mínimo 19, máximo 20  
 Variable dependiente: X

	Desviaciones típicas robustas (HAC)				
	<i>Coeficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Valor p</i>	
const	-134.65	47.7708	-2.8187	0.0050	***
DISTANCIA	-15.6389	4.36878	-3.5797	0.0004	***
ALBA	13.2511	4.62723	2.8637	0.0044	***
CAFTA	6.79976	1.89074	3.5963	0.0004	***
REP_DOM_CA	6.06909	2.22592	2.7266	0.0066	***
TLC	10.3576	3.14054	3.2980	0.0010	***
Yij	0.583835	0.116686	5.0035	<0.0001	***
Media de la vble. dep.	-193.9854	D.T. de la vble. dep.	35.16174		
Suma de cuad. residuos	31094.32	D.T. de la regresión	7.846840		
R-cuadrado (LSDV)	MCVF 0.953165	R-cuadrado 'intra'	0.465494		
F(32, 505) MCVF	321.1765	Valor p (de F)	0.000000		
Log-verosimilitud	-1854.701	Criterio de Akaike	3775.402		
Criterio de Schwarz	3916.901	Crit. de Hannan-Quinn	3830.751		
rho	0.523012	Durbin-Watson	0.895292		

Contraste conjunto de los regresores nombrados -  
 Estadístico de contraste:  $F(6, 505) = 73.2997$

Contraste de diferentes interceptos por grupos -  
Hipótesis nula: Los grupos tienen un intercepto común  
Estadístico de contraste:  $F(26, 505) = 90.9067$   
con valor  $p = P(F(26, 505) > 90.9067) = 6.22982e-172$

Contraste de heterocedasticidad libre de distribución de Wald -  
Hipótesis nula: las unidades tienen la misma varianza de la perturbación  
Estadístico de contraste asintótico:  $\text{Chi-cuadrado}(27) = 696.225$   
con valor  $p = 2.34904e-129$   
Fuente: Elaboración propia, en software Gretl.

## Conclusiones.

La presente investigación partió del hecho observable en la serie de tiempos de la variable exportaciones totales. Esta variable presenta una tendencia creciente a futuro, sin embargo su crecimiento presenta mucha volatilidad debido a que los precios de los productos principales de exportaciones se establecen en el mercado externo, y este está cargado de mucha incertidumbre y provoca fluctuaciones erráticas en el establecimiento de precios.

Cabe mencionar que Nicaragua no es el único país que posee esa condición, en general son la mayoría de países de América latina, de acá la importancia de establecer políticas públicas que promuevan un nivel de diversificación tanto de mercado y de productos para exportaciones.

Ahora, bien la evidencia empírica demuestra que las exportaciones en Nicaragua, son muy sensibles a los costos de transporte; significa que una aumento de 1 por ciento en estos reduce en 15.6 por ciento el valor de las exportaciones del país de origen. El incremento en el PIB real tanto de país de origen como el de destino genera un impacto marginal de 0.58 por ciento para explicar las exportaciones nicaragüenses.

Se infiere, que en general todos los acuerdos comerciales que ha contraído Nicaragua han tenido un impacto positivo y de mucha relevancia en el crecimiento de las exportaciones, los de mayor magnitud son Alba (con 13 %), seguido de TLC (tratado de libre comercio con Estados Unidos, con un 10 %) y finalmente en la misma proporción el acuerdo con República Dominicana y CAFTA (ambos en 6.8 % y 6.1, seguidamente)

### **Bibliografía.**

Banco Central de Nicaragua, (2013). Anuario Estadístico 2011. Banco Central de Nicaragua.

Cafiero, J. (2003). Modelos Gravitacionales para el Análisis del Comercio Exterior. Revista del Comercio Exterior e Integración (CEI). Vol 10.num.6, Argentina

Flores Sarrias, A (2012). Factores que explican los flujos de comercio de Centroamérica. [Versión electrónica]. Recuperado el [04-11 -2015] de URL <http://alfredoibrahim.blogspot.com/2012/05/Factores-que-explican-los-flujos-de-comercio-de-Centroamerica.html>

Gretl, 1.9.11.( 2010).Guía del Usuario, Universidad de Países Vascos.

Gujarati, D. (2005) .Econometría. Cuarta edición McGraw-Hill.España.

Lanuzza & Bone (2014). A Gravity Model for the Exports of Nicaragua. Revista de Economía y Finanzas. Vol.I .Pág. 33-46.Banco Central de Nicaragua. Managua-Nicaragua

López, D & Muñoz, F. (2008).Los Modelos de Gravedad en América Latina: El Caso de Chile y México. Revista Comercio Exterior. Vol 58.num.11, Mexico.

Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas  
Facultad de Ciencias Económicas, UNAN-Managua  
Un Modelo de Gravedad Aplicado a las Exportaciones en Nicaragua  
Manuel Arellano y Olympia Bover (1990) “La econometría de datos de panel”  
Investigaciones Económicas, Vol 14 (No1)-1990 ISSN 15474367

MIFIC (2005). Incentivos Fiscales a las Exportaciones a través de la Ley de Admisión Temporal, Ley de Equidad Fiscal y Ley de Pesca y Acuicultura. Technical report, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio

REICE | 12

Morales, O (2014). Estimación de índices de Diversificación de las Exportaciones en Nicaragua. REICE Versión electrónica. Vol.2, NÚM 4. Unan-Managua

Tinbergen, J. (1962). Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy.

Wooldridge, J. (2013). Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data. Quinta Edición Cambridge (Massachusetts), The MIT Press.

BCN (2013). Anuario Estadístico 2011. Banco Central de Nicaragua.

Cafiero, J. (2003). Modelos Gravitacionales para el Análisis del Comercio Exterior. Revista del Comercio Exterior e Integración (CEI). Vol 10.num.6, Argentina

Flores Sarrias, A (2012). Factores que explican los flujos de comercio de Centroamérica. [Versión electrónica]. Recuperado el [04-11 -2015] de URL <http://alfredoibrahim.blogspot.com/2012/05/Factores-que-explican-los-flujos-de-comercio-de-Centroamerica.html>

Gretl, 1.9.11. (2010). Guía del Usuario, Universidad de Países Vascos.

Gujarati, D. (2005). Econometría. Cuarta edición McGraw-Hill. España.

Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas  
Facultad de Ciencias Económicas, UNAN-Managua  
Un Modelo de Gravedad Aplicado a las Exportaciones en Nicaragua  
Lanuza & Bone (2014). A Gravity Model for the Exports of Nicaragua. Revista de  
Economía y Finanzas. Vol. I .Pág. 33-46 Banco Central de Nicaragua. Managua-  
Nicaragua

REICE | 13

López, D & Muñoz, F. (2008). Los Modelos de Gravedad en América Latina: El Caso  
de Chile y México. Revista Comercio Exterior. Vol 58.num.11, Mexico.

Manuel Arellano y Olympia Bover (1990) “La econometría de datos de panel”  
Investigaciones Económicas, Vol 14 (No1)-1990 ISSN 15474367

MIFIC (2005). Incentivos Fiscales a las Exportaciones a través de la Ley de Admisión  
Temporal, Ley de Equidad Fiscal y Ley de Pesca y Acuicultura. Technical report,  
Ministerio de Fomento, Industria y Comercio

Morales, O (2014). Estimación de índices de Diversificación de las Exportaciones en  
Nicaragua. REICE Version electronica. Vol.2, NÚM 4. Unan-Managua

Tinbergen, J. (1962). Shaping the World Economy: Suggestions for an International  
Economic Policy.

Wooldridge, J. (2013). Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data.  
Quinta Edición Cambridge (Massachusetts), The MIT Press.