



**Universidad del Azuay**

**Facultad de Ciencias de la Administración  
Escuela de Economía**

Aplicación del Modelo de Gravedad a las exportaciones de cacao de  
Ecuador para el periodo 2003-2017

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de  
Economista, con mención en Economía Empresarial

Autor: Jorge Vicente Vásquez Bernal

Director: Luis Bernardo Tonon Ordóñez

Cuenca, Ecuador  
2020

## **Dedicatoria**

El presente trabajo va dedicado a mis padres quienes con su amor, ejemplo y esfuerzo han sido mi guía en todos estos años y razón fundamental para alcanzar mis metas.

De igual manera a mis hermanos por su apoyo y por estar junto a mí en los momentos difíciles a lo largo de la vida.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por la sabiduría y por todas las experiencias de estos años que me han convertido en la persona que soy.

De igual manera un especial agradecimiento al economista Luis Tonon Ordoñez, quien mediante sus conocimientos ha sabido guiarme en la elaboración del presente trabajo.

Finalmente, a todas aquellas personas que de forma directa o indirecta supieron dejar grandes enseñanzas en mi vida, gracias.

## Índice de Contenidos

Dedicatoria .....	i
Agradecimientos .....	ii
Índice de Contenidos.....	iii
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tablas .....	xiii
Índice de Anexos .....	xv
Resumen .....	xvi
Abstract .....	xvii
Introducción.....	1
CAPÍTULO 1 .....	3
1. MODELO DE GRAVEDAD .....	3
Introducción .....	3
1.1. Sustento teórico del modelo de gravedad .....	3
1.1.1. Especificación econométrica del modelo de gravedad.....	6
1.1.2. Variables del modelo de gravedad tradicional.....	7
1.1.2.1. Flujo comercial.....	7
1.1.2.2. Producto Interno Bruto .....	8
1.1.2.3. Distancia.....	9
1.2. Del modelo de gravedad tradicional al ampliado .....	10
1.3. Estado del arte: .....	12
Conclusión .....	15
CAPÍTULO 2 .....	16
2. ANÁLISIS DE ASPECTOS RELEVANTES DENTRO DE LAS EXPORTACIONES DE CACAO DEL ECUADOR .....	16
Introducción .....	16

2.1.	Variables de estudio.....	16
2.2.	Generalidades del cacao.....	17
2.3.	Análisis del mercado mundial del cacao.....	18
2.3.1.	Producción.....	19
2.3.2.	Exportaciones.....	20
2.3.3.	Importaciones.....	21
2.3.4.	Precio internacional del cacao.....	22
2.4.	Ecuador.....	24
2.4.1.	Contexto histórico del cacao en el Ecuador.....	24
2.4.2.	Análisis de Coyuntura del Ecuador.....	27
2.4.2.1.	Producto Interno Bruto.....	29
2.4.2.2.	Producción del sector agrícola.....	31
2.4.2.3.	Sector externo.....	33
2.4.2.4.	Exportaciones de cacao.....	34
2.5.	Consideraciones.....	35
2.6.	Estados Unidos.....	35
2.6.1.	Análisis de coyuntura de Estados Unidos.....	35
2.6.1.1.	Producto Interno Bruto.....	37
2.6.1.2.	Sector externo.....	38
2.6.1.3.	Importaciones de cacao ecuatoriano.....	39
2.7.	Países Bajos.....	40
2.7.1.	Análisis de coyuntura de los Países Bajos.....	40
2.7.1.1.	Producto Interno Bruto.....	41
2.7.1.2.	Sector externo.....	42
2.7.1.3.	Importaciones de cacao ecuatoriano.....	43
2.8.	Alemania.....	44
2.8.1.	Análisis de coyuntura de Alemania.....	44
2.8.1.1.	Producto Interno Bruto.....	45
2.8.1.2.	Sector externo.....	46
2.8.1.3.	Importaciones de cacao ecuatoriano.....	47

2.9.	México .....	48
2.9.1.	Análisis de coyuntura de México .....	48
2.9.1.1.	Producto Interno Bruto .....	49
2.9.1.2.	Sector externo .....	50
2.9.1.3.	Importaciones de cacao ecuatoriano .....	51
2.10.	Japón.....	52
2.10.1.	Análisis de coyuntura de Japón.....	52
2.10.1.1.	Producto Interno Bruto .....	53
2.10.1.2.	Sector externo.....	54
2.10.1.3.	Importaciones de cacao ecuatoriano.....	55
2.11.	Costos bilaterales de comercio internacional de bienes agrícolas .....	56
	Conclusión .....	57
	<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>58</b>
	<b>3. APLICACIÓN ECONOMETRICA DEL MODELO DE GRAVEDAD A LAS EXPORTACIONES DE CACAO DE ECUADOR.....</b>	<b>58</b>
	Introducción .....	58
3.1.	Metodología econométrica.....	58
3.1.1.	Definición de variables .....	59
3.1.1.1.	Variable dependiente.....	59
3.1.1.2.	Variables independientes.....	59
3.2.	Aplicación econométrica del modelo de gravedad a las exportaciones de cacao de Ecuador con cada uno de los principales países importadores.....	59
3.2.1.	Especificación estadística del modelo de gravedad hacia cada uno de los principales países importadores de cacao de Ecuador .....	60
3.2.2.	Estimación de los modelos econométricos .....	61
3.2.3.	Análisis de las series de tiempo.....	61
3.2.3.1.	Análisis de estacionariedad .....	61
3.2.4.	Método para la estimación de los modelos .....	62
3.2.5.	Análisis de contrastación de las hipótesis derivadas del modelo .....	63

3.2.5.1. Análisis de Multicolinealidad .....	63
3.2.5.2. Análisis de Heteroscedasticidad .....	63
3.2.5.3. Análisis de Autocorrelación .....	64
3.2.5.4. Análisis de Cointegración.....	64
3.2.6. Análisis de estacionariedad .....	66
3.2.7. Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Estados Unidos .....	68
3.2.7.1. Contrastación de la especificación del modelo .....	68
3.2.7.2. Contrastación de las hipótesis derivadas del modelo .....	68
3.2.7.2.1. Multicolinealidad .....	68
3.2.7.2.2. Heteroscedasticidad.....	71
3.2.7.2.3. Autocorrelación.....	71
3.2.7.2.4. Cointegración.....	72
3.2.7.3. Modelo final.....	72
3.2.8. Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia los Países Bajos .....	74
3.2.8.1. Contrastación de la especificación del modelo .....	74
3.2.8.2. Contrastación de las hipótesis derivadas del modelo .....	74
3.2.8.2.1. Multicolinealidad .....	74
3.2.8.2.2. Heteroscedasticidad.....	77
3.2.8.2.3. Autocorrelación.....	78
3.2.8.2.4. Cointegración.....	78
3.2.8.3. Modelo final.....	78
3.2.9. Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Alemania .....	80
3.2.9.1. Contrastación de la especificación del modelo .....	80
3.2.9.2. Contrastación de las hipótesis derivadas del modelo .....	80
3.2.9.2.1. Multicolinealidad .....	80
3.2.10. Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia México .....	84
3.2.10.1. Contrastación de la especificación del modelo .....	84
3.2.10.2. Contrastación de las hipótesis derivadas del modelo .....	84

3.2.10.2.1. Multicolinealidad.....	84
3.2.10.2.2. Heteroscedasticidad .....	87
3.2.10.2.3. Autocorrelación .....	87
3.2.10.2.4. Cointegración .....	88
3.2.10.3. Modelo final .....	88
3.2.11. Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Japón. ....	90
3.2.11.1. Contrastación de la especificación del modelo .....	90
3.2.11.2. Contrastación de las hipótesis derivadas del modelo .....	90
3.2.11.2.1. Multicolinealidad.....	90
3.2.11.2.2. Heteroscedasticidad .....	93
3.2.11.2.3. Autocorrelación .....	94
3.2.11.2.4. Cointegración .....	94
3.2.11.3. Modelo final .....	94
3.3. Aplicación econométrica del modelo de gravedad a las exportaciones de cacao de Ecuador con Datos de Panel.....	96
3.3.1. Modelos econométricos con datos de panel.....	96
3.3.2. Estimación de modelo econométricos con datos de panel.....	96
3.3.3. Especificación estadística del modelo de gravedad con datos de panel .	98
3.3.4. Análisis de contrastación de las hipótesis derivadas del modelo .....	98
3.3.4.1. Análisis de Multicolinealidad .....	98
3.3.4.2. Análisis de Heteroscedasticidad .....	99
3.3.4.3. Análisis de Autocorrelación .....	99
3.3.4.4. Análisis de Cointegración.....	99
3.3.5. Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador con datos de panel. ....	100
3.3.5.1. Contrastación de la especificación del modelo .....	100
3.3.5.2. Contrastación de las hipótesis derivadas del modelo .....	101
3.3.5.2.1. Multicolinealidad .....	101
3.3.5.2.2. Heteroscedasticidad.....	101
3.3.5.2.3. Autocorrelación.....	102



3.3.5.2.4. Cointegración.....	103
3.3.5.3. Modelo final.....	103
Conclusión.....	104
Conclusiones Generales.....	105
Recomendaciones.....	107
Bibliografía.....	108
Anexos.....	119

## Índice de Figuras

Figura 1: Los 10 mayores productores de cacao en el mundo en el periodo 2003 -2017 .....	19
Figura 2: Los 10 mayores exportadores de cacao en el mundo en el periodo 2003-2017 .....	21
Figura 3: Los 10 mayores importadores de cacao en el mundo en el periodo 2003-2017 .....	22
Figura 4: Evolución del precio mensual internacional del cacao en el periodo 2003-2017 .....	23
Figura 5: Exportaciones de cacao de Ecuador de 1870 -1925 .....	27
Figura 6: Evolución del PIB nominal del Ecuador .....	29
Figura 7: Evolución del PIB agrícola.....	31
Figura 8: Evolución de las exportaciones de cacao de Ecuador.....	34
Figura 9: Evolución del PIB nominal de Estados Unidos.....	37
Figura 10: Evolución de las importaciones de cacao ecuatoriano por parte de Estados Unidos .....	39
Figura 11: Evolución del PIB nominal de los Países Bajos .....	41
Figura 12: Evolución de las importaciones de cacao ecuatoriano por parte de los Países Bajos .....	43
Figura 13: Evolución del PIB nominal de Alemania.....	45
Figura 14: Evolución de las importaciones de cacao ecuatoriano por parte de Alemania .....	47
Figura 15: Evolución del PIB nominal de México .....	49
Figura 16: Evolución de las importaciones de cacao ecuatoriano por parte de México. ....	51
Figura 17: Evolución del PIB nominal de Japón.....	53
Figura 18: Evolución de las importaciones de cacao ecuatoriano por parte de Japón. ....	55
Figura 19: Evolución de los costos bilaterales de comercio internacional de bienes agrícolas .....	56
Figura 20: Primer análisis del Factor de Inflación de la Varianza del modelo de Estados Unidos .....	69

Figura 21: Segundo análisis del Factor de Inflación de la Varianza del modelo de Estados Unidos .....	69
Figura 22: Tercer análisis del factor de inflación de la varianza del modelo de Estados Unidos .....	70
Figura 23: Prueba de Glejser (Estados Unidos) .....	71
Figura 24: Prueba de Breusch-Godfrey (Estados Unidos).....	71
Figura 25: Primer análisis del Factor de Inflación de la Varianza del modelo de Países Bajos .....	75
Figura 26: Segundo análisis del Factor de Inflación de la Varianza del modelo de Países Bajos .....	75
Figura 27: Tercer análisis del Factor de Inflación de la Varianza del modelo de Países Bajos .....	76
Figura 28: Prueba de Glejser (Países Bajos) .....	77
Figura 29: Prueba de Breusch-Godfrey (Países Bajos).....	78
Figura 30: Primer análisis del Factor de Inflación de la Varianza del modelo de Alemania. ....	81
Figura 31: Segundo análisis del Factor de Inflación de la Varianza del modelo de Alemania. ....	81
Figura 32: Tercer análisis del Factor de Inflación de la Varianza del modelo de Alemania .....	82
Figura 33: Primer análisis del Factor de Inflación de la Varianza del modelo de México .....	85
Figura 34: Segundo análisis del Factor de Inflación de la Varianza del modelo de México .....	85
Figura 35: Tercer análisis del Factor de Inflación de la Varianza del modelo de México .....	86
Figura 36: Prueba de Glejser (México).....	87
Figura 37: Prueba de Breusch-Godfrey (México) .....	87
Figura 38: Primer análisis del Factor de Inflación de la Varianza del modelo de Japón. ....	91
Figura 39: Segundo análisis del Factor de Inflación de la Varianza del modelo de Japón .....	91

Figura 40: Tercer análisis del Factor de Inflación de la Varianza del modelo de Japón. .....	92
Figura 41: Cuarto análisis del Factor de Inflación de la Varianza del modelo de Japón. .....	92
Figura 42: Prueba de Glejser (Japón).....	93
Figura 43: Prueba de Breusch-Godfrey (Japón).....	94
Figura 44: Prueba de igualdad de la varianza de los residuos.....	101
Figura 45: Prueba de dependencia transversal residual .....	102
Figura 46: Primer modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Estados Unidos .....	130
Figura 47: Segundo modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Estados Unidos .....	130
Figura 48: Tercer modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Estados Unidos .....	131
Figura 49: Primer modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia los Países Bajos .....	131
Figura 50: Segundo modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia los Países Bajos .....	132
Figura 51: Tercer modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia los Países Bajos .....	132
Figura 52: Primer modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador Alemania .....	133
Figura 53: Segundo modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Alemania .....	133
Figura 54: Tercer modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Alemania .....	134
Figura 55: Primer modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia México .....	134
Figura 56: Segundo modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia México .....	135
Figura 57: Tercer modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia México .....	135

Figura 58: Primer modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Japón .....	136
Figura 59: Segundo modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Japón .....	136
Figura 60: Tercer modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Japón .....	137
Figura 61: Cuarto modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Japón .....	137
Figura 62: Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador con datos de panel .....	138

## Índice de Tablas

Tabla 1: Prueba de Dicker-Fuller Aumentada.....	66
Tabla 2: Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Estados Unidos .....	68
Tabla 3: Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Estados Unidos .....	70
Tabla 4: Análisis de cointegración (Estados Unidos) .....	72
Tabla 5: Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Países Bajos .....	74
Tabla 6: Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia los Países Bajos. ....	77
Tabla 7: Análisis de cointegración (Países Bajos).....	78
Tabla 8: Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Alemania. ....	80
Tabla 9: Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Alemania .....	82
Tabla 10: Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia México .....	84
Tabla 11: Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia México.....	86
Tabla 12: Análisis de cointegración (México) .....	88
Tabla 13: Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Japón. ....	90
Tabla 14: Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Japón. ....	93
Tabla 15: Análisis de cointegración (Japón) .....	94
Tabla 16: Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador con Datos de Panel.....	100
Tabla 17: Coeficientes de determinación de las regresiones auxiliares.....	101
Tabla 18: Análisis de cointegración ( Datos de Panel) .....	103
Tabla 19: Código y subpartida arancelaria del cacao en grano .....	119

Tabla 20: Principales destinos de exportación del cacao en grano de Ecuador en el periodo 2003-2017.....	119
Tabla 21: Mayores productores, exportadores e importadores de cacao en grano en el periodo 2003-2017.....	121
Tabla 22: Precio internacional del cacao en grano, periodo 2003-2017.....	122
Tabla 23: Exportaciones de cacao de Ecuador hacia cada uno de los principales importadores en toneladas métricas.....	123
Tabla 24: Producto Interno Bruto de Ecuador, Producción Agrícola y Producto Interno Bruto de los principales países importadores de cacao ecuatoriano.....	124
Tabla 25: Población de los principales países importadores de cacao ecuatoriano....	125
Tabla 26: Costos de comercio internacional bilateral del sector agrícola.....	126
Tabla 27: Precio de exportación del cacao de Ecuador .....	127
Tabla 28: Tipo de cambio real efectivo bilateral entre Ecuador y los principales países importadores de cacao.....	128
Tabla 29: Distancia entre las capital de Ecuador y las capitales de los principales países importadores de cacao ecuatoriano.....	129
Tabla 30: Exportaciones de cacao en grano de Ecuador en el boom cacaotero .....	129

## **Índice de Anexos**

Anexo 1. Código y subpartida arancelaria del cacao en grano .....	119
Anexo 2. Principales destinos de exportación del cacao en grano de Ecuador en el periodo 2003-2017.....	119
Anexo 3. Fórmula del cálculo de los costos de comercio internacional bilateral .....	120
Anexo 4. Datos correspondientes al mercado mundial de cacao .....	121
Anexo 5. Tablas de datos de las variables de la investigación.....	123
Anexo 6. Datos históricos del cacao en Ecuador.....	129
Anexo 7. Modelos econométricos de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Estados Unidos .....	130
Anexo 8. Modelos econométricos de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia los Países Bajos.....	131
Anexo 9. Modelos econométricos de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Alemania .....	133
Anexo 10. Modelos econométricos de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia México .....	134
Anexo 11. Modelos econométricos de las exportaciones de cacao de Ecuador hacia Japón .....	136
Anexo 12. Modelo econométrico de las exportaciones de cacao de Ecuador con datos de panel .....	138



## **Resumen**


La presente investigación aplica el modelo de gravedad a las exportaciones de cacao en grano del Ecuador en el periodo 2003-2017 y sus principales países importadores, con la finalidad de determinar la influencia de variables económicas y comerciales en dicho flujo. De igual manera se estimó un modelo para cada país importador seleccionado mediante series de tiempo y otro mediante datos de panel. Los modelos de series de tiempo no son estadísticamente significativos y se oponen al fundamento teórico del modelo de gravedad mientras que el modelo de datos de panel es estadísticamente significativo y se contrasta con la teoría.

## Abstract

This research applied the gravity model to the exports of cacao beans from Ecuador and its main importing countries in the 2003-2017 period, in order to determine the influence of economic and commercial variables in this flow. A model for each selected importing country was estimated using time series and another model using panel data. Time series models are not statistically significant and oppose the theoretical basis of the gravity model while the panel data model is statistically significant and contrasts with the theory.



.....  
Thesis Director: Econ. Luis Tonon Ordoñez



Translated by  
Ing. Paúl Arpi

## **Introducción**

El Ecuador a lo largo de la historia a basado su economía en las exportaciones de productos primarios, siendo uno de estos productos el cacao. El cacao fue el primer producto con el cual el país se integró al mercado mundial (Acosta, 2012). Ecuador cuenta con una ventaja en la producción de cacao debido a condiciones geográficas propicias, lo que ha llevado al país a convertirse en uno de los mayores productores y exportadores del fruto a nivel mundial. Por otra parte, las exportaciones de cacao son pilar fundamental para la economía ecuatoriana, dado que el mismo ha generado según datos del Banco Central del Ecuador (2019) un ingreso promedio anual de 354 millones de dólares en el periodo 2003-2017, en consecuencia ha tenido un fuerte impacto económico y social para 150.000 familias productoras al año 2018 (Castro, Gómez, & Vignati, 2018). Por lo mencionado anteriormente nace la motivación de estudiar las exportaciones de cacao en grano de Ecuador.

La presente investigación tiene el objetivo aplicar econométricamente el modelo de gravedad a las exportaciones de cacao en grano de Ecuador con sus principales socios comerciales en el sector, tanto de forma individual como conjunta en el periodo 2003-2017. La investigación tiene como finalidad determinar la influencia de las variables económicas y comerciales tanto externas e internas. Para esta investigación se analizan a Ecuador, como país exportador de cacao, y como los principales países importadores Estados Unidos, Países Bajos, Alemania, México y Japón. Los datos se muestran de forma anual para el periodo 2003-2017.

La investigación está dividida en tres capítulos. En el primer capítulo se presentan los fundamentos teóricos del modelo de gravedad y de sus respectivas variables, la especificación econométrica, el progreso que ha tenido el mismo en el tiempo y sus aplicaciones.

En el segundo capítulo analiza la evolución del mercado mundial de cacao, la relevancia histórica del cacao en el Ecuador, la situación económica y comercial de cada uno de los países que integran la investigación mediante las variables del modelo de gravedad, la evolución de las exportaciones de cacao ecuatoriano y los costos de comercio

internacional. Finalmente, en el tercer capítulo se establecen los fundamentos econométricos para estimar los distintos modelos y además se presenta la aplicación econométrica del modelo de gravedad tanto de forma individual mediante modelos de series de tiempo y de forma colectiva mediante un modelo de datos de panel.