

A lo largo de la historia es posible evidenciar la necesidad de que la ciudadanía cuente con herramientas y espacios que le concedan ejercer una participación ciudadana amplia y activa, permitiéndole incidir en el ámbito público. Este capítulo parte del fenómeno que se desarrolla con el proceso de paz en Colombia, con la construcción del acuerdo de paz y con los retos que afrontarán los territorios. En toda sociedad se presentan escenarios de conflictividad debido a la diversidad cultural, social, religiosa, económica y educativa, lo que ha logrado nutrir las normas que la rigen. El problema surge cuando esta conflictividad no se encamina en propuestas que permitan solucionar dichos problemas, sino cuando esta finaliza en una confrontación armada. Varios países de América Latina han vivido atmósferas de guerra, muchos de ellos han realizado procesos de paz en donde han podido dar fin al conflicto. Un común denominador de todos estos procesos de paz ha sido la necesidad de garantizar la participación democrática de los ciudadanos.



TÉCNICAS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

Aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas

Jenny Paola Lis-Gutiérrez / Carolina Henao / Luz Elena Malagón-Castro

Editores



TÉCNICAS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

Aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas

Jenny Paola Lis-Gutiérrez / Carolina Henao / Luz Elena Malagón-Castro

Editores

TÉCNICAS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO APLICADAS A LAS CIENCIAS CONTABLES Y ECONÓMICAS

© Luz Adriana Ayala Manzanares • Melissa Lis-Gutiérrez •
Andrea González • Juan Manuel Guío • Carolina González
• Jhensus Elías Carvajal • Edwin Enrique Prada González •
Andrés Camilo Aponte López • Manuel Ignacio Balaguera-
Jiménez • Henry Zapata Patarroyo • Leonor Mojica Sánchez
• César Augusto Vargas • Mercedes Gaitán-Angulo • María
Cristina Vargas Chaparro • María Andreína Moros-Ochoa •
Jenny Cubillos Díaz • Juan Carlos Rincón Vásquez

Editores: Jenny Paola Lis-Gutiérrez • Carolina Henao • Luz
Elena Malagón-Castro

Prologuista: Sira Allende Alonso

Proceso de arbitraje doble ciego

Recepción: Marzo de 2018

Evaluación de propuesta de obra: Mayo de 2018

Evaluación de contenidos: Julio de 2018

Correcciones de autor: Septiembre de 2018

Aprobación: Octubre de 2018



TÉCNICAS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

Aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas

Jenny Paola Lis-Gutiérrez / Carolina Henao / Luz Elena Malagón-Castro

Editores

Jenny Paola Lis-Gutiérrez - Carolina Henao - Mercedes Gaitán-Angulo
Leonor Mojica Sánchez - Luz Elena Malagón Castro - Manuel Ignacio Balaguera
Melissa Lis Gutiérrez - Juan Manuel Guío - Henry Zapata Patarroyo
Andrea González - María Andreina Moros Ochoa - Andrés Camilo Aponte López
César Augusto Vargas - María Cristina Vargas Chaparro - Juan Carlos Rincón Vásquez
Carolina González - Jhensus Elías Carvajal - Luz Adriana Ayala Manzanares
Jenny Cubillos Díaz - Edwin Enrique Prada González

EDICIONES
UNIVERSIDAD
SIMÓN BOLÍVAR
BARRANQUILLA Y CÚCUTA - COLOMBIA
VIGILADA MINEDUCACIÓN



Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas / editores Jenny Paola Lis-Gutiérrez, Carolina Henao, Luz Elena Malagón-Castro -- Villavicencio: Corporación Universitaria del Meta, 2018.

355 páginas; tablas, gráficas a blanco y negro, 15x21 cm
ISBN: 978-958-8004-46-4 (Versión impresa)
ISBN: 978-958-8004-47-1 (Versión electrónica)

1. Ciencias de la administración 2. Contabilidad 3. Economía I. Lis-Gutiérrez, Jenny Paola, editor II. Henao, Carolina, editor III. Malagón-Castro, Luz Elena, editor IV. Título

657.0727 T252 2018 Sistema de Clasificación Decimal Dewey 22ª. edición

Universidad Simón Bolívar – Sistema de Bibliotecas

Impreso en Barranquilla, Colombia.
Depósito legal según el Decreto 460 de 1995.

©Corporación Universitaria del Meta-UNIMETA
Calle 32 No. 34B-26
Barrio San Fernando
www.unimeta.edu.co
Villavicencio, Meta

©Ediciones Universidad Simón Bolívar
Carrera 54 No. 59-102
[http://publicaciones.unisimonbolivar.edu.co/edicionesUSB/
dptopublicaciones@unisimonbolivar.edu.co](http://publicaciones.unisimonbolivar.edu.co/edicionesUSB/dptopublicaciones@unisimonbolivar.edu.co)
Barranquilla - Cúcuta

Producción Editorial e Impresión
Editorial Mejoras
Calle 58 No. 70-30
info@editorialmejoras.co
www.editorialmejoras.co

Diciembre de 2018
Barranquilla

Printed and Made in Colombia

Cómo citar este libro:

Lis-Gutiérrez, J.-P., Henao, C., & Malagón-Castro, L. (Edts.), (2018). *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas*. Villavicencio: Corporación Universitaria del Meta-Unimeta.

Contenido

Introducción	9
---------------------------	----------

Sección I.

Técnicas estadísticas de análisis

Capítulo 1

Efectos de la Ley 1819 de 2016 en las solicitudes y registro de <i>software</i> en Colombia.....	23
---	-----------

Luz Adriana Ayala Manzanares, Jenny Paola Lis-Gutiérrez

Capítulo 2

Análisis del contrabando en Colombia: una aplicación multivariante	51
---	-----------

Jenny Paola Lis-Gutiérrez, Melissa Lis-Gutiérrez,
Carmen Luisa Vásquez Maritza Torres Samuel, Andrea
González, Juan Manuel Guío

Sección 2.

Técnicas Econométricas

Capítulo 3

Determinantes de las emisiones de CO₂ en los países latinoamericanos	97
--	-----------

Carolina González, Carolina Henao, Jhensus Elías Carvajal

Capítulo 4

Mínimos cuadrados ordinarios geográficos aplicados a los registros de marcas en Colombia (2017)	119
--	-----

Edwin Enrique Prada González, Jenny Paola Lis-Gutiérrez,
Andrés Camilo Aponte López

Capítulo 5

Regresión ponderada geográficamente: una aplicación para el caso del contrabando en Colombia (2016)	161
--	-----

Jenny Paola Lis-Gutiérrez, Melissa Lis-Gutiérrez,
Carolina Henao, Manuel Ignacio Balaguera,
Henry Zapata Patarroyo, Leonor Mojica Sánchez

Capítulo 6

Análisis del endeudamiento de los hogares de la ciudad de Medellín en el año 2017	203
--	-----

Carolina Henao, Carolina González,
Jenny Paola Lis-Gutiérrez, Luz Elena Malagón-Castro

Capítulo 7

Evolución de la criminalidad en Colombia (2005-2018)	229
---	-----

César Augusto Vargas, Jenny Paola Lis-Gutiérrez,
Mercedes Gaitán-Angulo, Manuel Ignacio Balaguera,
Henry Zapata Patarroyo

Capítulo 8

Determinantes del gasto en innovación de la Industria Manufacturera en Colombia (2005-2016)	249
--	-----

Carolina Henao, Carolina González,
Jenny Paola Lis-Gutiérrez

Sección III.

Técnicas avanzadas de simulación y proyección

Capítulo 9

SIMSHOT, Sistema para el modelado y la simulación de mercados hoteleros. Un prototipo basado en agentes 271

Manuel Ignacio Balaguera-Jiménez, María Cristina Vargas Chaparro, María Andreína Moros-Ochoa, Mercedes Gaitán-Angulo, Jenny Paola Lis-Gutiérrez

Capítulo 10

Ingreso de la población víctima de desplazamiento que retornó a La Palma, Cundinamarca (2018): Una aplicación de Machine Learning 303

Jenny Paola Lis-Gutiérrez, Jenny Cubillos Díaz, Juan Carlos Rincón Vásquez, Mercedes Gaitán-Angulo, Melissa Lis-Gutiérrez, Carolina Henao, Manuel Ignacio Balaguera

Resúmenes 331

Acerca de los autores 341

Introducción

El libro que presentamos a continuación, *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas*, aborda una de las temáticas más complejas para las disciplinas de las áreas de Contaduría y Economía, pero de mayor relevancia para la investigación. De allí que el libro se derive de un esfuerzo mancomunado de reconocidos investigadores en distintas áreas y de diferentes nacionalidades.

Los textos que integran este volumen, elaborados por Luz Adriana Ayala Manzanares, Carolina González, Edwin Enrique Prada González, Andrés Camilo Aponte López, Melissa Lis-Gutiérrez, Manuel Ignacio Balaguera Jiménez, Luz Elena Malagón-Castro, Leonor Mojica Sánchez, César Augusto Vargas, Mercedes Gaitán-Angulo, María Cristina Vargas Chapparro, Andrea González, Juan Manuel Guio, Andreína Moros Ochoa, Jenny Cubillos Díaz, Juan Carlos Rincón Vásquez, Jenny Paola Lis-Gutiérrez y Carolina Henao, dan continuidad al esfuerzo institucional de la Corporación Universitaria del Meta de impulsar la investigación en Ciencias Económicas y Contables

y visibilizar las investigaciones más recientes que abordan problemas de índole económico, social y ambiental, mediante el uso de métodos cuantitativos.

Esta publicación pretende alcanzar dos objetivos. El primero de ellos es contribuir a la construcción de una comunidad de investigación interdisciplinar en Ciencias Contables y Económicas. El segundo corresponde al fortalecimiento institucional en investigación para comprender las interrelaciones entre factores socioeconómicos, en un entorno cada vez más complejo, fruto de la globalización, donde la contrastación empírica de los postulados teóricos se vuelve indispensable, para lograr identificar las particularidades propias, y así, avanzar en el impacto que tienen las investigaciones realizadas por la institución.

El presente libro está compuesto por diez textos (“Efectos de la Ley 1819 de 2016 en las solicitudes y registro de software en Colombia”; “Análisis del contrabando en Colombia: una aplicación multivariante”; “Determinantes de las emisiones de CO₂ en los países latinoamericanos”; “Mínimos cuadrados ordinarios geográficos aplicados a los registros de marcas en Colombia (2017)”); “Regresión ponderada geográficamente: una aplicación para el caso del contrabando en Colombia (2016)”, “Análisis del endeudamiento de los hogares de la ciudad de Medellín en el año 2017”,

“Evolución de la criminalidad en Colombia (2005-2018)”, “Determinantes del gasto en innovación de la industria manufacturera en Colombia (2005-2016)”; “Simshot. Sistema para el modelado y la simulación de mercados hoteleros. Un prototipo basado en agentes”; e “Ingreso de la población víctima de desplazamiento que retornó a La Palma Cundinamarca (2018): una aplicación de *Machine Learning*”), organizados en tres secciones. Cada uno de estos capítulos utiliza una técnica cuantitativa distinta, aplicada al estudio de problemas económicos, sociales y ambientales, que son objeto de investigación en Ciencias Contables y Económicas.

En la sección 1, se encuentran los trabajos que usan técnicas estadísticas. El primero de ellos se titula “Efectos de la Ley 1819 de 2016 en las solicitudes y registro de software en Colombia” se realiza la aplicación de la prueba no paramétrica de Friedman a los reportes de la Dirección Nacional de Derechos de Autor entre enero de 2012 y septiembre de 2018. Esto, con el fin de establecer si existe un cambio en la tendencia de comportamiento de los registros de software antes y después de la Ley 1819 de 2016. Los autores encontraron que coinciden la exención en renta otorgada en el 2002 y prorrogada en 2012 en la reforma tributaria del 2012 (Ley 1607), con el incremento en la cantidad de registros de la misma época; igualmente concurre

la eliminación de esta exención a partir del año 2017 (Ley 1819), con la disminución en los registros de la misma época. A un nivel de confianza del 1 % se logró identificar que hay un cambio en los dos periodos analizados, ya que los dos tratamientos tienen distribuciones con medianas diferentes.

El segundo trabajo de esta sección se titula: “Análisis del contrabando en Colombia: una aplicación multivariante”, en este se hace uso del análisis de componentes principales para identificar las variables que mejor explican el comportamiento del fenómeno en 41 municipios de Colombia entre 2015 y 2016. Se logró identificar que las variables más importantes están asociadas con el tamaño de la población, y la participación de los municipios en cuanto a las cantidades y el valor monetario de las aprehensiones.

En la sección 2 se muestran los documentos en los que se aplican diversas técnicas econométricas. En el capítulo tres, “Determinantes de las emisiones de CO₂ en los países latinoamericanos”, se realiza una validación econométrica de los determinantes de las emisiones de CO₂ utilizando una estimación de mínimos cuadrados ordinarios. Los autores concluyen que existe evidencia empírica para los países latinoamericanos de que el agotamiento neto de recursos forestales, el PIB per cápita, el valor agregado industrial, las rentas

mineras e inversión extranjera directa presentan una relación negativa con las emisiones de CO₂, mientras que las rentas de los recursos naturales y el consumo de energía generan más contaminación.

En el siguiente capítulo, “Mínimos cuadrados ordinarios geográficos aplicados a los registros de marcas en Colombia (2017)”, se usa una regresión clásica espacial para determinar las variables que podrían explicar de mejor manera los registros de marcas en Colombia durante el periodo 2017. En los resultados obtenidos se reveló que las variables, cuentas de ahorro tradicionales y el índice de competitividad afectan negativamente la propiedad intelectual. Los resultados obtenidos en esta investigación indican que los departamentos con menor índice de competitividad tienden a tener una mayor propiedad intelectual. Además, los autores mostraron que en los departamentos de Colombia, más alejados del centro, debe haber especial interés en estimular el desarrollo de propiedad intelectual en relación con las problemáticas que enfrenta el mundo en materia medioambiental, así como en que el estado debe encargarse de asegurar el acceso a la salud y medicamentos por medio del establecimiento de políticas justas en propiedad intelectual.

Por otra parte, en el texto titulado “Regresión ponderada geográficamente: una aplicación para el caso

del contrabando en Colombia (2016)”, se aplica la metodología de regresión ponderada geográficamente, para indagar sobre los determinantes que permiten explicar el valor de las aprehensiones de mercancías de contrabando en Colombia en 2016. Los autores concluyen que el incremento del valor agregado del municipio reduce el valor aprehendido; es decir, si aumentan las actividades legales se reduce la actividad del contrabando, mientras que cuando aumentan los ingresos de libre destinación, se incrementa el valor de las aprehensiones.

En el texto “Análisis del endeudamiento de los hogares de la ciudad de Medellín en el año 2017” se realiza una estimación por medio de un modelo de regresión logística, que se ejecutó en datos de encuestas, en 11.473 miembros de 8.781 hogares de Medellín; en este estudio se identifican los determinantes de niveles de endeudamiento no sostenible. Se pudo concluir que el gasto en educación, el poseer tarjeta de crédito, el gasto mensual que el individuo realiza en servicios públicos como agua, luz y gas, aumentan la probabilidad de que las deudas del individuo superen sus ingresos. Mientras que el número de personas que integran el núcleo familiar aumenta, el valor de los activos, el conocimiento financiero y la cultura del ahorro dis-

minuyen la probabilidad de un endeudamiento no sostenible. Contrario a lo que se esperaba, el nivel de ingresos no resultó significativo en la probabilidad de endeudamiento del agente.

En el capítulo titulado “Evolución de la criminalidad en Colombia (2005-2018)”, se utilizaron modelos estándar en econometría como análisis de cambios estructurales y modelos ARIMA que incluyen, tanto como componentes estacionales como de regresión; la metodología utilizada consiste en la construcción de modelos sencillos y gradualmente se incluyen variables que mejoran la explicación de las series de tiempo. La comparación entre los modelos resultantes se hace bajo la métrica del coeficiente de información Bayesiana. Este estudio permitió establecer que los presuntos hechos delictivos que la Fiscalía General de la Nación conoció a partir de la entrada en vigencia de la Ley 906 de 2004 y la Ley 1098 de 2006, después de la puesta en marcha del Sistema Penal Oral Acusatorio (SPOA) en Colombia, entre 2005 y 2018, sigue un Proceso Estacional Autorregresivo Integrado y de Media Móvil ARIMA $(0,1,1)(2,0,0)_{12}$. Aunque el estudio sugiere un cambio significativo en las tasas de crimen, el hecho de que el error estándar obtenido en el coeficiente de regresión sea mayor que el valor estimado

del coeficiente de regresión impide determinar si este cambio es un incremento o una reducción en las tasas de crimen.

En “Determinantes del gasto en innovación de la industria manufacturera en Colombia (2005-2016)” se utiliza una técnica de estimación de datos panel, que permite reducir los problemas asociados a la heterogeneidad de los individuos; en este caso los grupos industriales. Los autores identifican los determinantes de las inversiones en innovación de la industria manufacturera en Colombia ente 2005 y 2015 y concluyen que mediante la financiación, el papel del Estado es fundamental como promotor del avance tecnológico. Los grupos industriales con mayores salarios invierten más en innovación tecnológica; además, la consolidación de la industria está relacionada con el avance en la inversión sectorial, donde es necesaria una mayor inversión doméstica que permita lograr procesos de adaptación tecnológica y desarrollar ventajas competitivas dinámicas. Asimismo, en su mayoría, las inversiones en innovación se realizan en bienes y servicios extranjeros.

Por último, en la sección 3 se muestran técnicas avanzadas de simulación y proyección. En el capítulo titu-

lado, “Simshot. Sistema para el modelado y la simulación de mercados hoteleros” se realiza un prototipo basado en agentes, puesto que la investigación de operaciones va más allá de los modelos probabilísticos, los procesos estocásticos y las cadenas de Markov: es el arte y la ciencia de la toma de decisiones para el tratamiento de problemas complejos, problemas con ninguna o una infinidad de posibles soluciones que obligan a quien los confronta a “podar” el espacio de soluciones usando criterios de optimización multiobjetivo junto a la no-linealidad, a la contingencia, a los fenómenos emergentes y bifurcaciones dinámicas. Los autores concibieron, desarrollaron, implementaron y operaron un sistema de software que abstrae los rasgos esenciales de un mercado hotelero figurado, con el cual se realizaron simulaciones que entregaron, a nivel superficial, resultados razonables.

El libro concluye con el capítulo “Ingreso de la población víctima de desplazamiento que retornó a La Palma, Cundinamarca (2018): una aplicación de *Machine Learning*”. En este trabajo se emplearon diferentes algoritmos de *Machine Learning* o aprendizaje automático, que permiten a los sistemas cognitivos aprender, razonar e interactuar con nosotros de forma más natural y personalizada. Las variables

consideradas provinieron de la información obtenida en un trabajo de campo realizado en el municipio de La Palma entre julio y septiembre de 2018, en el cual participaron 100 voluntarios tomados al azar que cumplieran con las siguientes condiciones: (i) residir en 2018 en La Palma (Cundinamarca), (ii) hacer parte del Registro Único de Víctimas por haber sido desplazado, (iii) tener más de 18 años; (iv) pertenecer a los niveles socioeconómicos 1 y 2. El árbol de decisión es el único algoritmo que permite predecir con un 84,6 % de precisión el rango de ingreso medio (entre 500.001 y 1.000.001). Para la predicción del rango de ingresos entre 1.000.001 y 2.000.000 el SVM tuvo una capacidad predictiva del 100 %.

Dentro de las conclusiones generales de la publicación debe destacarse que existe un amplio espectro de técnicas cuantitativas aplicadas a la investigación en ciencias económicas, que ofrecen herramientas útiles para la comprensión y estudio del entorno contable y económico. El conjunto de trabajos que el libro ofrece es indudablemente un valioso insumo para la comunidad académica, y demás actores interesados en la investigación en el área de Ciencias Económicas y Contables, puesto que muestran cómo aproximarse a la comprensión de problemas específicos de una

sociedad, mediante el uso de análisis cuantitativos, que permitirán afianzar los procesos de investigación y mejorar la visibilidad académica y la pertinencia de estudios futuros. Esperamos que los interesados encuentren estimulante su lectura y que ella motive una investigación que identifique las particularidades del entorno, mediante el uso de técnicas cuantitativas, que permitan la contrastación empírica de las teorías económicas y contables.

Carolina Henao
Jenny Paola Lis-Gutiérrez
Luz Elena Malagón-Castro

Sección I.
Técnicas estadísticas
de análisis

Efectos de la Ley 1819 de 2016 en las solicitudes y registro de *software* en Colombia

Luz Adriana Ayala Manzanares, Jenny Paola Lis-Gutiérrez

INTRODUCCIÓN

Hasta el año 2016, las operaciones con *software* en Colombia no se encontraban gravadas con IVA. Sin embargo, la Ley 1819 de 2016, incluyó dentro de los hechos sobre los que recae el impuesto a las ventas, la venta o cesión de derechos sobre activos intangibles, únicamente asociados con la propiedad industrial (Congreso de la República de Colombia, 2016). La citada reforma tributaria a su vez eliminó la exención en renta que fue otorgada desde el año 2002 mediante la Ley 788; exención concedida inicialmente por 10 años para las rentas derivadas por la enajenación o explotación del *software* nuevo elaborado en Colombia, siempre que cumpliera con un alto contenido de

investigación y tecnología. Esta exención fue prorrogada mediante la Ley 1607 de 2012 por 5 años más, para finalmente ser derogada con la última reforma tributaria (Ley 1819 de 2016).

La propiedad intelectual protege las creaciones intelectuales e incluye, por un lado, los derechos de autor y conexos tales como los morales, de permitir o no su reproducción, copia o traducción; y por el otro, la propiedad industrial (CECOLDA, 2017). En Colombia, el *software* debe registrarse en la oficina de Registro Nacional de Derechos de Autor. Con este registro se garantizan los intereses de los creadores del *software*. La Ley 1819 de 2016 grava con el impuesto a las ventas, la venta o cesión de derechos sobre activos intangibles asociados con la propiedad industrial. Este hecho podría desestimular la creación y comercialización del *software*, ya que según el artículo de “Patentabilidad del *Software*: nuevas cuestiones jurídicas” publicado en la Revista de la OMPI de diciembre de 2008:

...el *software* no tiene una única clasificación jurídica, es decir: tiene componentes protegidos por los derechos de autor, como el código objeto y el código fuente, y a su vez tiene componentes como audio, bases de datos, videos entre otros que no están protegidos por derechos de autor, pero se consideran propiedad industrial. (Guadamuz, 2008, p.15)

En consonancia con Guadamuz (2008), si el *software* no tiene una única clasificación jurídica debido a los dos tipos de componentes que lo conforman, la reforma tributaria del año 2016 no solamente grava con IVA el componente del *software* asociado a propiedad industrial, sino también el componente relacionado con los derechos de autor. En este contexto, el presente documento pretende establecer los efectos de la reforma tributaria (Ley 1819 de 2016) sobre el número de registros de *software* en Colombia

Para ello, la metodología empleada correspondió a la aplicación de la prueba no paramétrica de Friedman a los reportes de la Dirección Nacional de Derechos de Autor entre enero de 2012 y septiembre de 2018. Esto, con el fin de establecer si existe un cambio en la tendencia de comportamiento de los registros de *software* antes y después de la ley.

El presente documento contiene tres secciones. La primera presenta una breve revisión de la literatura y de la normatividad aplicada al *software* en Colombia. En la segunda, se discute la selección del método cuantitativo y se presentan los resultados del modelo. La última sección presenta la discusión y las conclusiones del documento.

MARCO TEÓRICO

Para Ghidini (2010), debido a la necesidad de protección jurídica que requiere el inventor o creador del *software*, y al avance tecnológico y económico de Estados Unidos, el derecho de propiedad intelectual se erigió como herramienta fundamental para el cumplimiento de este propósito hacia mediados del siglo XX. Gracias a esto, a partir de entonces los estados han venido proporcionando las garantías necesarias para los creadores del *software*.

Para la Organización Mundial de propiedad intelectual (OMPI) de la que Colombia es miembro, y de acuerdo con la publicación No. 450:

La propiedad intelectual es la disciplina jurídica que se relaciona con las creaciones intelectuales y de la mente y se divide en dos categorías. (i) La propiedad industrial que incluye patentes, marcas, diseños industriales y las indicaciones geográficas. (ii) El derecho de autor de obras literarias, las películas, la música, las obras artísticas y los diseños arquitectónicos. (CECOLDA, 2017, p.1)¹.

1 Derecho de Autor: "... el conjunto de normas que protegen al autor como creador de una obra en el campo literario y artístico, entendida ésta, como toda expresión humana producto del ingenio y del talento que se ve materializada de cualquier forma perceptible por los sentidos y de manera original".

En Colombia el soporte lógico se encuentra regulado y protegido por las leyes de propiedad intelectual. La Ley 23 del 28 de enero de 1982, modificada por la Ley 44 de 1993, es la norma que reglamenta los derechos de autor en Colombia. Así mismo, el artículo 1 del Decreto 1360 de 1989 define el *software* como una creación propia del dominio literario. En el artículo 2 define los elementos que comprenden el soporte lógico, tales como, el programa de computador, la descripción del programa y el material auxiliar; a su vez define cada uno de estos elementos y su proceso de registro en el Registro Nacional de Derechos de Autor (Presidencia de la República, 1989).

En el citado decreto, se define soporte lógico como:

... un programa de computador consistente en la expresión de un conjunto organizado de instrucciones, en lenguaje natural o codificado, independientemente del medio en que se encuentra almacenado, cuyo fin es hacer que una máquina capaz de procesar información indique, realice u obtenga una función, una tarea o un resultado específico. (art. 1, p.2)

La Dirección Nacional de Derechos de Autor (DNDA) es la entidad encargada en Colombia de proteger la titularidad de los derechos de autor y conexos de las obras literarias, artísticas, audiovisuales, musicales, *software*, actos y contratos (Dirección Nacional de

Derechos de Autor, 2018). Con este registro se busca blindar a los dueños sobre sus derechos autorales, confiriéndoles seguridad jurídica y publicidad a tales derechos y manteniendo un registro de los actos o contratos que transfieran o cambien su dominio. También se garantiza la autenticidad a los titulares de propiedad intelectual y a los actos y documentos a que ella se refiera (Ministerio del Interior, República de Colombia, 2018).

De igual manera, en la Delegatura para la propiedad industrial, adscrita a la Superintendencia de Industria y Comercio se protegen (patentan) los inventos que consistan en productos, procedimientos o máquinas que se obtengan de ellas:

No se pueden proteger como patente, los descubrimientos, seres vivos o lo que ya exista como tal en la naturaleza, teorías científicas, métodos matemáticos, terapéuticos, quirúrgicos, financieros o el uso de los productos ya existentes, las obras de tipo artístico, literario, científico o los programas de computador como tal. (Superintendencia de Industria y Comercio, 2018, p.1)

Es decir, que los programas de computador/*software*/soporte lógico tienen la connotación de obra artística, la cual se lleva a cabo utilizando la tecnología. Como tal, el derecho de autor permite que este tipo de obras

no sean reproducidas y deformadas. La otra rama de la propiedad intelectual se refiere a las invenciones técnicas que se protegen con patentes, las cuales deben cumplir una serie de exigencias, entre las que se encuentra su aplicabilidad industrial; esta rama es la propiedad industrial.

A nivel contable, el *software* es un intangible o un activo inmaterial, y como tal se reconoce y registra contablemente de acuerdo con los criterios establecidos en la NIC 38. El tratamiento contable dependerá de su naturaleza física y de la incorporación de componentes tangibles al activo.

La NIC 38 tiene dentro de su amplio espectro de activos intangibles, como los programas informáticos, las patentes, los derechos de autor, entre otros. No todos los activos definidos en esta NIC cumplen con la definición de intangible, motivo por el cual se debe evaluar su identificabilidad, control sobre el recurso y la derivación de beneficios futuros. El reconocimiento contable del intangible se realizará en la medida en que se demuestre que cumple con la definición de activo intangible (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2012).

En el terreno tributario, la Ley 788 del 27 de diciembre de 2002 en su artículo 18 adicionó el artículo 207-2

al Estatuto Tributario. En este artículo se reúnen un listado de rentas exentas; entre ellas la exención por 10 años a las rentas derivadas por la enajenación o explotación del *software* nuevo elaborado en Colombia siempre que cumpliera con un alto contenido de investigación y tecnología. El Decreto reglamentario 2755 de 2003, remite directamente a la definición de *software* contenido en el Decreto 1360, y en su artículo 16 reza textualmente:

Artículo 16: Definición de *software*. Para efectos de lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 207-2 del Estatuto Tributario, se entiende por *software* la definición contenida en el decreto 1360 de 1989 y demás normas que lo modifiquen o adicionen. (Ministerio del Interior y de Justicia, 2003, p.2)

Con la Ley 1819 de 2016 el gobierno introdujo una exclusión en materia de IVA al *software* para el desarrollo de contenidos digitales, que para el caso se define como: “el conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas relacionadas con la creación y producción de contenidos digitales” (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2017, p.2). El soporte lógico – *software*, al estar protegido por los derechos de autor, es el creador el que tiene los derechos patrimoniales para explotarlo económicamente, ya sea mediante li-

cenciamiento o a través de la venta o cesión de todo o en parte (Piza y Sánchez, 2011). De esta explotación va a depender la generación de la renta y la aplicación de los diferentes impuestos a los que se halle sometido.

Como se ha mencionado anteriormente, el *software* tiene varios componentes:

- Código fuente, que es el conjunto de instrucciones que hace que una máquina realice una serie de funciones y procesos para dar un resultado (fruto de la invención humana).
- Código objeto (componente físico) con otro tipo de salidas como audio, video, entre otros, que no hacen parte del código fuente, que no están protegidos por los Derechos de Autor y se podrían catalogar como propiedad industrial (Guadamuz, 2008, p.16).

Es claro que el *software*, asimilado como obra literaria está protegido por derechos de autor y que, por lo tanto, su creador tiene el derecho moral e irrenunciable a mantener su paternidad. Es claro también que corresponde a un bien intangible con características jurídicas tanto de derechos de autor como de propiedad industrial. De acuerdo con esto, el *software* no estaría asociado directamente a la propiedad industrial como lo plantea la Ley 1819.

Esta situación bien se puede interpretar como un gravamen a una obra protegida por el derecho de autor, más aún cuando esta reforma no hace ninguna diferenciación entre los bienes intangibles sobre los cuales recae el gravamen.

En Colombia, y según lo expresado en el Concepto 001 de 2003, la explotación del *software* se puede dar en dos formas básicamente:

- a) La venta de los derechos patrimoniales inherentes a la propiedad intelectual del *software* por parte de su titular; b) El licenciamiento y autorización para su uso, sin transferencia de los derechos patrimoniales sobre el soporte lógico. (Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, DIAN, 2003, p.74)

Al revisar el caso del licenciamiento, y de acuerdo con el concepto de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales No. 00673 del 31 de julio de 2017 (Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, 2017), este tiene características de la prestación de un servicio y por tanto está gravado con el Impuesto sobre las ventas (IVA). Por lo anterior, y teniendo en cuenta que como no se transfiere la propiedad del bien, sino que se permite su uso y explotación, se concluye que el negocio jurídico del licenciamiento de uso del *software*

se encuentra gravado con el Impuesto al Valor Agregado (IVA) a la tarifa general.

Así las cosas, el licenciamiento de *software*, al asimilarse a la prestación de un servicio y dependiendo de quién otorgue la licencia, genera Impuesto al Valor Agregado (IVA). Sin embargo, corresponde realizar el análisis de Impuesto al Valor Agregado (IVA) en la venta o cesión de los intangibles (*software*) en Colombia. Para esto es importante precisar que la venta de, o cesión del *software*, se realiza a través de la transferencia de los derechos patrimoniales, ya que el comprador adquiere todos los derechos inherentes al *software*.

Antes de la reforma tributaria del año 2016 (Ley 1819), no se atribuía el impuesto sobre las ventas IVA, a las ventas de bienes incorporeales o intangibles. Con esta nueva reforma, se incorporó al artículo 420 del Estatuto Tributario como hecho generador de este impuesto, además de las ventas de bienes corporales muebles que no hayan sido excluidas expresamente, la venta de bienes intangibles o incorporeales, como es el caso de un *software*. Es así como la exposición de motivos de la reforma tributaria del año 2016 (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2016, p.5) planteó en lo referente a los impuestos indirectos, más específica-

mente al impuesto sobre las ventas (IVA), que debido a algunas dificultades concretas en materia de exenciones y exclusiones, como es el caso de los intangibles, lo siguiente:

En Colombia, a diferencia de la mayoría de países, las transacciones de intangibles que se realizan en el territorio nacional no se gravan con IVA. En muchos otros países se gravan las relacionadas con *software*, marcas, patentes, bases de datos e información y registros sanitarios y de otra índole (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2016).

Derivado de la exposición de motivos de la reforma tributaria del año 2016, el literal b) del artículo 420 del Estatuto Tributario, fue modificado por la Ley 1819 de 2016 (Congreso de la República de Colombia, 2016, p.87) en su artículo 173, “Hechos sobre los que recae el impuesto”, se aclara que el impuesto a las ventas se aplicará sobre la venta o cesiones de derechos sobre activos intangibles, únicamente asociados con la propiedad industrial. La ley no hace precisión alguna sobre cuáles activos intangibles están o no gravados con el IVA, sino que se refiere genéricamente a esta clase de activos, es decir, que el IVA recaerá sobre los derechos de explotación exclusiva, las marcas y las patentes, que la Ley reconoce durante cierto plazo y que tienen alguna aplicación de tipo industrial.

METODOLOGÍA

Para la investigación planteada, el proceso cuantitativo correspondió a la recolección y análisis de los reportes de la Dirección Nacional de Derechos de Autor entre enero de 2012 y septiembre de 2018 (Dirección Nacional de Derechos de Autor, 2018). Con base en la información, se realizó la comparación de los registros y solicitudes de registros realizados durante el periodo con el fin de establecer los efectos causados por la reforma tributaria con base en el comportamiento de los registros. La selección del periodo corresponde a que en 2012 fue proclamada la Ley 1607 de 2012 y en diciembre de 2016 se promulgó la última reforma tributaria, la Ley 1819 de 2016. Por ello, se consideraron dos periodos (enero 2012 – diciembre de 2016, y enero 2017 – septiembre de 2018).

Ahora bien, para llevar a cabo la contrastación, se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman (Friedman, 1937, 1939, 1940) que es el equivalente no paramétrico de un diseño de medidas repetidas para una muestra; en este caso desagregada por meses. Esta prueba contrasta la hipótesis nula de que las k variables relacionadas procedan de la misma población. Es posible aplicar esta prueba ya que las variables son ordinales continuas.

Para este caso debe:

- Considerarse una tabla de datos $\{x_{ij}\}_{dxn}$, siendo las filas o bloques y las columnas o tratamientos. Se calcula el orden de cada dato en su bloque.
- Reemplazarse la tabla original con otra $\{r_{ij}\}_{dxn}$, siendo r_{ij} el orden de x_{ij} en cada bloque i .
- Calcularse las varianzas intra e inter grupo, como se menciona a continuación:

$$SS \text{ Factor} = SS_t = n \sum_{j=1}^d (\bar{r}_j - \bar{r})^2, \text{ siendo } \bar{r}_j = \frac{1}{d} \sum_{i=1}^d r_{ij}, \text{ y } \bar{r} = \frac{1}{d \cdot n} \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^n r_{ij}$$

$$SS \text{ Error} = SS_e = \frac{1}{d(n-1)} \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^n (r_{ij} - \bar{r})^2$$

- El estadístico de contraste corresponde a:

$$F r = \frac{SS \text{ Factor}}{SS \text{ Error}}$$

Donde:

- $SS \text{ Factor}$: es la suma de los cuadrados entre los grupos formados por cada categoría del factor.
- $SS \text{ Error}$: es la suma de cuadrados dentro de los grupos formados por cada categoría del factor.
- El criterio de decisión corresponde a: $P(\chi^2_{-1} \geq Fr)$

La hipótesis nula que se contrasta corresponde a que las respuestas asociadas a cada uno de los tratamientos proviene de la misma distribución de probabilidad o de distribuciones con la misma mediana. La hipótesis alternativa corresponderá entonces a que por

lo menos, la distribución de una de las respuestas es diferente de las demás.

RESULTADOS

En este apartado se presenta la síntesis de los hallazgos derivados de la investigación, los cuales se encuentran organizados en secciones. La primera, dedicada al análisis de la evolución de los registros de derechos de autor en Colombia, a partir del año 2012 y hasta el mes de septiembre de 2018. La segunda sección contempla el análisis de los cambios normativos fiscales que aplican a los intangibles en Colombia, entre 2012 y 2018. En el último apartado se realiza la revisión de los escenarios fiscales para el *software* en Colombia entre 2012 y 2018.

Evolución de los registros de *software* en Colombia (2012-2018)

Se analizaron las cifras de los registros realizados ante la Dirección Nacional de Derechos de Autor (DNDA), en el periodo 2012-2018 relacionadas con obras artísticas, literarias, musicales, audiovisuales, soporte lógico, entre otras. Este análisis detalla las variaciones que cada tipo de registro ha experimentado durante el periodo de estudio².

2 En septiembre del 2017, la Superintendencia de Industria y Comercio en conjunto con la WIPO (World Intellectual Property Organization) realizó el “Reporte sobre la información en materia de propiedad industrial en Colombia”. El estudio se realizó con el fin de proveer insumos para una política pública sobre propiedad intelectual, pero incluía información entre 2000 y 2016.

En la Tabla 1 y la Figura 1, se aprecia el comportamiento por cada uno de los tipos de registro ante la DNDA, y en la Tabla 2, el porcentaje de crecimiento anual. En el registro de contratos, registro de obras artísticas y registro de obra literaria editada, la variación mantiene una tendencia negativa. En el caso del registro de contratos a partir del año 2012 bajó de 2.407 a 1.438 en 2017. En los meses de enero a septiembre del año 2018 se continúa con la misma tendencia.

En relación con el registro de obras artísticas, se evidenció una caída significativa en la cantidad de obras artísticas registradas en el año 2017 con respecto al 2016, puesto que mientras en el 2016 se registraron 8.254 obras artísticas, durante el año 2017 solo se alcanzaron 4.973 registros, lo cual muestra una caída del 40 % respecto al año inmediatamente anterior.

El registro de obra literaria editada, durante los años 2012 a 2015 pasó de 870 obras literarias editadas registradas en el 2012 a 844 en el año 2015. La situación ha venido en constante cambio a partir del año 2016, pues mientras que en el año 2016 se llegó a 891 obras literarias editadas registradas, para el año 2017 el registro de las mismas obras aumentó a 1.058 que corresponde a un 19 % más que las registradas en el 2016. Durante el primer semestre del año 2018, la situación ha descendido, puesto que solo se han registrado 343 obras.

Las tendencias positivas se dan con respecto al registro de fonogramas, el registro de obra audiovisual y el registro de obra literaria inédita. En el caso del registro de fonogramas para el año 2012 se registraron 3.582 fonogramas, pasando el 2013 a 4.290. La tendencia de crecimiento se ha mantenido positiva durante todo el periodo. Para el año 2017, este registro alcanzó la suma 8.423.

En el caso de las obras audiovisuales, el año 2012 evidencia un registro de 513 obras, yendo en continuo ascenso hasta lograr 1.176 registros de obras audiovisuales en el año 2017; mostrando un importante incremento respecto al año anterior, el cual alcanzó el 86,67 %. Para el primer semestre del año 2018 la suma de registros de este tipo de obras llega a 549.

Respecto al registro de obra literaria inédita, se muestra un repunte significativo en el año 2013 frente al 2012, pues se pasó de 23.109 a 30.239 registros de obras literarias inéditas. A partir de ese momento se ha estabilizado, mostrando un leve repunte de 8 % para el año 2017 respecto al 2016. En el registro de obras musicales se muestra variaciones negativas del año 2014 respecto al 2013, pues se evidencia un descenso del 8 %. A partir del año 2014 la tendencia es positiva, mostrando un incremento del 8 % en los registros del año 2017 respecto a los del año 2016.

Tabla 1
 Tipo de registros discriminados por año (2012 – junio de 2018)

AÑO	CON- TRA- TOS	FO- NO- GRA- MAS	OBRA AR- TÍSTI- CA	OBRA AU- DIOVI- SUAL	OBRA LI- TERARIA EDITADA	OBRA LITE- RARIA INÉDITA	OBRA MUSICAL	SOPORTE LÓGICO
2012	2.407	3.582	7.920	513	870	23.109	13.924	2.084
2013	2.202	4.290	8.039	666	883	30.239	14.381	2.337
2014	1.405	5.209	10.684	378	866	28.436	13.200	2.329
2015	1.806	6.102	8.902	492	844	30.714	14.197	2.942
2016	1.735	6.758	8.254	630	891	30.903	16.611	3.379
2017	1.438	8.423	4.973	1.176	1.058	33.435	17.962	3.612
Junio 2018	1.321	5.168	3.140	549	343	19.572	10.677	1.545
Total	12.314	39.532	51.912	4.404	5.755	196.408	100.952	18.228

Fuente: Elaboración propia, con base en DNDA (2018).

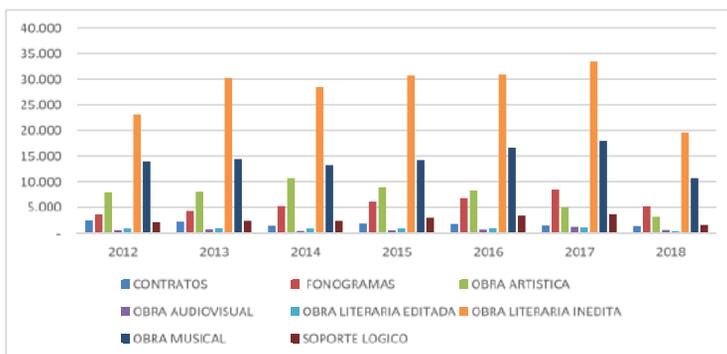
Tabla 2
 Porcentaje de crecimiento del tipo de registros (2013-2017)

AÑO	CON- TRA- TOS	FO- NO- GRA- MAS	OBRA ARTÍS- TICA	OBRA AUDIO- VISUAL	OBRA LI- TERARIA EDITADA	OBRA LITE- RARIA INÉDITA	OBRA MUSICAL	SOPORTE LÓGICO
2013	-8,52 %	19,77 %	1,50 %	29,82 %	1,49 %	30,85 %	3,28 %	12,14 %
2014	-36,19 %	21,42 %	32,90 %	-43,24 %	-1,93 %	-5,96 %	-8,21 %	-0,34 %
2015	28,54 %	17,14 %	-16,68 %	30,16 %	-2,54 %	8,01 %	7,55 %	26,32 %
2016	-3,93 %	10,75 %	-7,28 %	28,05 %	5,57 %	0,62 %	17,00 %	14,85 %
2017	-17,12 %	24,64 %	-39,75 %	86,67 %	18,74 %	8,19 %	8,13 %	6,90 %

Fuente: Elaboración propia, con base en DNDA (2018).

Figura 1

Tipo de registros discriminados por año (2012 – junio de 2018)



Fuente: Elaboración propia, con base en DNDA (2018).

El registro de soporte lógico-*software* muestra que mientras para el año 2012 se contaba con un registro total de soporte lógico de 2.084, en el año 2017 la cantidad registrada subió a 3.612. Esto significa que se ha incrementado la cantidad de registros anuales. En los primeros dos años el incremento porcentual se sitúa alrededor del 12 % con respecto al año 2012; para los años 2015 a 2017 el incremento anual registró cambios significativos, ya que mientras para el año 2015 el incremento fue del 26 % respecto al año 2014, para el año 2016 fue del 15 % respecto al 2015 y para el año 2017 de un 7 % con respecto al 2016. Sin embargo, las variaciones entre los años son significativas siendo el año 2015 el que mayor incremento tuvo con una cantidad de registros de 2.942, 613 más que el año 2014.

Es de resaltar que para el año 2017 el registro de *software* sufrió una caída respecto al incremento que venía presentando desde el año 2012, pues este incremento porcentual tan solo alcanzó la mitad del crecimiento obtenido en el año inmediatamente anterior, 7 % para el 2017, con respecto al 2016 y 15 % del año 2016 frente a 2015 (Tabla 3, Figura 2).

Tabla 3

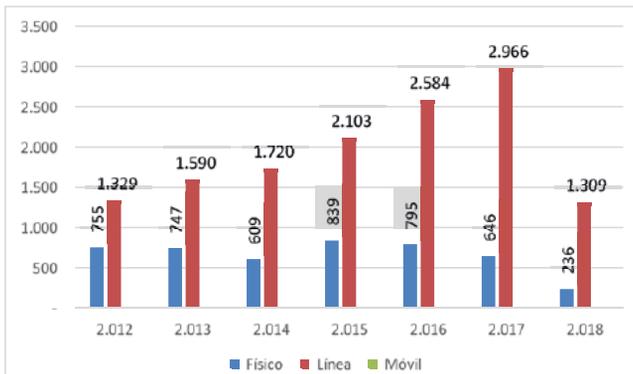
Registro de *software* según medio de solicitud (2012 – junio 2018)

Año	Físico	Línea	Móvil	Total
2012	755	1.329	-	2.084
2013	747	1.590	-	2.337
2014	609	1.720	-	2.329
2015	839	2.103	-	2.942
2016	795	2.584	-	3.379
2017	646	2.966	-	3.612
Junio 2018	236	1.309	-	1.545
Total	4.627	13.601	-	18.228

Fuente: Elaboración propia, con base en DNDA (2018).

Figura 2

Registro de *software* según medio de solicitud (2012 – junio 2018)



Fuente: Elaboración propia, con base en DNDA (2018).

El análisis de estos datos muestra que no hay una uniformidad en los resultados, ya que, aunque todos corresponden a registros de obras, producto del ingenio humano, algunos de estos registros han ido en constante crecimiento, como es el caso de las obras literarias, fonogramas y obras audiovisuales. No ocurre así con el registro de las obras musicales, artísticas y el soporte lógico-*software*. A fin de soportar la correlación existente entre estos resultados y las reformas tributarias, se debe realizar un estudio estadístico que permita determinar que efectivamente este descenso en los registros es causado por los cambios en la normatividad tributaria, pero ese corresponde a un estudio diferente al aquí realizado. A continuación, se procede a realizar un análisis de los principales cambios normativos tributarios aplicados al *software* durante el periodo 2012 a 2018.

RESULTADOS DE LA PRUEBA NO PARAMÉTRICA

En este apartado se presentan los resultados de la aplicación del Test de Friedman a los registros y a las solicitudes de registro de *software*.

Para el caso de las solicitudes, los resultados son los siguientes:

$$\chi^2_r = (12/(nk(k+1))) * (\Sigma R^2) - 3n(k+1)$$

$$\chi^2_r = 0.167 * 720 - 108$$

$$\chi^2_r = 12$$

The χ^2_r statistic is 12 (1, N = 12).

The p -value is .00053.

The result is significant at $p < .01$.

De esta manera, a un nivel de confianza del 1 % se logró identificar que los dos tratamientos tienen distribuciones con medianas diferentes. A pesar de esto, vale la pena indicar que se explica, no por un descenso en el número de solicitudes, sino por un aumento en las mismas, lo cual es un resultado no esperado.

Para el caso de los registros otorgados, los resultados son los siguientes:

$$\chi^2_r = (12/(nk(k+1))) * (\Sigma R^2) - 3n(k+1)$$

$$\chi^2_r = 0.167 * 698 - 108$$

$$\chi^2_r = 8.3333$$

The χ^2 statistic is 8.3333 (1, $N = 12$).

The p -value is .00389.

The result is significant at $p < .01$.

Al igual que para la variable anterior, a un nivel de confianza del 1 % se logró identificar que los dos tratamientos tienen distribuciones con medianas diferentes. En este caso se debe a un descenso en el número de registros de *software* entre 2012 y 2016, y posterior a enero de 2017.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este documento, se pudo identificar mediante un análisis de estadística descriptiva inicial, un decrecimiento en el número de registros de soporte lógico entre 2012 y septiembre de 2018. Este resultado fue corroborado mediante una prueba no paramétrica (test de Friedman) que permitió encontrar que coinciden la exención en renta otorgada en el 2002 y prorrogada en 2012, reforma tributaria del 2012 (Ley 1607), con el incremento en la cantidad de registros de la misma época; igualmente concurre la eliminación de esta exención a partir del

año 2017 (Ley 1819) con la disminución en los registros de la misma época.

A pesar de este hallazgo, se quiso establecer si también había una correspondencia con un descenso en el número de solicitudes de registros. Aplicando la misma prueba no paramétrica, a un nivel de confianza del 1 %, se logró identificar que hay un cambio en los dos periodos analizados, ya que los dos tratamientos tienen distribuciones con medianas diferentes. A pesar de esto, vale la pena indicar que se explica no por un descenso en el número de solicitudes, sino por un aumento entre 2017 y 2018.

En este sentido, se requiere continuar con la investigación para establecer si el descenso en el número de registros se debe a una mayor tasa de rechazo por parte de la DNDA, al desistimiento por parte de los creadores o a otra razón. Este es un tema a explorar en futuras investigaciones.

Desde otra perspectiva no se puede interpretar una posición clara del Gobierno frente al desarrollo de nuevas tecnologías en Colombia, ya que, aunque a partir del 2011 bajó la tarifa de retención en la fuente, y para algunas operaciones con *software* creó la exención en renta, en la siguiente reforma tributaria la eliminó e implemento impuestos regresivos como el

IVA, sobre las mismas operaciones. Esto genera inestabilidad jurídica para las empresas y personas dedicadas a esta actividad.

Lo que en definitiva sí es claro, es que el tratamiento fiscal del *software* en Colombia tiene una serie de complejidades que se deben atender. Para futuros estudios se podría plantear la hipótesis de adoptar una posición clara frente al tratamiento fiscal aplicable al *software*. Por un lado, clasificar al *software* según la operación que se esté realizando, si corresponde a una venta, una cesión o un licenciamiento con el fin de dar el trato tributario correspondiente según sea la operación, o por otro lado, establecer una propia clasificación para el *software* desde el punto de vista del derecho tributario y unificar su tratamiento.

REFERENCIAS

- CECOLDA. (2017). Derecho de autor. Recuperado enero 16 de 2017 de: <http://www.cecolda.org.co/index.php/derecho-de-autor/>
- Congreso de la República de Colombia. (2016, diciembre 29). *Ley 1819 de 2016, por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 50.101 Imprenta Nacional.

- Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN). (2003). *Concepto Unificado de Impuesto sobre las Ventas*. Bogotá, Colombia.
- Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN). (2017). *Concepto 00673*. Bogotá, Colombia.
- Dirección Nacional de Derechos de Autor. (2018). *Derechos de Autor*. Recuperado de: <http://derechodeautor.gov.co/definicion1>
- Friedman, M. (1937). The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *Journal of the American Statistical Association*, 32(200), 675-701.
- Friedman, M. (1939). A correction: the use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. *Journal of the American Statistical Association*. *American Statistical Association*, 34(205), 109.
- Friedman, M. (1940). A comparison of alternative tests of significance for the problem of m rankings. *The Annals of Mathematical Statistics*, 11(1), 86-92.
- Ghidini, G. (2010). *Innovation, competition and consumer welfare in intellectual property law*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Guadamuz, G. A. (2008). Patentabilidad del Software: nuevas cuestiones jurídicas. *Revista de la Organización Mundial de la propiedad intelectual (OMPI)*, (6). Recuperado de: http://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2008/06/article_0006.html

- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2012, diciembre 28). *Decreto 2784 de 2012*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 48.658 Imprenta Nacional.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2011, julio 13). *Decreto 2521 de 2011*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 48.129 Imprenta Nacional.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2016). *Exposición de Motivos del proyecto de Ley "Por medio del cual se adopta una reforma estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). (2017, agosto 25). *Decreto 1412 de 2017*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 50.336 Imprenta Nacional.
- Ministerio del Interior República de Colombia. (2018, julio 01). *Derecho de Autor*. Recuperado de: <http://derechodeautor.gov.co/software>
- Ministerio del Interior y de Justicia. (2003, septiembre 30). *Decreto 2755 de 2003*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 45.326 Imprenta Nacional.
- Organización Mundial de la propiedad intelectual (OMPI). (2008). *Derecho de Autor*. Recuperado de: http://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2008/06/article_0006.html
- Piza, J. R. y Sánchez, M. C. (2011). Problemática del régimen tributario aplicable a las rentas derivadas del Software en Colombia. *Revista de Derecho Fiscal*, 75-99.

Presidencia de la República. (1989, junio 23). *Decreto 1360 de 1989, por el cual se reglamenta la inscripción de soporte lógico (software) en el Registro Nacional del Derecho de Autor*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 38.871.

Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).

Presidencia de la República. (1989, julio 23). *Decreto 1360 de 1989, por el cual se reglamenta la inscripción de soporte lógico (Software) en el registro Nacional del Derecho de Autor*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 38.871

Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) (2017). *Reporte sobre la información en materia de propiedad intelectual en Colombia*. Bogotá, Colombia.

Superintendencia de Industria y Comercio (SIC). (2018). *Propiedad industrial en Colombia*. Recuperado de: <http://www.sic.gov.co/node/44>

Cómo citar este capítulo:

Ayala Manzanares, L. A., y Lis-Gutiérrez, J. P. (2018). Efectos de la Ley 1819 de 2016 en las solicitudes y registro de software en Colombia. En J.-P. Lis-Gutiérrez, C. Henao, & L. E. Malagón-Castro, (Edts.). *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas* (pp.23-50). Villavicencio: Corporación Universitaria del Meta-Unimeta.

Capítulo 2

Análisis del contrabando en Colombia: una aplicación multivariante

Jenny Paola Lis-Gutiérrez, Melissa Lis-Gutiérrez, Carmen Luisa Vásquez
Maritza Torres Samuel, Andrea González, Juan Manuel Guío

El ingreso o salida de diferentes mercancías evadiendo los conductos regulares es un problema actual y transversal en el mundo. Este tipo de conducta ha sido considerada desde la colonia como una grave infracción a las normas que regulan el comercio de cada país, ocasionando efectos nocivos a la economía nacional (Lis-Gutiérrez et al., 2017, 2018). Esto dado que se evade el pago de impuestos y aranceles, y contribuye de forma directa e indirecta a la pérdida de empleos formales y tiene otros efectos negativos sobre el bienestar de la población (Hernández Quintero y Barrero, 2015).

Específicamente, el contrabando es un problema económico que afecta de forma directa e indirecta a todos

los países del mundo, el cual crea un círculo vicioso que alimenta a los actores del conflicto y la criminalidad (Abid & Abbasi, 2014). De acuerdo con la Cámara de Comercio Internacional se prevé que los impactos negativos de la falsificación y la piratería corresponderán a 4,2 billones de dólares para la economía mundial y pondrán en riesgo 5,4 millones de empleos legítimos en 2022 (ICC, 2017a, 2017b), para los países de la OCDE.

Dentro de las diferentes modalidades de contrabando, la falsificación, la piratería y la comercialización de drogas son los más comunes (ICC, 2017b, UNODC, 2017, 2014a, 2014b, 2014c, 2014d). No obstante lo anterior, los conceptos de falsificación y piratería no responden exclusivamente a prácticas de contrabando en Colombia. Su principal impacto radica en la socavación de la innovación, punto clave para el crecimiento económico de cada país. Para poder contrarrestar el impacto de estas actividades ilícitas, es preciso desarrollar e implementar diferentes actividades que obligan a la acción fuerte y sostenida de los gobiernos, las empresas y los consumidores, no solo para la recopilación de información sino también para desarrollar las estrategias correctivas y preventivas (ICC, 2017c).

En el caso colombiano, la dificultad del control debido a la extensión de las fronteras y al poco desarrollo de poblaciones e infraestructura, dificulta la lucha contra el contrabando. A ello se suma que esta actividad se ubica como una opción para ser puesta en práctica por parte de la delincuencia organizada y que tiene, entre otras fuentes de recursos, los generados por el narcotráfico, el tráfico ilegal de armas, la minería ilegal, el secuestro, precisamente como estrategia que permita el blanqueo de capitales o lavado de activos, a cambio de mercancías extranjeras (o de exportaciones ficticias) y que puedan ser incluidas en la contabilidad de las empresas de los directos responsables de los delitos o de sus testaferros (organizaciones delincuenciales altamente organizadas). Por lo anterior, este fenómeno se convierte en una de las principales amenazas en el escenario de post-acuerdo, el cual debe ser enfrentado para garantizar el control institucional del territorio y el manejo de las amenazas híbridas en un escenario VICA (volátil, incierto, complejo y ambiguo).

La pregunta orientadora de la investigación corresponde a ¿Cuáles son las variables que mejor explicarían la dinámica del contrabando en 2015 y 2016, en 41 municipios de Colombia, haciendo uso de un análisis de componentes principales?

Para aproximar una respuesta, el capítulo se encuentra estructurado en cuatro secciones. En la primera se realiza una contextualización del caso colombiano; en la segunda se presenta la metodología; en la tercera los resultados, y en el último apartado se sintetizan los principales hallazgos y las recomendaciones.

EL CONTEXTO COLOMBIANO

Normatividad

Para explicar el caso colombiano, es necesario primero abordar la normatividad. Debe iniciarse indicando que el gobierno colombiano decidió adoptar medidas para hacerle frente a actividades comerciales que operen por fuera de los marcos jurídicos de los estados y el orden mundial y que se ven favorecidas por los avances tecnológicos, el aumento de las relaciones económicas y comerciales a nivel internacional con la apertura de tratados de libre comercio y acuerdos internacionales.

Con este propósito se promulgó el marco legal del contrabando constituido por el estatuto aduanero, Decreto 2685 de 1999 (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 1999) recientemente modificado por el Decreto 390 de 2016 (Presidencia de la República,

2016) por el cual se establece la regulación aduanera; el Decreto 2147 de 2016 (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2016), la Ley 1762 de 2015 (Congreso de la República de Colombia, 2015) y el Decreto 993 de 2015 (Presidencia de la República, 2015) que reglamenta esta ley.

La Ley 1762 del 06 de julio de 2015 “Por medio de la cual se adoptan instrumentos para prevenir, controlar y sancionar el contrabando, el lavado de activos y la evasión fiscal”, modernizó, adecuó y fortaleció el marco legal de la lucha contra el contrabando. Adoptó medidas para prevenir, controlar y sancionar el contrabando, el lavado de activos y la evasión fiscal. Así mismo, se creó la Comisión Interinstitucional de lucha contra el contrabando en la cual están inmersas trece entidades gubernamentales buscando un trabajo mancomunado y efectivo en esta lucha, teniendo en cuenta el inusitado crecimiento de este flagelo transnacional que afecta el comercio justo, la competitividad de la actividad comercial nacional y regional, las finanzas nacionales e internacionales así como la seguridad y defensa nacionales.

En la Tabla 1 se sintetizan los cambios de la Ley 1762 de 2015 referente al aumento de penas y redefinición de tipos penales.

Tabla 1
Cambios de la Ley 1762 de 2015 referente al aumento de penas y redefinición de tipos penales

Tipo penal	Cuantía	Penas anteriores	Penas Ley 1762 de 2015
Contra-bando de mercancías.	.+50 smlm	Prisión de 3 a 5 años No existe multa.	Prisión de 4 a 8 años. Multa del 200 % al 300 % del valor aduanero de los bienes.
Contra-bando de mercancías.	.+ de 200 smlm	Prisión de 5 a 8 años. Multa 1.500 a 50.000 smmlv.	Prisión de 9 a 12 años. Multa del 200 % al 300 % del valor aduanero de los bienes.
Favorecimiento y facilitación del contra-bando de mercancías.	.+50 smlm	Prisión de 1 a 5 años. Multa 200 a 50.000 smmlv.	Prisión de 3 a 6 años. Multa del 200 % al 300 % del valor aduanero de los bienes.
Favorecimiento y facilitación del contra-bando de mercancías.	.+ de 200 smlm	No existe pena. No existe multa.	Prisión de 6 a 10 años. Multa del 200 % al 300 % del valor aduanero de los bienes.
Favorecimiento por servidor público del contra-bando de mercancías.	Menos de 50 smmlv	Multa de 300 a 1.500 smmlv. Inhabilitación del ejercicio de funciones públicas de 3 a 5 años. No existe multa.	Prisión de 4 a 8 años. Inhabilitación del ejercicio de funciones públicas por el mismo tiempo. Multa de 1.000 a 50.000 smmlv.
Favorecimiento por servidor público del contra-bando de mercancías.	Más de 50 smmlv	Prisión de 5 a 8 años. Inhabilitación del ejercicio de funciones públicas por el mismo tiempo. Multa de 1.500 a 50.000 smmlv.	Prisión de 9 a 13 años. Inhabilitación del ejercicio de funciones públicas por el mismo tiempo. Multa de 1.000 a 50.000 smmlv.

Tipo penal	Cuantía	Penas anteriores	Penas Ley 1762 de 2015
Favorecimiento por servidor público del contrabando de mercancías.	Más de 200 smlmv	No existe prisión. No existe inhabilitación. No existe multa.	Prisión de 11 a 15 años. Inhabilitación del ejercicio de funciones públicas por el mismo tiempo. Multa de 1.000 a 50.000 smmlv.
Contrabando de hidrocarburos.	De 20 a 50 galones	Prisión de 3 a 5 años. Multa 150 a 750 smmlv.	Prisión de 3 a 5 años. Multa 150 a 750 smmlv.
Contrabando de hidrocarburos.	+ de 50 galones	No existe prisión. No existe multa.	Prisión de 4 a 8 años. Multa de 300 a 1.500 smmlv.
Contrabando de hidrocarburos.	+ de 80 galones	Prisión de 5 a 8 años. No existe multa.	Prisión de 10 a 14 años. Multa 1.500 a 50.000 smmlv.
Contrabando de hidrocarburos.	+ 1.000 galones	No existe prisión. No existe multa.	Prisión de 12 a 16 años. Multa 1.500 a 50.000 smmlv.
Favorecimiento de contrabando de hidrocarburos o sus derivados.	De 20 a 50 galones	Prisión de 3 a 6 años. Multa 300 a 1.500 smmlv.	Prisión de 3 a 5 años. Multa 150 a 750 smmlv.
Favorecimiento de contrabando de hidrocarburos o sus derivados.	+ de 50 galones	No existe prisión. No existe multa.	Prisión de 4 a 8 años. Multa de 300 a 1.500 smmlv.
Favorecimiento de contrabando de hidrocarburos o sus derivados.	+ de 80 galones	No existe prisión. No existe multa.	Prisión de 10 a 14 años. Multa de 300 a 1.500 smlmv.

Tipo penal	Cuantía	Penas anteriores	Penas Ley 1762 de 2015
Favorecimiento de contrabando de hidrocarburos o sus derivados.	+ 1.000 galones	No existe prisión. No existe multa.	Prisión de 12 a 16 años. Multa de 300 a 1.500 smmlv.
Favorecimiento por servidor público del contrabando de hidrocarburos o sus derivados.	Menos de 50 galones	No existe prisión Inhabilitación del ejercicio de funciones públicas de 3 a 5 años. Multa de 50 smmlv.	Prisión de 5 a 9 años. Inhabilitación del ejercicio de funciones públicas. Multa de 1.000 a 50.000 smmlv.
Favorecimiento por servidor público del contrabando de hidrocarburos o sus derivados.	Más de 50 galones	Prisión de 5 a 8 años. Inhabilitación del ejercicio de funciones públicas por el mismo tiempo. Multa de 50 a 150 smmlv.	Prisión de 10 a 14 años. Inhabilitación del ejercicio de funciones públicas por el mismo tiempo. Multa de 1.000 a 50.000 smmlv.
Favorecimiento por servidor público del contrabando de hidrocarburos o sus derivados.	Más de 500 galones	No existe prisión. No existe inhabilitación. No existe.	Prisión de 12 a 16 años. Inhabilitación del ejercicio de funciones públicas. Multa de 1.000 a 50.000 smmlv.
Fraude aduanero (antes defraudación de las rentas de aduanas).	+20 smmlv	Prisión de 5 a 8 años. Multa equivalente a 20 veces lo dejado de declarar por concepto de tributos aduaneros.	Prisión de 8 a 12 años. Multa 1.000 a 50.000 smmlv.

Fuente: DIAN (2015, pp.8-12).

Las entidades encargadas de ejercer el control del contrabando en Colombia son: la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) como ente principal, la cual trabaja con el apoyo de la policía fiscal y aduanera (POLFA), el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), Unidad de Información y Análisis Financiero (UIAF), el Instituto Colombiano Agrario (ICA) y la Armada Nacional.

Igualmente, se definió la creación de una comisión interinstitucional, rectora de la política anticontrabando, conformada por: Director General de la DIAN, Director General de la POLFA, Fiscal General de la Nación, Ministro de Comercio, Industria y Turismo, Ministro de Relaciones Exteriores, Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural, Superintendente de Puertos y Transporte, Superintendente de Industria y Comercio, Director General de la UIAF, Director General del INVIMA, Director General de la DIMAR, Director de la Aeronáutica Civil, Gerente General del ICA, los Gobernantes de los Departamentos Fronterizos, cuando afecten temas de competencia regional.

Algunas cifras para el caso colombiano

Varios autores consideran que debido a la naturaleza ilícita del contrabando, es difícil evaluar la evolución de este fenómeno, siendo el principal limitante la escasez de datos.

Hoy es incuestionable la necesidad de estudiar y analizar las causas y efectos que sobre la sociedad tiene la economía criminal. Sin embargo, su magnitud, nivel de incidencia, volumen o valor monetario real no ha sido medido o cuantificado de manera suficiente. Recién en los últimos años, y por razones del impacto económico, financiero, político, social y cultural que tienen las actividades ilícitas en los países, es que se realizan esfuerzos para cuantificar el valor de dichas actividades. (Red Centroamericana de Centros de Pensamiento e Incidencia, 2015, p.17)

Y más adelante indica:

La valoración monetaria de las actividades ilícitas es un proceso complejo que parte del hecho de que a nivel internacional no hay una metodología específica, aceptada y que goce de algún nivel de consenso para la medición de este fenómeno. Las discrepancias existentes sobre metodologías o métodos de cálculo para cuantificar la economía criminal en general, y el comercio

ilícito en particular, dificulta el estudio sistemático de la materia, pero aun así con los instrumentos disponibles, es posible realizar investigaciones. (La RED, 2015, p.17)

Por ello la estimación o cuantificación del contrabando de productos en Colombia y en general en el mundo, es un proceso complejo que no ha sido definido a través de una metodología estándar que sea aplicada en forma unificada por los países. A pesar de lo anterior, existe una metodología denominada “estadística espejo” que permite una aproximación del fenómeno. A través de dicha metodología se comparan las cifras de las importaciones colombianas registradas ante la DIAN, con las cifras de las exportaciones reportadas hacia Colombia.

El informe de la DIAN sobre la estimación de la distorsión en el valor de las importaciones colombianas (Granada López y Sierra Reyes, 2016) señala que presentan una distorsión de US\$ 6.171 millones, cifra que está conformada por US\$ 538 millones que corresponden a la modalidad de contrabando abierto y US\$ 5.633 millones por contrabando técnico, específicamente en la modalidad de subfacturación de las importaciones.

Las consecuencias del contrabando en el ámbito económico y social se pueden traducir en fenómenos como el desempleo, la competencia desleal para las empresas que operan en la legalidad y la disminución en los ingresos tributarios. En Colombia, la DIAN estimó que el contrabando representó el 10 por ciento de las importaciones legales, con productos como: confecciones, gasolina, licores, arroz, calzado y cigarrillos; alcanzando 11,2 billones de dólares en 2013 y 12 billones en 2014; esto implica el 1,6 % del PIB (SDE, 2015). Sin embargo, el problema radica en el ingreso y comercialización de estos productos, puesto que los productores nacionales tienen que competir con productos de menores precios que no pagan impuestos (SDE, 2015). Esta es una competencia desleal que puede aniquilar parcial o totalmente sectores de la economía, donde también se ven afectados los trabajadores, puesto que los puestos formales disminuyen y se crea una economía alterna que gira en torno al contrabando y la piratería. En el caso de Bogotá, se estimó que ingresaron en 2014 entre 5 o 6 billones de pesos, representando el 10 % de las importaciones legales registradas.

Para el gobierno nacional, departamental y municipal, este tipo de actividades impide la recolección de los impuestos que financian la salud y la educación, el de gasolina afecta el recaudo de la sobretasa a la gasolina que se destina a recuperar la malla vial de los municipios.

Así mismo, debe mencionarse que el flagelo del contrabando ha mutado en los fines y en los actores involucrados, ya que se han adicionado protagonistas como agentes del narcotráfico, grupos de delincuencia organizados, grupos armados organizados, contrabandistas nacionales y empresas nacionales y extranjeras. Precisamente, diferentes analistas identificaron una relación entre las economías ilegales y el fortalecimiento de grupos armados ilegales (Betancour Echeverry, 1991; Thoumi, 1992, 1994; Santander, 2009, entre otros).

Según la ANDI (2017), el contrabando en Colombia representó en 2016 el 0,9 % del PIB de Colombia y 2 % del PIB de Latinoamérica. Este hueco fiscal representa para la economía de Colombia dejar de percibir beneficios tales como:

- 6.000 millones de dólares, lo que equivale a un 10 % del total de las importaciones legales.

- 148.000 empleos en la industria manufacturera
- Obtener un valor agregado en la industria del 14.1 % adicional
- Aumentar la producción industrial en el 4,6 % (en 2016).

Tres de los sectores más afectados son textiles, cigarrillos y licores (Andi, 2017).

- En el 2015 entre el 21 y el 25 % del licor era ilegal (de estos el 30 % es contrabando y el 70 % licor adulterado). Las pérdidas se estimaron en aproximadamente 406 millones de dólares para los departamentos en Colombia.
- Colombia es el tercer país con la mayor cantidad de marcas de contrabando, lo que corresponde a 108.000 millones de pesos.
- El contrabando de textiles es equivalente al 13 % del PIB.

METODOLOGÍA

El propósito de este apartado es aplicar una técnica de estadística espacial multivariante: análisis de componentes principales, que corresponde a un método de interdependencia que amplía el número

de variables consideradas, y pretende identificar las combinaciones lineales que explican en mayor medida el comportamiento en los municipios considerados.

Los datos

En este trabajo se emplean como fuentes primarias los reportes de la Dirección de Gestión de Fiscalización de la Subdirección de Gestión de Fiscalización Aduanera de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) de Colombia. Los reportes contienen la información mensual y semanal sobre el número y valor de las aprehensiones, los sectores y productos económicos afectados, la causal y los canales de aprehensión. Igualmente, se recurrió a cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (población, necesidades básicas insatisfechas, Índice de Pobreza Multidimensional, valor agregado, peso relativo municipal en el valor agregado departamental) y Contaduría General de la Nación (ICLD, gastos funcionamiento, categoría municipal). En la Tabla 2 se presentan los datos, fuentes y unidades empleadas para las secciones siguientes. El software utilizado con el fin de calcular el modelo corresponde a *Philcarto*.

Tabla 2
Fuentes y unidades de datos empleados

Datos	Abreviatura	Unidades	Fuente
Cantidad de aprehensiones 2015.	Cant Apreh 2015	Número de aprehensiones.	Dirección de Gestión de Fiscalización de la Subdirección de Gestión de Fiscalización Aduanera de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales.
Valor Avalúo de las aprehensiones 2015.	Valor Avalúo Apreh \$ 2015	Pesos.	Dirección de Gestión de Fiscalización de la Subdirección de Gestión de Fiscalización Aduanera de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales.
Cantidad de aprehensiones 2016.	Cant Apreh 2016	Número de aprehensiones.	Dirección de Gestión de Fiscalización de la Subdirección de Gestión de Fiscalización Aduanera de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales.
Valor Avalúo de las aprehensiones 2016.	Valor Avalúo Apreh \$ 2016	Pesos.	Dirección de Gestión de Fiscalización de la Subdirección de Gestión de Fiscalización Aduanera de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales.
Variación de la cantidad de aprehensiones 2015-2016.	Var Cant Apreh 2015-2016	Porcentaje.	Cálculos de los autores.
Variación del valor de las aprehensiones 2015-2016.	Var Valor Apreh 2015-2016	Porcentaje.	Cálculos de los autores.
Participación en el número de aprehensiones 2015.	Part Cant. Apreh. 2015	Porcentaje.	Cálculos de los autores.

Datos	Abreviatura	Unidades	Fuente
Participación en el valor de las aprehensiones 2015.	Par Valor Apreh. 2015	Porcentaje.	Cálculos de los autores.
Participación en el número de aprehensiones 2016.	Part Cant. Apreh. 2016	Porcentaje.	Cálculos de los autores.
Participación en el valor de las aprehensiones 2016.	Par Valor Apreh. 2016	Porcentaje.	Cálculos de los autores.
Población de Colombia proyectada a 2015.	Población 2015	Número de personas.	DANE
Población de Colombia proyectada a 2016.	Población 2016	Número de personas.	DANE
Valor Agregado del Municipio.	VAMMP	Miles de millones de pesos.	DANE
Peso relativo municipal en el Valor Agregado departamental.	PRMPD	Porcentaje.	DANE
Necesidades Básicas Insatisfechas 2005 (Cabecera).	NBI Cabecera	Porcentaje.	DANE
Necesidades Básicas Insatisfechas 2005 (resto).	NBI Resto	Porcentaje.	DANE
Necesidades Básicas Insatisfechas 2005.	Total NBI	Porcentaje.	DANE
Índice de Pobreza Multidimensional zona urbana.	IPM urbana	Porcentaje.	DNP

Datos	Abreviatura	Unidades	Fuente
Índice de Pobreza Multidimensional zona rural.	IPM rural	Porcentaje.	DNP
Índice de Pobreza Multidimensional.	IPM total	Porcentaje.	DNP
Ingresos corrientes de libre destinación.	ICLD Contraloría	Miles de Pesos.	Contaduría General de la Nación.
Gastos Funcionamiento.	GF	Miles de Pesos.	Contaduría General de la Nación.
Participación de los Gastos Funcionamiento / Ingresos corrientes de libre destinación.	Part Gastos Funcionamiento / ICLD	Porcentaje.	Contaduría General de la Nación.
Categoría municipal.	Categoría	Número entre 1 y 6.	Contaduría General de la Nación.

Fuente: Elaboración propia con base en Dirección de Gestión de Fiscalización de la Subdirección de Gestión de Fiscalización Aduanera de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (2016), DANE (2017a, 2017b), Contaduría General de la Nación (2018)

El modelo: análisis de componentes principales

Para este análisis se consideraron todas las variables de la Tabla 2. El propósito era obtener nuevos componentes principales que corresponden a una combinación lineal e independiente de las variables originales. En este caso, existe una muestra de 41 individuos (municipios); para cada uno de ellos se han considerado 10 variables que se transformaron en todos los casos aplicado el logaritmo natural (Voí Cant Apreh

2015 LN; Vo2 Valor Avalúo Apreh \$ 2015 LN; Vo3 Cant Apreh 2016 LN; Vo4 Valor Avalúo Apreh \$ 2016 LN; Vo5 Part Cant. Apreh. 2015 LN; Vo6 Par Valor Apreh. 2015 LN; Vo7 Part Cant. Apreh. 2016 LN; Vo8 Par Valor Apreh. 2016 LN y Vo9 Población 2015 LN).

Para este modelo se considera una serie de variables (x_1, x_2, \dots, x_p) para un grupo de individuos n , (en este caso unidades espaciales – municipios) y se calcula, a partir de ellas, un nuevo conjunto de variables (y_1, y_2, \dots, y_p) , no correlacionadas entre sí y cuyas varianzas decrecen progresivamente.

Cada y_j es una combinación lineal de las x_j variables originales, siendo $j = 1, \dots, p$. En otros términos

$$y_j = a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 + \dots + a_{jp}x_p = \mathbf{a}'_j \mathbf{x}$$

Y \mathbf{a}'_j es un vector de constantes $(a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{jp})$ y \mathbf{x} es el vector de variables.

Por lo anterior, el primer componente se calcula eligiendo \mathbf{a}_1 de manera que y_1 posea la mayor varianza, considerando la restricción de que $\mathbf{a}'_1 \mathbf{a}_1 = 1$. El segundo componente principal se obtiene calculando \mathbf{a}_2 , logrando que y_2 no esté correlacionada con y_1 . El procedimiento continúa obteniendo el resto de variables y_p , de manera que vaya reduciéndose la varianza.

RESULTADOS

En este caso el primer componente principal explica el 83,43 % de la varianza y el segundo el 13,66 %. Ambos acumulados explican el 97,09 % (Figuras 1 y 2).

El componente principal 1 corresponde a:

$$y_1 = 114 * V_{01} + 114 * V_{02} + 115 * V_{03} + 112 * V_{04} + 114 * V_{05} + 114 * V_{06} + 115 * V_{07} + 113 * V_{08} + 45 * V_{09} + 46 * V_{10}$$

Es decir:

$$y_1 = \ln(V_{01}^{114} + V_{02}^{114} + V_{03}^{115} + V_{04}^{112} + V_{05}^{114} + V_{06}^{114} + V_{07}^{115} + V_{08}^{113} + V_{09}^{45} + V_{10}^{46})$$

Y el componente principal 2 corresponde a:

$$y_2 = 12 * V_{01} + 10 * V_{02} + 10 * V_{03} + 13 * V_{04} + 12 * V_{05} + 10 * V_{06} + 10 * V_{07} + 13 * V_{08} + 455 * V_{09} + 454 * V_{10}$$

En otras palabras:

$$Y_2 = \ln(V_{01}^{12} + V_{02}^{10} + V_{03}^{10} + V_{04}^{13} + V_{05}^{12} + V_{06}^{10} + V_{07}^{10} + V_{08}^{13} + V_{09}^{455} + V_{10}^{454})$$

Análisis de Componentes Principales elaborado con Philcarto:

I. Variables del análisis

Vo1 Cant Apreh 2015 LN

Vo2 Valor Avalúo Apreh \$ 2015 LN

Vo3 Cant Apreh 2016 LN

Vo4 Valor Avalúo Apreh \$ 2016 LN

Vo5 Part Cant Apreh 2015 LN

Vo6 Par Valor Apreh 2015 LN

Vo7 Part Cant Apreh 2016 LN

Vo8 Par Valor Apreh 2016 LN

Vo9 Población 2015 LN

Vo10 Población 2016 LN

2. Matriz de inercia (* 1000)

[Coeficientes de correlación lineal de Pearson]

	V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08	V09	V10
V01 LN Cant Apreh 2015	1000	951	989	925	1000	951	989	925	497	499
V02 Valor Avalúo Apreh \$ 2015 LN	951	1000	946	963	951	1000	946	963	506	508
V03 Cant Apreh 2016 LN	989	946	1000	936	989	946	1000	936	509	510
V04 Valor Avalúo Apreh \$ 2016 LN	925	963	936	1000	925	963	936	1000	490	491
V05 Part Cant Apreh 2015 LN	1000	951	989	925	1000	951	989	925	497	499
V06 Par Valor Apreh 2015 LN	951	1000	946	963	951	1000	946	963	506	508
V07 Part Cant. Apreh. 2016 LN	989	946	1000	936	989	946	1000	936	509	510
V08 Par Valor Apreh 2016 LN	925	963	936	1000	925	963	936	1000	490	491
V09 Po- blación 2015 LN	497	506	509	490	497	506	509	490	1000	1000
V10 Po- blación 2016 LN	499	508	510	491	499	508	510	491	1000	1000

3. Diagonalización

Inercia total = 10,00

Componente Valor Porcentaje Acumulativo Diagrama de barras

Principal Propio

18,34 83,43 83,43 I*****

21,37 13,66 97,09 I*****

30,20 1,99 99,08 I*

40,07 0,74 99,82 I

50,02 0,18 100,00 I

60,00 0,00 100,00 I

70,00 0,00 100,00 I

80,00 0,00 100,00 I

90,00 0,00 100,00 I

100,00 0,00 100,00 I

4. Correlaciones variables * componentes principales (*1000)

	CP1	CP2
Vo1 LN Cant Apreh 2015	-976	-130
Vo2 Valor Avalúo Apreh \$ 2015 LN	-976	-119
Vo3 Cant Apreh 2016 LN	-979	-117
Vo4 Valor Avalúo Apreh \$ 2016 LN	-965	-132

Vo5 Part Cant Apreh 2015 LN	-976	-130
Vo6 Par Valor Apreh 2015 LN	-976	-119
Vo7 Part Cant Apreh 2016 LN	-979	-117
Vo8 Par Valor Apreh 2016 LN	-965	-132
Vo9 Población 2015 LN	-615	788
Vo10 Población 2016 LN	-616	787

5. Comunidades CO₂ (* 1000)

	CP1	CP2
Vo1 LN Cant Apreh 2015	952	17
Vo2 Valor Avalúo Apreh \$ 2015 LN	952	14
Vo3 Cant Apreh 2016 LN	958	14
Vo4 Valor Avalúo Apreh \$ 2016 LN	931	17
Vo5 Part Cant Apreh 2015 LN	952	17
Vo6 Par Valor Apreh 2015 LN	952	14
Vo7 Part Cant Apreh 2016 LN	958	14
Vo8 Par Valor Apreh 2016 LN	931	17
Vo9 Población 2015 LN	378	622
Vo10 Población 2016 LN	380	620

6. Contribuciones relativas de las variables CTR (* 1000)

	CP1	CP2
Vo1 LN Cant Apreh 2015	114	12

Vo2 Valor Avalúo Apreh \$ 2015 LN	114	10
Vo3 Cant Apreh 2016 LN	115	10
Vo4 Valor Avalúo Apreh \$ 2016 LN	112	13
Vo5 Part Cant Apreh 2015 LN	114	12
Vo6 Par Valor Apreh 2015 LN	114	10
Vo7 Part Cant Apreh 2016 LN	115	10
Vo8 Par Valor Apreh 2016 LN	112	13
Vo9 Población 2015 LN	45	455
Vo10 Población 2016 LN	46	454

7. Coordinadas de las unidades espaciales sobre las componentes principales (*1000)

Iden Nombre	CP1	CP2
11001 BOGOTÁ	-4973	2563
13001 CARTAGENA	-2975	736
15001 TUNJA	733	969
15759 SOGAMOSO	2858	-26
17001 MANIZALES	-682	343
18001 FLORENCIA	3814	788
19001 POPAYÁN	1543	624
20001 VALLEDUPAR	-2379	-1415
23001 MONTERÍA	-457	554
25307 GIRARDOT	4084	274
27001 QUIBDÓ	3088	71

41001 NEIVA	1613	902
44001 RIOHACHA	-2325	-655
44430 MAICAO	-1774	-1088
47001 SANTA MARTA	-3332	-241
50001 VILLAVICENCIO	2490	-1673
5001 MEDELLÍN	-4612	1293
52001 PASTO	1863	1287
52356 IPIALES	-2944	-1605
52835 TUMACO	1161	54
54001 CÚCUTA	-3788	-34
54518 PAMPLONA	-1269	-2136
5659 URABÁ	-37	807
66001 PEREIRA	-2975	-164
68001 BUCARAMANGA	-3286	-131
68081 BARRANCABERMEJA	3676	866
70001 SINCELEJO	-161	91
73001 IBAGUÉ	1112	1321
73055 ARMENIA	-2506	-562
76001 CALI	-4621	1245
76109 BUENAVENTURA	-2154	-96
76520 PALMIRA	4598	1713
76834 TULUÁ	4819	1352
8001 BARRANQUILLA	-3591	772

81001 ARAUCA	-666	-1426
85001 YOPAL	1055	91
86568 PUERTO ASÍS	701	-1457
88001 SAN ANDRÉS	4886	64
91001 LETICIA	3436	-1037
94001 INÍRIDA	2863	-2104
99001 PUERTO CARREÑO	1111	-2931

8. Contribuciones relativas de las unidades espaciales CTR (*1000)

Iden Nombre	CP1	CP2
11001 BOGOTÁ	72	117
13001 CARTAGENA	26	10
15001 TUNJA	2	17
15759 SOGAMOSO	24	0
17001 MANIZALES	1	2
18001 FLORENCIA	43	11
19001 POPAYÁN	7	7
20001 VALLEDUPAR	17	36
23001 MONTERÍA	1	5
25307 GIRARDOT	49	1
27001 QUIBDÓ	28	0
41001 NEIVA	8	15
44001 RIOHACHA	16	8

44430 MAICAO	9	21
47001 SANTA MARTA	32	1
50001 VILLAVICENCIO	18	50
5001 MEDELLÍN	62	30
52001 PASTO	10	30
52356 IPIALES	25	46
52835 TUMACO	4	0
54001 CÚCUTA	42	0
54518 PAMPLONA	5	81
5659 URABÁ	0	12
66001 PEREIRA	26	0
68001 BUCARAMANGA	32	0
68081 BARRANCABERMEJA	40	13
70001 SINCELEJO	0	0
73001 IBAGUÉ	4	31
73055 ARMENIA	18	6
76001 CALI	62	28
76109 BUENAVENTURA	14	0
76520 PALMIRA	62	52
76834 TULUÁ	68	33
8001 BARRANQUILLA	38	11
81001 ARAUCA	1	36
85001 YOPAL	3	0
86568 PUERTO ASÍS	1	38

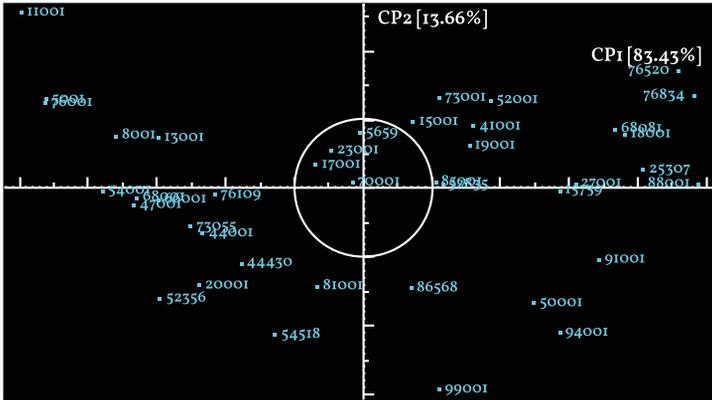
88001 SAN ANDRÉS	70	0
91001 LETICIA	35	19
94001 INÍRIDA	24	79
99001 PUERTO CARREÑO	4	153

9. Calidad de representación de las unidades espaciales CO₂ (* 1000)

Iden Nombre	CP1	CP2
11001 BOGOTÁ	782	208
13001 CARTAGENA	927	57
15001 TUNJA	345	602
15759 SOGAMOSO	990	0
17001 MANIZALES	506	128
18001 FLORENCIA	948	40
19001 POPAYÁN	681	111
20001 VALLEDUPAR	735	260
23001 MONTERÍA	329	483
25307 GIRARDOT	984	4
27001 QUIBDÓ	962	1
41001 NEIVA	676	211
44001 RIOHACHA	904	72
44430 MAICAO	723	272
47001 SANTA MARTA	991	5
50001 VILLAVICENCIO	676	305
5001 MEDELLÍN	927	73

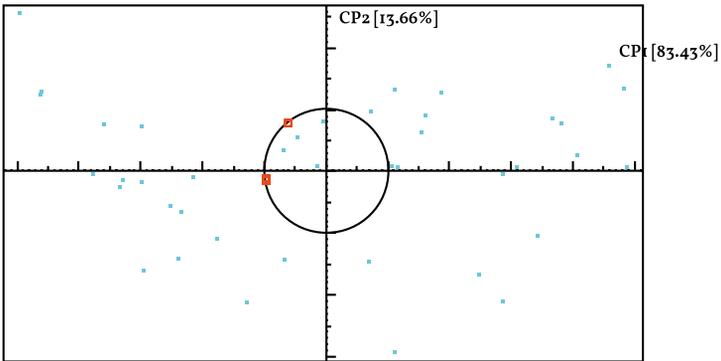
52001 PASTO	675	322
52356 IPIALES	769	229
52835 TUMACO	640	1
54001 CÚCUTA	978	0
54518 PAMPLONA	254	720
5659 URABÁ	2	934
66001 PEREIRA	952	3
68001 BUCARAMANGA	993	2
68081 BARRANCABERMEJA	918	51
70001 SINCELEJO	48	15
73001 IBAGUÉ	396	559
73055 ARMENIA	911	46
76001 CALI	931	68
76109 BUENAVENTURA	627	1
76520 PALMIRA	866	120
76834 TULUÁ	907	71
8001 BARRANQUILLA	953	44
81001 ARAUCA	168	769
85001 YOPAL	919	7
86568 PUERTO ASÍS	187	808
88001 SAN ANDRÉS	972	0
91001 LETICIA	898	82
94001 INÍRIDA	644	348
99001 PUERTO CARREÑO	123	856

Figura 1
Componentes principales



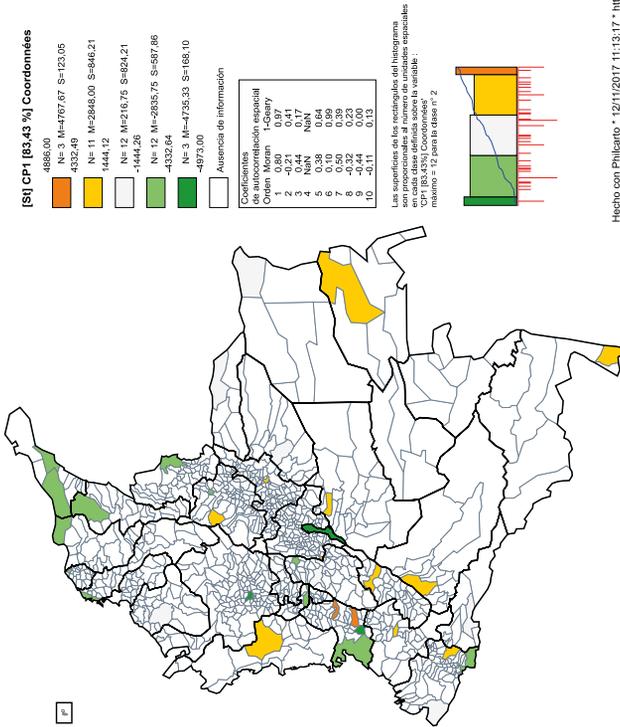
Fuente: Elaboración propia usando Philcarto, empleando variables de la Figura 8.

Figura 2
Aporte de las unidades espaciales (municipios)
a los componentes principales.



Fuente: Elaboración propia usando Philcarto, empleando variables de la Figura 8

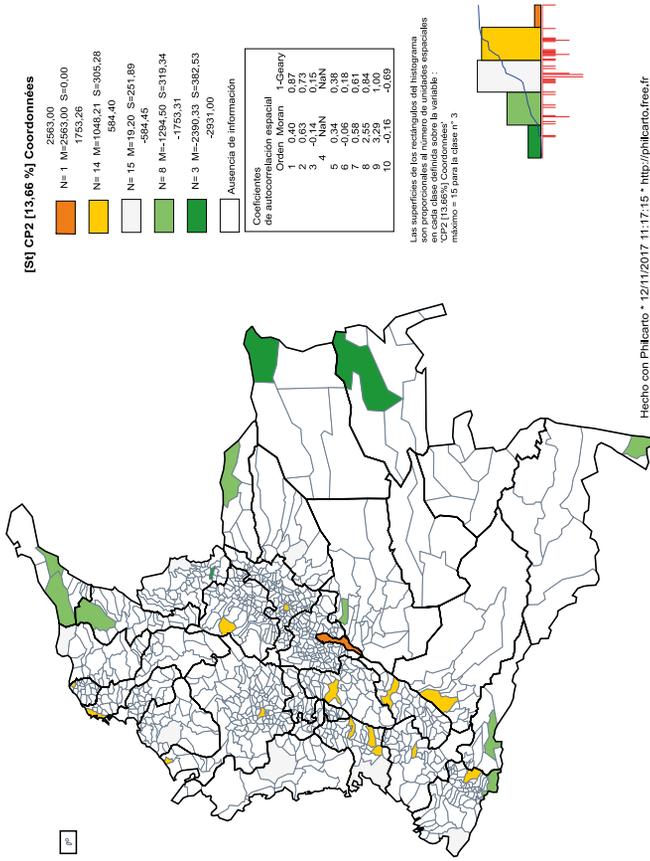
Figura 3
Contribuciones relativas de las unidades espaciales al componente principal 1



Hecho con Philcarto * 12/11/2017 11:13:17 * <http://philcarto.free.fr>

Fuente: Elaboración propia usando Philcarto

Figura 4
Contribuciones relativas de las unidades espaciales al componente principal 2



Fuente: Elaboración propia usando Philcarto.

Como se aprecia, casi todo el componente 1 está asociado al crecimiento de la cantidad y valor de las aprehensiones. Y el segundo al crecimiento de la población. Así mismo, en las Figuras 3 y 4 se presenta el aporte de cada unidad espacial a los componentes 1 y 2. En ambos casos la autocorrelación espacial en primer grado es significativa y positiva, al ser el índice de Morán superior a 0,3 (Lis-Gutiérrez, et al. 2018b).

CONCLUSIONES

En este capítulo se hizo uso de una técnica de análisis multivariante para explicar el comportamiento del fenómeno del contrabando en Colombia entre 2015 y 2016. Se identificaron como las variables más importantes el valor y las cantidades de aprehensiones en 2015 y 2016, la participación de cada municipio en dichas variables y el tamaño de la población.

Dado que para ambos componentes principales, la autocorrelación espacial en primer grado es significativa y positiva, al ser el índice de Morán superior a 0,3, se trata de un fenómeno que también es explicado por una condición geográfica de proximidad. Esta técnica de análisis de datos inicial, puede ser complementada con otras más complejas, tales como los mínimos cua-

drados geográficos (Prada González, Lis-Gutiérrez y Aponte López, 2018) o la regresión ponderada geográficamente (Lis-Gutiérrez, Lis-Gutiérrez, Henao y Balaguera, 2018).

Se reitera que la educación es una de las formas de lucha contra el contrabando más efectiva; requiere un cambio cultural que implique la formación en consumo responsable, por ello sería importante, como un camino de investigación futura, diseñar algunos experimentos en los cuales se mida la propensión de los consumidores a la compra de artículos de contrabando y si las campañas o educación en consumo responsable pueden llegar a tener un efecto positivo.

REFERENCIAS

- Abid, M. & Abbasi, M. (2014). Antecedents and outcomes of consumer buying attitude; the case of Pakistani counterfeit market. *Indian Journal Science Research*, 8(1), 165-176. Recuperado de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.434.7581&rep=rep1&type=pdf>
- Asociación Nacional de Industriales (ANDI). (2017). El contrabando significa competencia desleal para la industria nacional. Bogotá, Colombia: ANDI. Re-

cuperado de: http://www.andi.com.co/Cero_Ilegalidad/Paginas/contrabando.html

Betancourt Echeverry, D. (1991). *Los Cinco Focos de la Mafía Colombiana (1968-1988). Elementos para una historia*. Recuperado de: http://www.pedagogica.edu.co/storage/folios/articulos/folo2_04arti.pdf

Congreso de la República de Colombia (2015, julio 06). *Ley 1762 de 2015, por medio de la cual se adoptan instrumentos para prevenir, controlar y sancionar el contrabando, el lavado de activos y la evasión fiscal*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial 49565 Imprenta Nacional. Recuperado de: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=62272>

Contaduría General de la Nación. (2018). *Categorización de Departamentos, Distritos y Municipios. CTOI - Categorización de Municipios* [Base de datos]. Bogotá, Colombia: Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Recuperado de: http://www.contaduria.gov.co/wps/portal/internetes!/ut/p/b1/04_Sj9CPykssyoxPLM-nMzovMAfGjzOINzPyDTEPdQoM9zX2M-DTyDAoJdAkPNjY3CTIAKIkEKcA-BHA7z6g-D6cShwMyLSfuwKnL3NKdIPciAB_X4e-bmp-gW5oaGhEeWKAACWLNs!/dl4/d5/L2dJQSEvUUt3QS80SmtFL1o2XzMwNDAwOE-JSNkw1TDgwSVJHRks2M1ZIOEEz/

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2017a). *Proyecciones de población* [Base de datos]. Bogotá, Colombia: DANE.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2017b). *Indicador de Importancia Económica Municipal 2015* [Base de datos]. Bogotá, Colombia: DANE.

Dirección de Gestión de Fiscalización de la Subdirección de Gestión de Fiscalización Aduanera. (2016). *Reporte Mensual y anual*. Bogotá, Colombia: Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN).

Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) y Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2015). *Plan anti contrabando 2015-2018 - El contrabando: Una visión integral, sus tipologías y las estrategias de la entidad*. Bogotá, Colombia: DIAN, Minhacienda.

Granada López, A. y Sierra Reyes, P. H. (2016). *Informe de la estimación de la distorsión en el valor de las importaciones colombianas, año 2015*. Bogotá, Colombia: DIAN.

Hernández Quintero, H. y Barrero, J. (2015). Evolución histórica de la legislación del delito de contrabando en Colombia. *Derecho Penal y Criminología*, 36(101), 13-49. doi: <http://dx.doi.org/10.18601/01210483.v36n101.02>

International Chamber of Commerce (ICC). (2017a). *Counterfeiting & Piracy (BASCAP)*. París, Francia: ICC. Recuperado de: <https://iccwbo.org/global-issues-trends/innovation-ip/counterfeiting-piracy/>

International Chamber of Commerce (ICC). (2017b). *The Economic Impacts of Counterfeiting and Piracy. Report prepared for BASCAP and INTA*. París, Francia: ICC. Recuperado de: <https://iccwbo.org/publication/economic-impacts-counterfeiting-piracy-report-prepared-bascap-inta/>

International Chamber of Commerce (ICC). (2017c). *ICC Discussion Paper on Labelling and Packaging Measures Impacting on Brand Assets*. París, Francia: ICC. Recuperado de: <https://cdn.iccwbo.org/content/uploads/sites/3/2017/03/ICC-Discussion-paper-on-labelling-and-packaging-measures-impacting-on-brand-assets.pdf>

Lis-Gutiérrez, J. P., Lis-Gutiérrez, M., Gaitán-Angulo, M., Balaguera, M. I., Viloría, A., & Santander-Abril, J. E. (june of 2018). Use of the Industrial Property System for New Creations in Colombia: A Departmental Analysis (2000–2016). *International Conference on Data Mining and Big Data*. Springer, Cham.

- Lis-Gutiérrez, J. P., Lis-Gutiérrez, M., Henao, C., y Balaguera, M. I. (2018). Regresión ponderada geográficamente: una aplicación para el caso del contrabando en Colombia (2016). En Henao, C. y Lis-Gutiérrez, J-P. (comp.). *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas*. Bogotá, Colombia: Universidad Minuto de Dios (Uniminuto).
- Lis-Gutiérrez, J.P., Reyna-Niño, H. E., Gaitán-Angulo, M., Viloría, A., & Abril, J. E. S. (2018). Hierarchical Ascending Classification: An Application to Contraband Apprehensions in Colombia (2015-2016). (pp.168-178). *International Conference on Data Mining and Big Data*. Springer, Cham.
- Lis-Gutiérrez, J. P., Reyna-Niño, H. E., Sicard-Abad, L., Viloría, A., Badillo, W. & Valero Barrera, L. (2017). Results of the Fight Against Smuggling in Colombia (2015-2016). *Journal of Engineering and Applied Sciences*, (12), 9473-9476.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (1999, diciembre 30). *Decreto 2685 de 1999, por el cual se modifica la Legislación Aduanera*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 43.834 Imprenta Nacional. Recuperado de: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_2685_1999.html

Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2017). *Memorias 2016-2017. Colombia Repunta*. Bogotá, Colombia: Minhacienda. Recuperado de: http://www.minhacienda.gov.co/HomeMinhacienda/ShowProperty;jsessionid=VS-KD3zOmTL6ARq3-WMpvdZn-yissfcCX7D-GJAJ05SJyHYqOLn2J9!-1860676741?nodeId=%2FOCS%2FP_MHCP_WCC-087748%2F%2FidcPrimaryFile&revision=latestreleased

Prada González, E. E., Lis-Gutiérrez, J. P., y Aponte López, A. C. (2018). Mínimos cuadrados ordinarios geográficos aplicados a los registros de marcas en Colombia (2017). En Henao, C. y Lis-Gutiérrez, J. P. (comp.). *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas*. Bogotá, Colombia: Universidad Minuto de Dios (Uniminuto).

Presidencia de la República. (2015, mayo 15). *Decreto 993 de 2015, por el cual se modifica y adiciona el Decreto 2685 de 1999*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial 49512 Imprenta Nacional. Recuperado de: <http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/decretos/2015/Decretos2015/DECRETO%20993%20DEL%2015%20DE%20MAYO%20DE%202015.pdf>

Presidencia de la República. (2016, marzo 7). *Decreto 390 de 2016. Por el cual se establece la regulación aduanera*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial 49.808 Im-

- prenta Nacional. Recuperado de: http://www.mincit.gov.co/loader.php?lServicio=Documentos&lFuncion=verPdf&id=79517&name=DECRETO_390_DE_2016.pdf&prefijo=file
- Red Centroamericana de Centros de Pensamiento e Incidencia (la RED) (2015). *Contrabando y Defraudación Aduanera en Centroamérica. La Antigua: Fundación Konrad Adenauer Stiftung*. Recuperado de: http://www.kas.de/wf/doc/kas_41378-1522-4-30.pdf?150520193701
- Santander, J. (2009). *Análisis de los determinantes del surgimiento y consolidación de una economía ilegal*. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.
- Secretaría de Desarrollo Económico (SDE). (2015). *Nota Editorial: ¿Cómo afecta el contrabando a la economía bogotana?* Bogotá, Colombia: SDE. Recuperado de: <http://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/directorio/documentosPortal/NotaEditorial140ContrabandoenBogota.pdf>
- Thoumi, F. (1992). Why the illegal psychoactive drugs industry grew in Colombia. *Journal of Interamerican Studies and World Affairs*, 34(3), 37-63.
- Thoumi, F. (1994). *Economía y Política del Narcotráfico*. Bogotá, Colombia: Tercer Mundo Editores.
- United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2014a). *Le Programme de contrôle des conteneurs de*

l'ONUDC-OMD fête ses 10 ans dans le service de rendre le commerce maritime plus sûr contre la criminalité. New York, USA: UNODC. Recuperado de: <http://www.unodc.org/unodc/fr/frontpage/2014/December/unodc-wco-container-control-programme-marks-10-years-making-sea-trade-safer-from-crime.html?ref=fs3>

United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2014b). *“Contrefaçon: Ne soutenez pas le crime organisé” - L'ONUDC lance une campagne de sensibilisation sur les 250 milliards de dollars générés chaque année par la contrefaçon.* New York, USA: UNODC. Recuperado de: <https://www.unodc.org/unodc/fr/frontpage/2014/January/counterfeit-dont-buy-into-organized-crime---unodc-launches-new-outreach-campaign-on-250-billion-a-year-counterfeit-business.html>

United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2014c). *Productos Falsificados. No apoyes el Crimen Organizado.* New York, USA: UNODC. Recuperado de: http://www.unodc.org/documents/counterfeit/Leaflet/Counterfeit_Brochure_2014_-_ES_-_WEB.pdf

United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2014d). *El tráfico ilícito de mercancías falsificadas y el crimen organizado transnacional.* New York, USA:

UNODC. Recuperado de: http://www.unodc.org/documents/counterfeit/FocusSheet/Counterfeit_focussheet_ES_HIRES.pdf

United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2017). *The Drug Problem and Organized Crime, Illicit Financial Flows, Corruption and Terrorism*. New York, USA: UNODC. Recuperado de: http://www.unodc.org/wdr2017/field/Booklet_5_NEXUS.pdf

Waniez, P. (2018). Philcarto [Software]. Recuperado de: <http://philcarto.free.fr>

Cómo citar este capítulo:

Lis-Gutiérrez, J. P., Lis-Gutiérrez, M., Vásquez, C. L., Torres Samuel, M., González, A., y Guío, J. M. (2018). Análisis del contrabando en Colombia: Una aplicación multivariante. En J.-P. Lis-Gutiérrez, C. Henao, & L. E. Malagón-Castro, (Edts.). *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas* (pp.51-93). Villavicencio: Corporación Universitaria del Meta-Unimeta.

Sección 2. Técnicas Econométricas

Capítulo 3

Determinantes de las emisiones de CO₂ en los países latinoamericanos

Carolina González, Carolina Henao, Jhensus Elías Carvajal

INTRODUCCIÓN

La conciencia hacia temáticas que involucran la responsabilidad del bienestar de los habitantes del planeta es indispensable, teniendo en cuenta que las actuaciones del ser humano como ser pensante es lo que perjudica o beneficia sus actos (Diago, 2011). El aumento de la contaminación ambiental es uno de los temas más importantes en el mundo de hoy.

Para asegurar la sostenibilidad de las futuras generaciones es indispensable trabajar por el cuidado del medioambiente. La emisión de dióxido de carbono es uno de los principales factores influyentes en el calentamiento global; sin embargo, cada país posee sus propias variables. Dentro de las variables más relevantes de cada país se encuentran: los factores econó-

micos que influyen en su desarrollo, el uso de combustibles fósiles para la producción de energía, la información poblacional, porcentaje producido y consumido de energía renovable, desarrollo de tecnologías relacionadas con el medioambiente (Abreu, Braga y Correia, 2019). En este contexto, las actividades industriales pueden representar una amenaza significativa para el medioambiente (Mumtaz, Ali y Petrillo, 2018). Grossman y Krueger (1991) plantearon que una reducción de las barreras comerciales generalmente afectará el medioambiente al expandir la escala de la actividad económica y al provocar un cambio en las técnicas de producción. Sin embargo, aunque inicialmente daña el medioambiente, el crecimiento económico continuo finalmente conduce a una calidad ambiental superior. Esta relación a menudo se describe como una Curva ambiental de Kuznets (Raymond, 2004).

El realizar una validación econométrica de los determinantes de las emisiones de CO₂ en los países latinoamericanos, ayuda a vislumbrar las relaciones existentes entre contaminación, agotamiento neto de recursos forestales, crecimiento económico, rentas de los recursos naturales, inversión extranjera directa, desequilibrio comercial y consumo de energía, y da luces sobre las políticas ambientales que se deben aplicar. Puesto que, a nivel mundial las principales

emisores de CO₂ son del sector de transporte, sector industrial y sector generación de energía, Chile implementó un impuesto sobre estas emisiones en 2017; este impuesto se genera como una política ambiental, el cual afecta el comportamiento de la industria al reevaluar el tipo de combustible que se usará o la implementación de otras tecnologías de combustión. Esta medida ambiental ha sido de interés en otros países latinoamericanos como México. Por lo tanto, una tasa impositiva para los demás países latinoamericanos sería una estrategia en pro de incentivar el uso de energías renovables y mitigar la contaminación ambiental (Mardones y Flores, 2017).

Este capítulo consta de cuatro secciones, en la primera se muestra la relación entre crecimiento económico industrial y medioambiente; en la segunda sección se realiza una revisión de los estudios más recientes, para las emisiones de CO₂, en la tercera sección se plantea un modelo econométrico, y por último se esbozan las conclusiones.

MARCO TEÓRICO

La inversión de la empresa en la protección del medioambiente ha sido considerada como una carga inducida por la política ambiental, puesto que estas inversiones no son compatibles con el aumento de

la producción y la productividad y generan aumento de los costos de producción (Zemguliene y Valukonis, 2017). Sin embargo, Simão y Lisboa (2017) contextualizaron la sostenibilidad, y dada la creciente evidencia de problemas ambientales, mostraron que la conciencia de la necesidad de sostenibilidad ha estado expandiéndose a nivel individual y corporativo. Las empresas ambientalmente responsables obtienen múltiples beneficios, como la reducción de costos, aumento de los beneficios, mejora del proceso de producción, actualización de la imagen corporativa y mejora de la conciencia de marca y el valor.

Cordero, Roth y Da Silva (2005) encontraron que para los países en desarrollo de América Latina, la adopción de tecnologías adaptadas al medioambiente no se opone al crecimiento económico, por lo tanto, el concepto de desarrollo sostenible reconoce que el crecimiento económico y la protección ambiental están inextricablemente vinculados pero no necesariamente opuestos. En consonancia con lo anterior, Zuo y Ai (2011) plantearon que el crecimiento económico sostenible solo puede lograrse cuando la tasa de contribución relativa de la inversión en protección del medioambiente a la calidad ambiental, es mayor que la tasa de contribución relativa de la aportación combinada de energía y medioambiente a la producción.

Las reformas de sostenibilidad ambiental se consideran como un factor altamente exitoso para los países que se dedicaron a la inversión verde en transporte, actividades financieras, demanda de energía y factores de crecimiento; esta desafiante tarea se monetiza mediante políticas ambientales justas que se integran con los planes de acción de los países (Nassani, Aldakhil, Qazi Abro & Zaman, 2017) puesto que las políticas industriales verdes promueven industrias que producen tecnologías ecológicas y alientan a las industrias tradicionales a producir bienes y servicios de maneras más ecológicas. Sin embargo, las políticas que fomentan las energías renovables, pierden efectividad mientras que los gobiernos subsidian simultáneamente los combustibles fósiles (Harrison, Martin y Nataraj, 2017), ya que una alta valoración de la sostenibilidad institucional y económica aumenta la disposición a explotar la innovación ecológica como lo mostraron Saunila, Ukko y Rantala (2018) para las empresas de Finlandia.

He, Pan y Yan (2012) plantearon que China presenta problemas cada vez más prominentes de recursos y medioambiente en el proceso de desarrollo económico, puesto que estos no son solo variables endógenas, sino también limitaciones rígidas en

el desarrollo económico; por lo tanto, cuando se evalúa el desempeño económico por la productividad total de los factores, es necesario considerar los recursos y factores ambientales, así como los factores tradicionales: el capital y el trabajo. Abdouli y Hammami (2017), quienes examinaron el impacto de los flujos de inversión extranjera directa, la calidad ambiental y el stock de capital en el crecimiento económico en 17 países de Oriente Medio y los países del norte de África en el marco del panel durante el periodo 1990-2012 encontraron que la degradación ambiental disminuye el crecimiento económico casi para todos los países. Por lo tanto, la contaminación puede disminuir directamente el producto al reducir la productividad del capital y mano de obra creados por el hombre. Es una externalidad negativa, puesto que los problemas de salud causan la disminución de la productividad del trabajo debido a la contaminación.

ESTADO DEL ARTE

Entre los estudios más recientes realizados para las emisiones de CO₂ se destacan:

Bildirici (2018) realizó la cointegración y la relación causal entre las emisiones de CO₂, el crecimiento económico, la militarización y el biocombustible para

Estados Unidos en el periodo comprendido entre 1984 y 2015. El retraso distribuido autorregresivo y tres estimadores suplementarios de largo plazo: el OLS dinámico, la regresión de cointegración canónica y el OLS completamente modificado se empleó para revelar los impactos a largo plazo del crecimiento económico, la militarización y el consumo de biocombustibles en las emisiones de CO₂. Y aplicó las pruebas MWALD y Rao F de Toda y Yamamoto para averiguar la dirección de la causalidad. Concluyó que existe una causalidad bidireccional entre el consumo de biocombustibles y el crecimiento económico, entre la militarización y el consumo de biocombustibles, y las emisiones de CO₂ y entre el consumo de biocombustibles y las emisiones de CO₂.

Xu, Li y Huang (2017), tomando la estructura de datos financieros de China y la Unión Europea y los datos de emisiones de CO₂, mostraron que las emisiones de CO₂ y la estructura financiera tienen cierta correlación negativa, por lo que espera, y es optimista al respecto, que el gobierno emita servicios de políticas relacionadas a través de una estructura financiera que sean conducentes a reducir más las emisiones de CO₂, teniendo en cuenta que muchos estudios muestran que el desarrollo financiero desempeña un papel en la promoción de la estructura industrial y el crecimiento económico de un país.

Mikayilov, Galeotti y Hasanov (2018) estudiaron la relación entre el crecimiento económico y las emisiones de CO₂ en Azerbaiyán. Realizaron un análisis de cointegración durante el periodo 1992-2013. Emplearon los métodos de Johansen, ARDLBT, DOLS, FMOLS y CCR para explorar la cointegración y estimar los coeficientes de largo plazo y mostraron que el crecimiento económico tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo en las emisiones en el largo plazo. Además, cualquier desequilibrio a corto plazo puede ajustarse hacia la trayectoria de equilibrio a largo plazo en menos de un año.

Chakamera y Alagidede (2018) estudiaron el África subsahariana, tomando en cuenta que la mayor proporción de su población no tiene acceso a la electricidad, especialmente en las comunidades rurales. Examinaron los efectos del crecimiento económico del consumo de electricidad (stock) y las pérdidas de transmisión y distribución de electricidad (calidad), por medio de mínimos cuadrados en dos etapas y encontraron que el consumo de electricidad tiene un impacto positivo en el crecimiento económico, mientras que el distribución de electricidad ejerce una presión negativa sobre el crecimiento. Además, el deterioro de la calidad eléctrica reduce el crecimiento económico. Los altos niveles de emisiones de CO₂ relacionadas con la electricidad reducen las contribu-

ciones de crecimiento del consumo de electricidad y exacerbaban el impacto negativo sobre el crecimiento de la calidad de la electricidad.

Cai, Yan Sam y Chang (2018) investigaron el nexo entre el consumo de energía limpia, el crecimiento económico y las emisiones de CO₂, para lo cual emplearon una nueva prueba de límites ARDL de arranque con rupturas estructurales para estudiar la cointegración y la causalidad en los países del G7, y no encontraron cointegración entre el PIB real per cápita, el consumo de energía limpia y las emisiones de CO₂, en Canadá, Francia, Italia, los Estados Unidos y el Reino Unido. En Alemania el PIB real per cápita y las emisiones de CO₂ sirven como variables dependientes; en Japón cuando la emisión de CO₂ es la variable dependiente, existe cointegración. Además, el consumo de energía limpia causa el PIB real per cápita de Canadá, Alemania y los Estados Unidos, y las emisiones de CO₂ causan el consumo de energía limpia para Alemania.

Chen, Wang, Cui, Huang & Song (2018) utilizaron el método de descomposición del índice de divisia media logarítmica para explorar los impactos de la intensidad de emisión de CO₂ de la energía fósil, la estructura del consumo de energía, e intensidad, el Producto Interno Bruto per cápita, la distribución de la población y el tamaño de la población sobre las

emisiones de CO₂ en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, entre 2001 a 2015. Los resultados que obtuvieron indicaron que la intensidad energética y el PIB per cápita son los principales factores que afectan las emisiones de CO₂. La intensidad energética presentó una relación negativa con las emisiones de CO₂, mientras que el PIB per cápita, una relación positiva.

Hsi Wu, Shan Chen, Shang & Tang Wu (2018) propusieron modelos ambientales basados en la DEA para medir la eficiencia del uso de la energía, la eficiencia de las emisiones de CO₂ y la eficiencia ambiental y económica para las economías de la Cooperación Económica de Asia y el Pacífico, en el periodo 2006-2010; concluyeron que la población y el consumo total de energía primaria son las dos entradas, mientras que el PIB y las emisiones de CO₂ representan las salidas deseables e indeseables, respectivamente. Además, mostraron que Australia, Brunei, Hong Kong y Singapur fueron identificados como países eficientes durante cinco años consecutivos (2006 a 2010), en términos de eficiencia de uso de energía. En cuanto a la eficiencia de las emisiones CO₂, Brunei, Hong Kong y Singapur se identificaron como países eficientes durante el mismo periodo.

Andersson, Opper y Khalid (2018) estudiaron si las empresas privadas son más eficientes en las emisiones de dióxido de carbono que las empresas estatales en China. Utilizaron un modelo de datos de panel macroeconómico, con datos provinciales de 1992 a 2010, y confirmaron que las empresas privadas emiten menos CO₂ que las empresas estatales. Por lo tanto, la privatización en curso, introducida para aumentar la eficiencia económica de las empresas estatales, también mitigará el crecimiento de las emisiones.

MODELO

Datos

Los datos con los cuales se construyó el modelo, fueron obtenidos de las estadísticas del Banco Mundial. El análisis se realizó para los países latinoamericanos¹, entre 2009 a 2014; no se tomaron datos más recientes, porque no se encontraban disponibles.

Variables

Se realizó un ejercicio econométrico para analizar los determinantes de las emisiones de CO₂ (toneladas métricas per cápita).

1 Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Granada, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Paraguay, Panamá, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Surinam, Uruguay y Venezuela

La técnica econométrica usada fue mínimos cuadrados ordinarios; los individuos estudiados fueron los países latinoamericanos.

Las variables explicativas fueron:

- ahorroajustr: Ahorro ajustado agotamiento neto de recursos forestales (% del INB)
- PIBpercápi~e: PIB per cápita (UMN a precios constantes). Existe la asimetría entre los países desarrollados y en vías de desarrollo, los primeros presentan una considerable conciencia ambiental, mientras que los países emergentes, prestan menos atención a la preservación del medioambiente (Biancard y Villani, 2018).
- rentastota~a : Rentas totales de los recursos naturales (% del PIB)
- industriav~b: Industria, valor agregado (% del PIB)
- rentasmine~b: Rentas mineras (% del PIB)
- Inversión~d: Inversión extranjera directa, entrada neta de capital (% del PIB)
- Usodeenerg~t: Uso de energía (kg de equivalente de petróleo per cápita)

Las estadísticas descriptivas son las siguientes:

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Emisionesd~p	112	2.593405	1.62103	0.2126942	6.649233
ahorroajus~r	111	.438858	.6221988	0	2.809196
PIBpercápi~e	119	1545825	2952158	1327.051	1.08e+07
rentastota~a	119	6.177856	7.061302	0	35.3628
industriav~b	119	32.33848	9.083552	20.17244	55.93151
rentasmine~b	119	2.770268	5.735748	0	25.95561
Inversión~d	105	3.352581	3.067436	-6.549732	11.78967
Usodeenerg~t	111	1095.992	550.7978	379.6718	2493.466

Estimación

El modelo se especifica como sigue:

$$\text{Emisionesd~p}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{ahorroajus~r} + \beta_2 \text{PIBpercápi~e} + \beta_3 \text{rentastota~a} + \beta_4 \text{industriav~b} + \beta_5 \text{rentasmine~b} + \beta_6 \text{Inversión~d} + \beta_7 \text{Usodeenerg~t} + \varepsilon_{jt}$$

i es el país, Emisionesd~p corresponde a las emisiones de CO₂ (toneladas métricas per cápita). Es una perturbación aleatoria que se supone.

El modelo estimado fue el siguiente:

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	104
Model	271.698716	7	38.8141023	F(7, 96)	=	613.19
Residual	6.0766369	96	.063298301	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.9781
				Adj R-squared	=	0.9765
Total	277.775353	103	2.69684808	Root MSE	=	.25159

EmisionesdeCO2toneladasmétricasp	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
ahorroajustadogamienonetoder	-.5811884	.0472116	-12.31	0.000	-.6749027 - .4874741
PIBpercapitaIMApreciosconstante	-2.49e-08	8.82e-09	-2.82	0.006	-4.24e-08 -7.38e-09
rentastotalesdelosrecursosnatura	.0573233	.0075708	7.57	0.000	.0422955 .0723512
industriavaloragregadodelgib	-.0076836	.0035982	-2.14	0.035	-.014826 - .0005411
rentasminerasedelgib	-.0361106	.0080773	-4.47	0.000	-.0521438 - .0200773
Inversiónextranjerdirectaentrad	-.0359285	.0101879	-3.53	0.001	-.0561515 - .0157056
Usodeenergíakgleequivalentedepet	.0022755	.0000509	44.71	0.000	.0021744 .0023765
_cons	.4304547	.1441685	2.99	0.004	.1442825 .7166269

Para realizar la validación del modelo se realizaron las pruebas pertinentes para los supuestos de MCO; los resultados se indican a continuación.

Al realizar el test de Ramsey se puede concluir que no se habría producido omisión de variables relevantes, puesto que no se puede rechazar la hipótesis nula.

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of Emisiones de CO2 toneladas métricas p^2

H₀: model has no omitted variables

$$F(3, 93) = 1.13$$

2 Salida del software

Prob > F = 0.3966

El test de Breusch-Pagan muestra que la varianza de las perturbaciones aleatorias, condicional a los valores de los regresores, son constantes puesto que no se puede rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad, como se observa a continuación:

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: fitted values of Emisiones de CO₂ toneladas métricas p³

chi2(1) = 0.10

Prob > chi2 = 0.7563

Para probar normalidad de los errores se realizaron los tests de normalidad de curtosis y apuntamiento y de Shapiro-Wilk, y se concluyó que en ninguna se podía rechazar la hipótesis nula de normalidad a un nivel de significancia del 5 %.

Skewness/Kurtosis tests for Normality⁴

³ Salida del software

⁴ ibid

----- joint -----

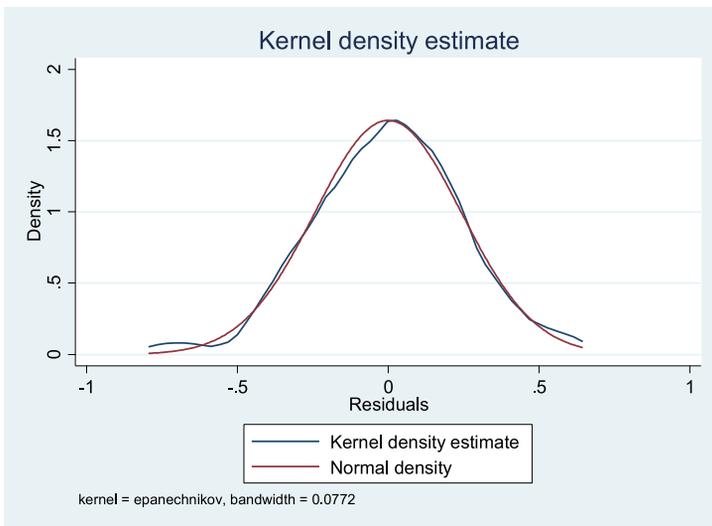
Variable | Obs Pr(Skewness) Pr(Kurtosis) adj chi2(2)
Prob>chi2

-----+-----
residual | 104 0.4533 0.3835 1.35 0.5089

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable | Obs W V z Prob>z

-----+-----
residual | 104 0.99102 0.766 -0.592 0.72323



Por último para probar que no existía multicolinealidad en las variables independientes se calculó el factor de inflación varianza (VIF) y se concluye que no existe multicolinealidad ya que es menor a 3.

Variable | VIF 1/VIF

-----+-----
rentastota~a | 4.95 0.201966

rentasmine~b | 3.91 0.255950

Inversión~d | 1.59 0.629522

ahorroajus~r | 1.45 0.690195

industriav~b | 1.42 0.702023

Usodeenerg~t | 1.36 0.733496

PIBpercápi~e | 1.21 0.824645
-----+-----

Mean VIF | 2.27

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Puesto que el modelo no viola ninguno de los supuestos de MCO, no es necesario realizar ninguna transformación. El coeficiente de determinación es de 98 %. Todas las variables resultaron significativas en el modelo a un nivel de significancia del 5 % y 1 %.

El agotamiento neto de recursos forestales (% del INB), presenta una relación negativa con las emisiones de CO₂, por lo tanto, no existe evidencia empírica de que el agotamiento de los recursos forestales genere aumentos en las emisiones de CO₂.

El PIB per cápita presenta una relación negativa con las emisiones de CO₂, lo que implica que a medida de

que el país sea más desarrollado, presta más atención a la preservación del medioambiente, lo que corrobora lo encontrado por Biancard y Villani (2018).

Las rentas totales de los recursos naturales (% del PIB), presentan una relación positiva con las emisiones de CO₂ per cápita, lo que sugiere que en la medida en que las economías dependan más de la extracción de los recursos naturales, generan más contaminación, como es el caso de varios países latinoamericanos.

El valor agregado industrial (% del PIB) presenta una relación negativa con las emisiones de dióxido de carbono, lo que muestra que un país con industria más tecnificada es menos contaminado debido a que una industria de alta tecnología genera un costo ambiental menor, como lo plantearon Biancard y Villani (2018).

Las rentas mineras (% del PIB) muestran una relación negativa con las emisiones de CO₂, lo que sugiere que no existe evidencia empírica para los países latinoamericanos que las economías que dependen de la actividad minera muestren mayores niveles de contaminación.

La inversión extranjera directa, entrada neta de capital (% del PIB), tiene una relación negativa con las emisiones de CO₂, por lo tanto se puede afirmar que las actividades en las que se focaliza la inversión

extranjera directa en los países latinoamericanos, no genera aumentos en el nivel de contaminación, puesto que la inversión extranjera directa se concentra en Latinoamérica, en el sector minero, y como se observó anteriormente, estas actividades no generan aumentos en la contaminación.

Un aumento en el uso de energía (kg de equivalente de petróleo per cápita), genera a la vez, un aumento en las emisiones de CO₂, es decir, el mayor consumo de energía genera niveles más altos de contaminación.

REFERENCIAS

- Abdouli, M., & Hammami, S. (2017). The Impact of FDI Inflows and Environmental Quality on Economic Growth: an Empirical Study for the MENA Countries. *Journal of the Knowledge Economy*, 8(1), 254–278. <https://doi.org/10.1007/s13132-015-0323-y>
- Abreu, J., Braga, V., & Correia, A. (2019). Policies and Economies Impact's on CO₂ Emissions in the World. In Machado, J., Soares, F., & Veiga, G. (eds.). *Innovation, Engineering and Entrepreneurship. HELIX 2018. Lecture Notes in Electrical Engineering*, (505). Springer, Cham.
- Andersson, F., Opper, S., & Khalid, U. (2018). Are capitalists green? Firm ownership and provincial CO₂ emissions in China. *Energy Policy*, (123), 349–359.
- Biancardi, M., & Villani, G. (2018). Commun Nonlinear Sci Numer Simulat Sharing R & D investments

- in international environmental agreements with asymmetric countries. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 58, 249–261. <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2017.06.034>
- Bildirici, M. (2018). The effects of militarization on biofuel consumption and CO₂ emission. *Journal of Cleaner Production*, (152), 420–428.
- Cai, Y., Yan Sam, C., & Chang, T. (2018). Nexus between clean energy consumption, economic growth and CO₂ emissions. *Journal of Cleaner Production*, (182), 1001–1011.
- Chakamera, C., & Alagidede, P. (2018). Electricity crisis and the effect of CO₂ emissions on infrastructure-growth nexus in Sub Saharan Africa. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (94), 945–958.
- Chen, J., Wang, P., Cui, L., Huang, S., & Song, M. (2018). Decomposition and decoupling analysis of CO₂ emissions in OECD. *Applied Energy*, (231), 937–950.
- Cordero, R., Roth, P. & Da Silva, L. (2005). Economic growth or environmental protection? *Environmental Science and Policy*, 8(4), 392–398.
- Diago, F. (2011). El marketing percibido desde lo ambiental. *Dictamen Libre*, (9), 13–16.
- Grossman, G., & Krueger, A. (1991). *Environmental impacts of a North American free trade agreement*. Princeton, MASS: Woodrow Wilson School.
- Harrison, A., Martin, L. A., & Nataraj, S. (2017). Green industrial policy in emerging markets. *Annual Review of Resource Economics*, 9, 253–274.

- He, C., Pan, F., & Yan, Y. (2012). Is economic transition harmful to China's urban environment? Evidence from industrial air pollution in Chinese cities. *Urban Studies*, 49(8), 1767-1790.
- Hsi Wu, T., Shan Chen, Y., Shang, W., & Tang Wu, J. (2018). Measuring energy use and CO₂ emission performances for APEC economies. *Journal of Cleaner Production*, (183), 590-601.
- Mardones, C., & Flores, B. (2017). Evaluation of a CO₂ Tax in Chile: Emissions Reduction or Design Problems? *Latin American Research Review*, 52(3), 334-343.
- Mikayilov, J., Galeotti, M., & Hasanov, F. (2018). Spatial Research on the Effect of Financial Structure on CO₂ Emission. *Energy Procedia*, (118), 179-183.
- Mikayilov, J., Galeotti, M., & Hasanov, F. (2018). The impact of economic growth on CO₂ emissions in Azerbaijan. *Journal of Cleaner Production*, (197), 1558-1572.
- Mumtaz, U., Ali, Y., & Petrillo, A. (2018). A linear regression approach to evaluate the green supply chain management impact on industrial organizational performance. *Science of the Total Environment*, 624(15), 162-169.
- Nassani, A. A., Aldakhil, A. M., Qazi Abro, M. M., & Zaman, K. (2017). Environmental Kuznets curve among BRICS countries: Spot lightning finance, transport, energy and growth factors. *Journal of Cleaner Production*, (154), 474-487.

- Raymond, L. (2004). Economic growth as environmental policy? Reconsidering the environmental Kuznets Curve. *Journal of Public Policy*, 24(3), 327-348.
- Saunila, M., Ukko, J., & Rantala, T. (2018). Sustainability as a driver of green innovation investment and exploitation. *Journal of Cleaner Production*, (179), 631-641.
- Simão, L., & Lisboa, A. (2017). Green Marketing and Green Brand: The Toyota Case. *Procedia Manufacturing*, (12), 183-194.
- Xu, H., Li, Y., & Huang, H. (2017). Spatial Research on the Effect of Financial Structure on CO2 Emission. *Energy Procedia*, 118, 179-183. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.037>
- Zemguliene, J., & Valukonis, M. (2017). Enterprise environmental investments and productivity growth: evidence for Lithuania industry sectors. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management (SGEM)*, 17(53), 311-318.
- Zuo, H., & Ai, D. (2011). Environment, energy and sustainable economic growth. *Procedia Engineering*, (21), 513-519.

Cómo citar este capítulo:

González, C., Henao, C., y Carvajal, J. E. (2018). Determinantes en las emisiones de CO2 en los países latinoamericanos. En J.-P. Lis-Gutiérrez, C. Henao, & L. E. Malagón-Castro, (Edts.). *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas* (pp.97-118). Villavicencio: Corporación Universitaria del Meta-Unimeta.

Capítulo 4

Mínimos cuadrados ordinarios geográficos aplicados a los registros de marcas en Colombia (2017)

Edwin Enrique Prada González, Jenny Paola Lis-Gutiérrez,
Andrés Camilo Aponte López

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el sistema de propiedad intelectual ha cobrado una enorme relevancia debido a la presencia de una serie de cambios y transformaciones sistemáticas que se han establecido en el mundo, dentro de los cuales se destacan (i) el aumento significativo en la creación de activos inmateriales (Rangel, 2012), y (ii) la innovación como una de las principales herramientas que tienen las empresas para mejorar su competitividad (Roper y Love, 2002; Rahko, 2016). Por otro lado, también existen una serie de elementos asociados a los rasgos característicos de la economía actual que

han incrementado la atención en torno a la propiedad intelectual, como el desarrollo de la globalización, que no solo les permite a las empresas ingresar y competir en nuevos mercados, sino que también les exige contar con mayores garantías para proteger sus ideas, creaciones e innovaciones, en medio de un entorno comercial dinámico y competitivo (Jover, 1999).

De acuerdo con la definición planteada por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (2017): “La propiedad intelectual se relaciona con las creaciones de la mente: invenciones, obras literarias y artísticas, así como símbolos, nombres e imágenes utilizados en el comercio” (p.12). En particular, el tema de la innovación se ha configurado como el principal elemento que ha impulsado el desarrollo de reformas en las políticas nacionales de propiedad intelectual.

Por su parte, el concepto de innovación ligado a la competitividad y a las nuevas tendencias desde las cuales es posible comprender el desarrollo social y económico, se considera desde una perspectiva holística e integral, en la que influyen factores como el emprendimiento, la industria y todos los elementos desde los cuales se puede entender la competitividad desde el ámbito del sector (consumidores, calidad de los productos y servicios, los competidores y los proveedores).

En vista de todo lo anterior, en la presente investigación, se pretende establecer cómo se relacionó la protección de propiedad intelectual para signos distintivos en el caso colombiano, con el nivel socioeconómico, el sistema financiero, la competitividad y la población a nivel departamental en 2017.

Para ello, se emplea una metodología cuantitativa, de diseño no experimental, transeccional y con alcance correlacional, explicativo y predictivo. El modelo cuantitativo empleado corresponde a la aplicación de mínimos cuadrados ordinarios geográficos. El documento se encuentra dividido en cinco partes. En la primera se presenta el estado del arte, en la segunda la metodología, seguida de los resultados, la discusión y las conclusiones.

ESTADO DEL ARTE

A pesar de que el concepto de propiedad intelectual es exclusivo del siglo XX, la concepción de propiedad de las ideas se remonta a la época de la Ilustración (Furió, 2011). La comprensión de que el conocimiento no era un regalo divino, sino que hacía parte de una producción intelectual que requería el estudio riguroso de las ideas previamente concebidas por otros, fue la base ontológica para comprender el vínculo entre las ideas y la propiedad, que posteriormente daría origen al

compendio normativo legal que actualmente regula la propiedad intelectual.

En el contexto actual, caracterizado por una necesidad cada vez más fuerte de generar nuevas estrategias para favorecer la competitividad y el desarrollo económico, la innovación es la principal herramienta para abrir nuevas posibilidades de comercialización a los países (Abud, Bronwyn y Helmers, 2012). En particular, la innovación está conectada con un conjunto de procesos, mecanismos y estructuras que, si no se utilizan de la manera adecuada, y si no se aplican las medidas de control que garanticen su seguridad, pueden limitar significativamente las posibilidades de crecimiento, al ejercer una manipulación incorrecta e inadecuada de la información (Ramos, Acedo y Gonzales, 2011; Rahko, 2016).

En este sentido, se puede decir que el desarrollo de las costumbres sociales ha sido alterado por el uso cada vez más frecuente y necesario de nuevas tecnologías y técnicas que promuevan mejores posibilidades de innovación, en medio de un marco que ha ocasionado un análisis de tipo jurídico-legal. La transformación de la sociedad global hacia una sociedad transcultural y multipolar ha causado dos tipos de sociedades: (a) una basada en la información y (b) la otra en el conocimiento. Por tanto, se hizo necesario crear mecanis-

mos de regulación que estuvieran en la capacidad de proteger tanto las creaciones como el ingenio de los autores, lo que dio origen a dos tipos de derecho, el derecho a la información y el derecho de autor (Vanderliner, 2011).

En este contexto, explican Caviedes y Fuentes (2011), se ha despertado la necesidad de fijar y estipular medidas y normas que regulen el uso, el acceso y la difusión de los productos de innovación, ya que deben contar con un conjunto de sistemas de seguridad y de políticas que garanticen la protección del autor, mediante mecanismos de propiedad intelectual.

Los derechos de propiedad intelectual se definen como un conjunto de instrumentos legales, cuya finalidad es la de establecer medidas y previsiones que garanticen la protección de aquellos productos o ideas generadas a través de la creatividad y el intelecto humano (Abud, Bronwyn y Helmers, 2012). Dentro de los elementos que se integran a los mecanismos de protección de los derechos de propiedad intelectual se encuentran las obras literarias, las innovaciones y las obras artísticas. En este sentido, el principal propósito es el de garantizar el uso exclusivo de los derechos de las obras o innovación, con el fin de que el autor o creador pueda obtener todos los beneficios derivados.

Siguiendo a Acea (2016), los nuevos acuerdos de integración y cooperación económica en el mundo han germinado la necesidad de promover y fortalecer la legislación sobre los derechos de propiedad intelectual, sobre todo en países que se han establecido como potencias económicas, en los cuales la producción de bienes y el desarrollo social y económico, dependen en gran medida del desarrollo científico, la investigación y la innovación como motores que promueven nuevas oportunidades de competitividad.

En este punto, es importante tener en cuenta la clasificación que existe sobre el concepto de propiedad intelectual: como rama del derecho esta integra a la propiedad industrial, el derecho de autor y derechos conexos.

La primera otorga protección tanto a las creaciones técnicas, biotecnológicas, agrícolas, así como a aquellas relativas a la identificación y protección en el mercado del empresario, sus bienes y servicios; por su parte, el derecho de autor y derechos conexos confiere protección a las creaciones derivadas del espíritu, interpretaciones, ejecuciones, emisiones de radiodifusión. (Acea, 2016, p.518)

No obstante, se debe también considerar que existen creaciones que se pueden encontrar en ambas áreas de la propiedad intelectual, o cuya ubicación resulta ser cuestionable. En este caso, depende de las leyes y jurisprudencia de cada país analizar cuáles son las condiciones de protección asociadas a la propiedad intelectual que deben existir para cada tipo de creación.

De acuerdo con el análisis que se ha planteado, se puede establecer que el conocimiento, elemento que diferencia en gran medida a los países desarrollados de los que no lo son, adquiere cada vez más importancia en la medida en que este se pone al servicio del desarrollo. Según el informe del Banco Mundial (2017), el acceso que tienen los pobladores de un país al conocimiento es el factor decisivo para mejorar la calidad de vida, y no el aumento del ingreso per cápita, como usualmente se piensa. Esto significa que el conocimiento es actualmente una herramienta fundamental para promover el desarrollo asociado a la creación de nuevos artículos, servicios y productos. En este sentido, se ha resaltado y ubicado en primer plano el debate sobre los mecanismos que deben asegurar la protección de la propiedad intelectual, entendida como un elemento que promueve también la

capacidad de investigación, la transferencia tecnológica entre países y el desarrollo económico.

En palabras de Antonelli y Fassio (2016), es notable que en los países con economías más avanzadas se han generado importantes logros en lo que tiene que ver con un marco regulatorio que defiende y valora la propiedad física e intelectual; sin embargo, para países con economías emergentes, es aún todo un reto la necesidad de mejorar dichos marcos regulatorios, y promover nuevos acuerdos comerciales que ayuden a establecer normas más sólidas frente a los temas de propiedad intelectual.

De esta forma, la propiedad intelectual se establece como un mecanismo regulador, garante del orden, en medio de una situación compleja en la cual intervienen distintos tipos de variables vitales para el crecimiento y desarrollo económico y social de las naciones. Como lo explican autores como Lelarge (2012) y Contreras (2017), sin unas buenas medidas de protección sobre la innovación, y sin la aplicación de normatividad que establezca claramente los derechos de autor, los productos e ideas pueden convertirse en sistemas vulnerables que pueden ser manipulados por usuarios no autorizados, con

fines distintos para los cuales fueron en un principio desarrolladas.

Asimismo, según el planteamiento de Benavides, Óscar y Forero (2002), en la protección que se otorga por medio de la propiedad intelectual, siempre se debe partir del principio de que aquello que se debe proteger es la persona, en este caso, el fabricante o productor de innovación; lo que igualmente tiene impacto sobre los usuarios que acceden y pueden usar el producto.

En este sentido, la protección mediante la propiedad intelectual se desarrolla en medio de la confrontación de dos realidades particulares. En primer lugar, el principio según el cual, debido a las características del contexto actual, es necesaria la producción constante de nuevas ideas que impacten favorablemente el mercado como condición necesaria para el desarrollo social y económico. En segundo lugar, la necesidad de que tanto las personas como las organizaciones que generan productos de innovación sean protegidas, pues deben tener la garantía de ejercer control, y decidir cuándo, dónde y cómo pueden ser utilizados o comercializados. Tal y como lo asegura Furió (2011):

sin derechos de autor, sin el reconocimiento de la propiedad intelectual, y al margen de consideraciones morales y legales, no hay estímulo para la innovación, para la producción y el desarrollo de ideas y contenidos culturales, para el progreso científico y técnico. (p.4)

Es importante examinar, por lo tanto, qué ocurre en los casos en los cuales no se tienen en cuenta medidas y mecanismos que cobijen el derecho de protección intelectual. Por ejemplo, como lo explica Vercellone (2004), el hecho de no proporcionar la protección adecuada a las patentes crea desconfianza entre los innovadores, y limitaciones considerables en la investigación, lo cual, a su vez, reduce las posibilidades de desarrollo. Por otro lado, afirma Alliance (2014), las debilidades en los mecanismos de protección de la propiedad intelectual derivan en una reducción progresiva de las dinámicas de transferencia tecnológica entre los países, lo cual reduce las posibilidades de internacionalización y crecimiento.

Ahora bien, estudios que se hayan realizado sobre propiedad industrial en Colombia a nivel departamental, son escasos, pero sobresale el de Lis-Gutiérrez et al. (2018), quienes aplican un modelo de aglomeración

espacial para analizar los patrones de solicitudes de patentes en Colombia entre 2000 y 2016.

De acuerdo con las consideraciones anteriores, la falta de promoción de buenos principios y prácticas que garanticen el reconocimiento y valoren la propiedad intelectual, tienen efectos negativos sobre el desarrollo de innovación, la transferencia de conocimiento, y por supuesto el intercambio tecnológico, porque en muchos casos retrasan e impiden que el conocimiento sea aprovechado para lograr el desarrollo social y el crecimiento económico de los países.

METODOLOGÍA

Para la investigación se realizó un análisis de un conjunto de variables ancladas a relaciones de tipo espacial que pudieron ser detectadas gracias al establecimiento de coeficientes de regresión que varían en el espacio. Lo anterior permitió construir modelos en los que se incorporan elementos asociados a la heterogeneidad y a la dependencia espacial que complementan los modelos propuestos por la econometría tradicional, en tanto arrojan coeficientes ponderados que permiten establecer de forma más precisa la relación entre las variables que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1
Variables consideradas

Tipo de variable	Variable	Descripción	Fuente
Dependiente	Marcas de productos y servicios registradas	Solicitudes de marcas de productos y servicios presentadas por residentes, por departamento 2017	Base de datos SIPI
Independiente	Número de cuentas CAE activas	Número cuentas de ahorro electrónicas activas de hasta 5 SMLV a nivel departamental	Banca de las oportunidades
Independiente	Número cuentas de ahorro tradicionales activas	Número las cuentas de ahorro tradicionales activas de hasta 5 SMLV nivel departamental	Banca de las oportunidades
Independiente	Número de corresponsales bancarios	Conteo del número de corresponsales bancarios por departamento	Banca de las oportunidades
Independiente	Población pobre por IPM	Población pobre según el modelo IPM por departamento	DNP-SPSCV con datos del Censo 2005
Independiente	Proyección población 2017	Proyección estimada de la población por departamentos	DANE censo 2005
Independiente	Total de personas en NBI	Conteo de la población total con NBI por departamento	DANE censo 2005
Independiente	Índice departamental de competitividad	Índice desarrollado por el CPC que evalúa la competitividad territorial	Consejo Privado de Competitividad (CPC)
Independiente	Patentes de invención presentadas	Solicitudes de patentes de invención presentadas por residentes, por departamento 2017	Base de datos SIPI

Fuente: Elaboración propia a partir de bases de datos SIC (2018), Banca de oportunidades (2018), Consejo privado de competitividad (2017) y DANE (2005, 2012, 2015, 2018^a, 2018b, 2018c)

Una vez expuestas las variables a explorar a través del modelo econométrico y estadístico de regresión, se procede a ejecutar la información obtenida a través del software Geoda (Anselin, Syabri y Kho, 2006; MIT, 2013).

A continuación, la estructura del modelo se presenta de la siguiente manera:

$$y_i = \sum_{j=1}^p \beta_j (u_i v_i) x_{ij} + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

En primera medida el Y_i es el segmento de valores de la variable dependiente, β_j es el conjunto de coeficientes de la regresión, teniendo u_i, v_i que expresan la ubicación de las unidades espaciales consideradas, es el agregado de variables independientes, y es el término de error que se distribuye con media 0 y varianza σ^2 . Para este modelo, la variable dependiente se planteó como el número de marcas registradas en Colombia por departamento de origen en el año 2017.

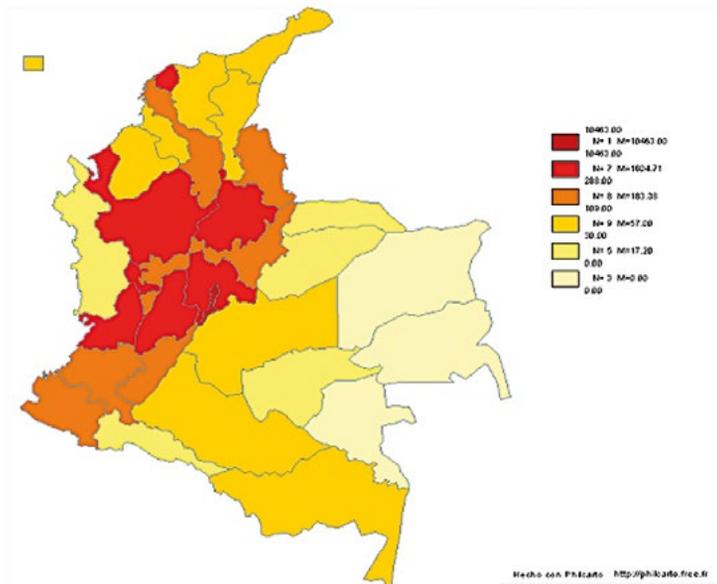
RESULTADOS

Para el análisis de resultados, se hizo uso de la cartografía de las diferentes variables que fueron significativas en el modelo; cabe resaltar que, respecto a la variable dependiente marcas registradas en 2017,

se pudo observar que el centro del país (Bogotá D.C, Cundinamarca, Tolima, Risaralda y Valle) y algunos departamentos un poco más al norte del país (Antioquia, Atlántico y Santander) ostentan los primeros lugares en cuanto al número de marcas registradas ante la SIC. Así mismo, se puede vislumbrar que algunos departamentos al sur del país (Putumayo, Vaupés, Guainía y Vichada) presentan márgenes casi nulos en cuanto a registro de marcas dejando entrever la desproporción en cuanto a aportes a la propiedad intelectual (Figura 1).

Figura 1

Marcas registradas por departamento (2017)

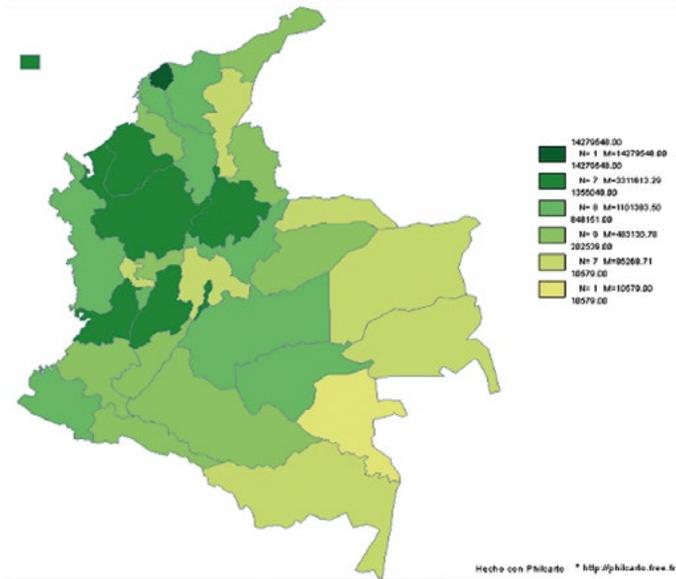


Fuente: Elaboración propia usando GeoDa a partir de los datos del Consejo Privado de Competitividad (2017).

En cuanto al número de cuentas de ahorro tradicionales hasta cinco (5) salarios mínimos (SMLV), se pudo observar que el mayor flujo de cuentas tradicionales se encuentra concentrado en el centro y norte del país, el departamento con mayor número de cuentas tradicionales es Atlántico. Cabe resaltar que en este aspecto los departamentos del sur del país no se encuentran tan rezagados como lo han estado en otros aspectos del modelo, estos departamentos presentan entre 10.000 y 20.000 cuentas tradicionales. Simultáneamente, se debe mencionar que esta variable dentro del modelo tuvo un efecto negativo dentro de la ecuación respecto a la variable dependiente (Figura 2).

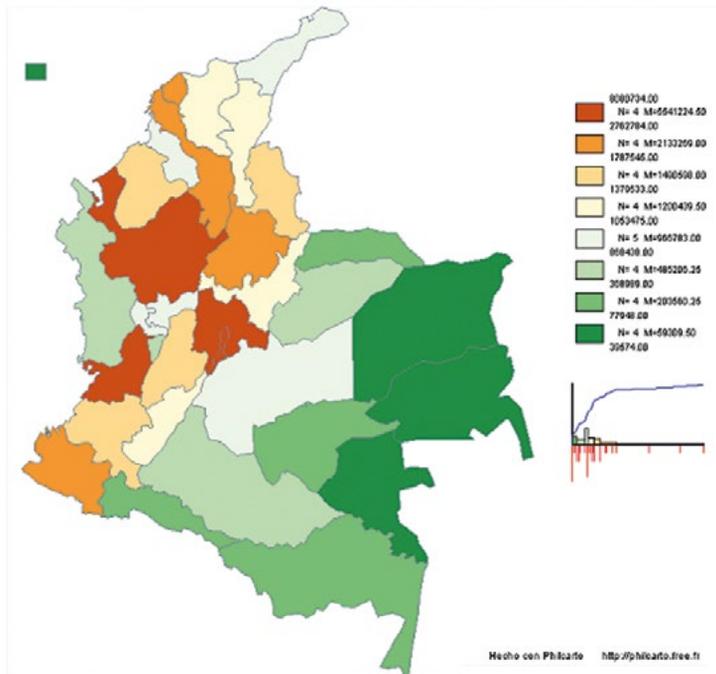
Figura 2

Cuentas de ahorro tradicionales hasta 5 SMLV por departamento (2017)



En relación con la densidad demográfica y según información del DANE, los departamentos que concentran mayor población son Bogotá D.C, Cundinamarca, Valle y Antioquia, estos departamentos aglomeran cerca del 45 % del total de la población en Colombia. Mientras tanto, se puede entrever que los departamentos del norte presentan una densidad demográfica muy baja respecto a sus grandes extensiones de territorio (Figura 3).

Figura 3
Población por departamentos (2017)

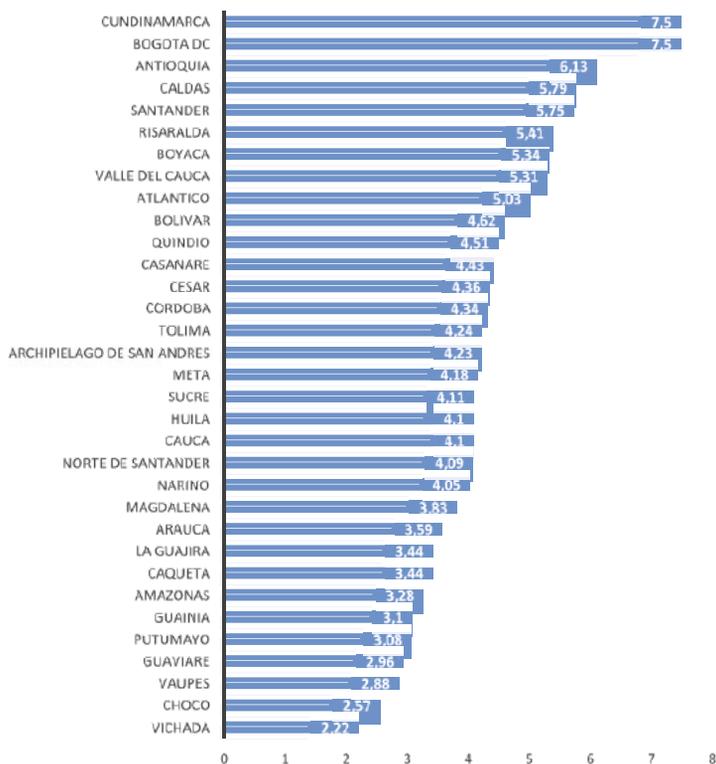


Fuente: Elaboración propia usando Philcarte a partir de los datos del DANE (2018)

Otra de las variables que fueron analizadas dentro del modelo, fue el índice departamental de competitividad (IDC), siguiendo la Figura 4 se puede expresar que en este ranking el orden jerárquico cambia de manera notable. Cabe resaltar que esta variable fue relacionada negativamente con el número de marcas registradas a través de la regresión ponderada geográficamente.

Figura 4

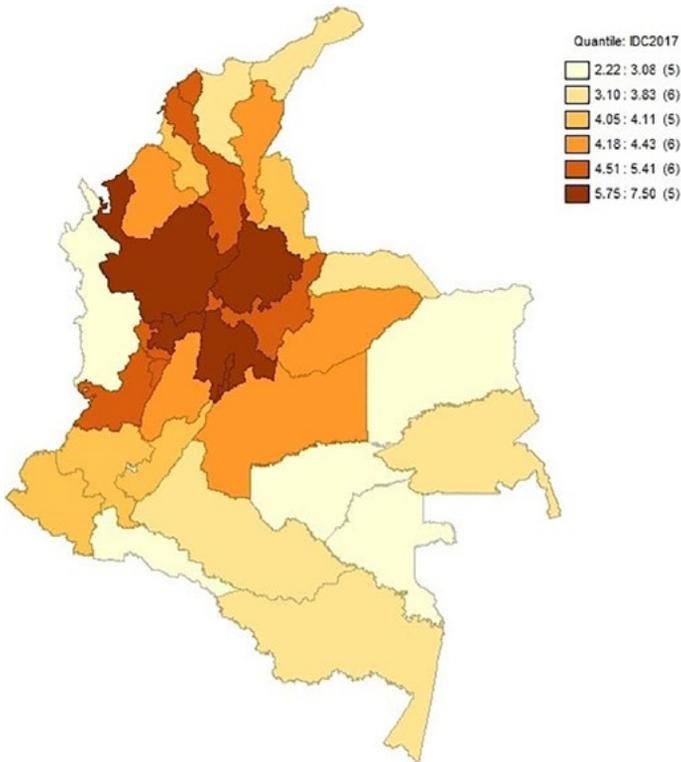
Índice departamental de competitividad IDC (2017)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Consejo Privado de Competitividad (2017)

Haciendo uso de la cartografía se puede evidenciar que similarmente a las demás variables analizadas, el índice de competitividad es superior en los departamentos del centro y norte del país. Cabe resaltar que este indicador evalúa diez aspectos condensados en tres pilares, estos son: (i) condiciones básicas, (ii) eficiencia y (iii) sofisticación e innovación (Figura 5).

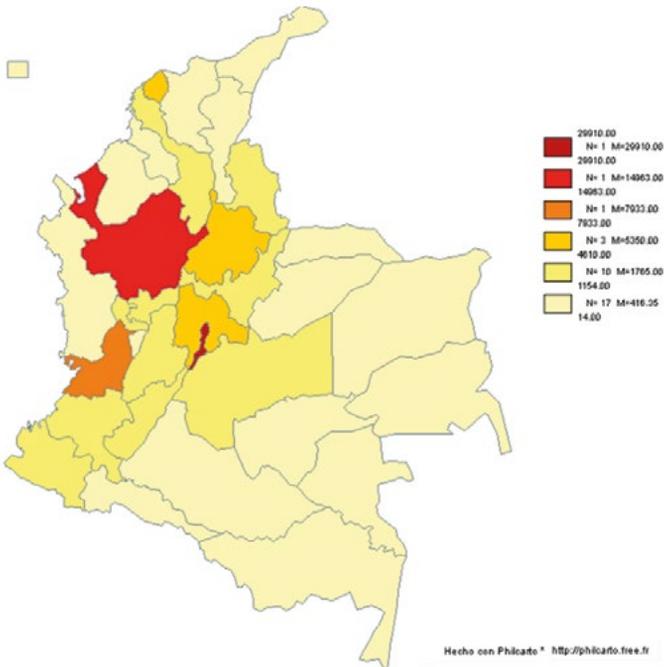
Figura 5
IDC por departamentos (2017)



Fuente: Elaboración propia usando GeoDa a partir de los datos del Consejo Privado de Competitividad (2017).

Ahora bien, en tanto a los corresponsales bancarios presentes en cada departamento según tipo de entidad Bancos, Bogotá D.C, Antioquia y Valle sostienen alrededor del 56 % del total en el país. De igual manera, se debe destacar que la gran mayoría de departamentos del país presentan en promedio 1.000 corresponsales bancarios (Figura 6).

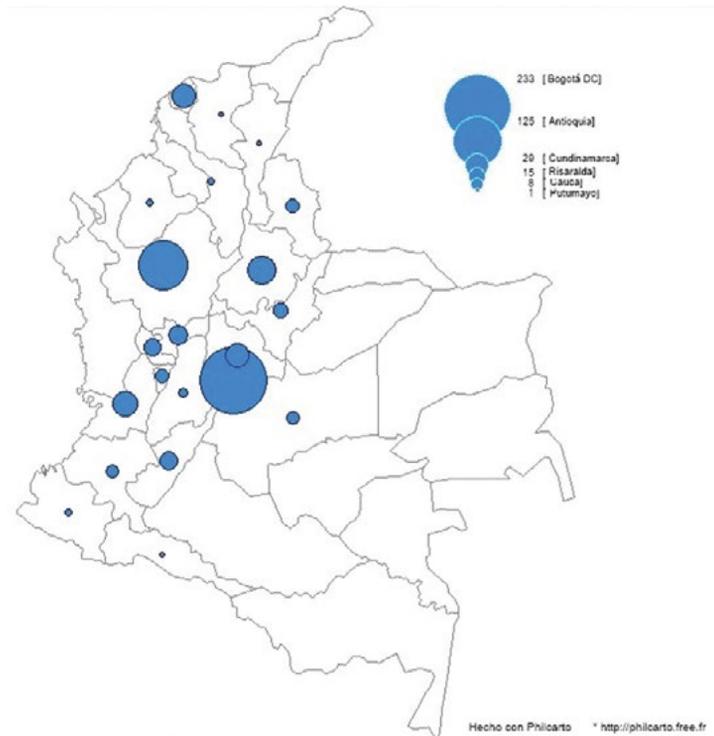
Figura 6
Corresponsales bancarios tipo de entidad bancos por departamento (2017)



Fuente: Elaboración propia usando Philcarto a partir de los datos de la Banca de oportunidades (2018).

Por lo que se refiere a las patentes de invención, estas tienen una correlación positiva con las marcas registradas. Esto dentro del marco de propiedad intelectual permite inferir que a mayor número de marcas registradas mayor será el número de patentes aceptadas. Bogotá D.C, Antioquia y Cundinamarca son los lugares donde más se han registrado y aceptado patentes de invención (Figura 7).

Figura 7
Patentes de invención por departamentos (2017)

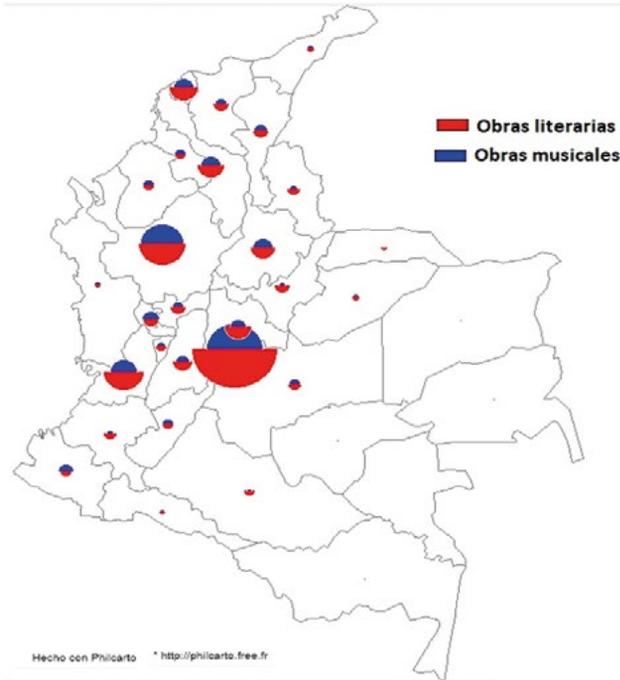


Fuente: Elaboración propia usando Philcarto a partir de los datos de la SIC (2018).

Finalmente, una de las variables correlacionales, fueron los registros de obras literarias y musicales, enmarcando la importancia de los derechos de autor bajo el sello de la propiedad intelectual; en esta figura se puede comprobar la misma tendencia centro-norte presente en las demás variables de análisis mencionadas anteriormente, estos departamentos tienden a concentrar el registro de estas variables, además se debe preponderar la superioridad del registro de obras literarias en el país sobre las obras musicales (Figura 8).

Figura 8

Obras literarias y musicales registradas por departamentos 2017



Fuente: Elaboración propia usando Philcarto a partir de los datos de la DNDA (2018).

Ahora bien, el modelo que mejor respondió a las variables según el *Output* o salida se presenta a continuación.

REGRESSION

SUMMARY OF OUTPUT: ORDINARY LEAST SQUARES ESTIMATION

```

Data set           : Marcas
Dependent Variable : mrcs2017   Number of Observations: 33
Mean dependent var : 720.061   Number of Variables   : 6
S.D. dependent var : 1997.05   Degrees of Freedom    : 27

R-squared          : 0.989161   F-statistic           : 492.783
Adjusted R-squared : 0.987153   Prob(F-statistic)    : 1.24552e-025
Sum squared residual: 1.42658e+006   Log likelihood       : -222.951
Sigma-square       : 52836.2   Akaike info criterion: 457.901
S.E. of regression : 229.861   Schwarz criterion    : 466.88
Sigma-square ML    : 43229.6
S.E of regression ML: 207.917
  
```

Variable	Coefficient	Std.Error	t-Statistic	Probability
CONSTANT	549.408	185.364	2.96394	0.00628
trad2017	-3.58862e-005	1.73697e-005	-2.06602	0.04854
pob2017	0.000168004	8.06615e-005	2.08283	0.04687
IDC2017	-207.469	48.842	-4.24776	0.00023
banc2017	0.178513	0.056611	3.15332	0.00393
pate2017	20.5999	5.70405	3.61146	0.00123

En este sentido, la hipótesis del modelo supone que la variación del número de marcas de productos y servicios registradas podría ser explicada por la variación de cinco factores principalmente el número de cuentas tradicionales de ahorros, la población, el índice departamental de competitividad, el número de corresponsales bancarios presentes en cada departamento y el número de patentes de invención aceptadas. Para el caso pertinente, las cinco variables del modelo explican el 98,71 % del número de marcas de productos y servicios registradas en 2017. El modelo corresponde a:

$$\begin{aligned} & \text{Número de marcas registradas 2017} = 549.408 \\ & -3,58862e-005 * \text{Número de cuentas de ahorro} \\ & \text{tradicionales 2017} + 0,000168004 * \text{Población} \\ & \text{2017} - 207.469 * \text{IDC 2017} + 0.178573 * \text{Número de} \\ & \text{corresponsales bancarios por departamento 2017} + \\ & 20,5999 * \text{Número de patentes 2017} + \varepsilon_i \end{aligned}$$

El número de marcas registradas en 2017 es considerado como un proxy del uso del sistema de protección de la propiedad intelectual en el país. Esto indica que por cada cuenta de ahorros tradicional abierta en cada departamento se disminuye en $3,58862e-005$ el número de marcas registradas. En cuanto a la población, por cada persona que se incrementa, el número de marcas ascenderá $0,000168004$ proporcionalmente. Por cada variación puntual del índice departamental de competitividad, se reducirá en 207.469 el número de marcas registradas, así mismo, por cada corresponsal bancario que se extienda por departamento, se incrementará en 0.178573 el número de marcas registradas en el país. Finalmente, por cada nueva patente de invención aceptada, el número de marcas registradas aumentará $20,5999$.

Por otra parte, el modelo no muestra problemas de multicolinealidad al tener un “*multicollinearity condition*”

number” de 23,47¹. Conjuntamente el modelo exhibe una homocedasticidad al rechazar la hipótesis nula en las pruebas de Koenker-Bassett y Breusch-Pagan de la misma manera, los residuos son normales al rechazar la hipótesis nula en la prueba Jarque Bera.

Ahora bien, se debe señalar que en los modelos ensayados no fueron explicativas las siguientes variables: número de Cuentas de Ahorro Electrónicas (CAE), la proyección de la población pobre para el año 2017, el índice de pobreza multidimensional y tampoco lo fue el índice de NBI por departamento.

REGRESSION DIAGNOSTICS			
MULTICOLLINEARITY CONDITION NUMBER		23.472571	
TEST ON NORMALITY OF ERRORS			
TEST	DF	VALUE	PROB
Jarque-Bera	2	0.3981	0.81950
DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY			
RANDOM COEFFICIENTS			
TEST	DF	VALUE	PROB
Breusch-Pagan test	5	5.5237	0.35535
Koenker-Bassett test	5	4.5977	0.46692
SPECIFICATION ROBUST TEST			
TEST	DF	VALUE	PROB
White	20	30.5977	0.06873

Finalmente, se presenta el valor predicho y el valor residual para cada unidad espacial en el modelo.

1 La multicolinealidad presentada puede ser considerada una sospecha y presentar problemas cuando es >30 , esta información se puede verificar en el manual *Interpreting Regression Output* in Geoda and ArcMap (MIT, 2013), también en el manual *Geoda and spatial regression modeling* del departamento de geografía de British Columbia (Matthews, 2006). Así mismo en el documento *CSDE GIS Workshop Series Spatial Regression* de la Universidad de Lisboa (Fowler, 2011).

OBS	mrca2017	PREDICTED	RESIDUAL
1	30.00000	-110.81873	140.81873
2	5504.00000	5362.12601	141.87399
3	26.00000	-115.36860	141.36860
4	51.00000	-387.80153	438.80153
5	877.00000	1040.43903	-163.43903
6	10463.00000	10441.41267	21.58733
7	269.00000	257.09050	11.90950
8	109.00000	238.50282	-129.50282
9	284.00000	102.54469	181.45531
10	54.00000	34.16038	19.83962
11	28.00000	-208.61635	236.61635
12	153.00000	326.86657	-173.86657
13	76.00000	-6.09165	82.09165
14	18.00000	145.01214	-127.01214
15	57.00000	62.74244	-5.74244
16	889.00000	1069.75529	-180.75529
17	0.00000	-86.32753	86.32753
18	1.00000	-71.87847	72.87847
19	134.00000	573.42015	-439.42015
20	37.00000	53.95897	-16.95897
21	79.00000	140.10422	-61.10422
22	83.00000	316.09512	-233.09512
23	150.00000	296.33503	-146.33503
24	215.00000	413.33562	-198.33562
25	13.00000	2.20076	10.79124
26	153.00000	-16.45843	169.45843
27	465.00000	139.68203	325.31797
28	708.00000	1237.53943	-529.53943
29	46.00000	-57.22250	103.22250
30	288.00000	416.12667	-128.12667
31	2502.00000	2083.86592	418.13408
32	0.00000	-37.97223	37.97223
33	0.00000	107.23158	-107.23158

DISCUSIÓN

La variación del número de marcas de productos y servicios registradas es posible explicarlas desde la literatura, principalmente por las variables independientes: indicadores de competitividad, indicadores financieros, los índices de pobreza, la población,

los derechos de autor y patentes de invención. Como variable dominante en la explicación de dichas relaciones se encuentra la competitividad en relación directa con la innovación como los principales factores causantes y que explican el desarrollo de la propiedad intelectual y el registro de marcas de productos o servicios. El motivo de este vínculo tiene que ver con el auge que han tenido en el mundo globalizado la investigación y el desarrollo como elementos fundamentales para lograr el progreso y, principalmente, que países en vía de desarrollo logren participar a la par que las grandes compañías dentro del comercio internacional (Narváez, Guerrero y Alcaraz, 2015).

En el plano de la normativa legal internacional, ha sido creado el Acuerdo sobre los Derechos de propiedad intelectual relacionados con el Comercio por medio del cual se ha buscado garantizar la equidad y la justicia entre los derechos de la propiedad intelectual y el comercio internacional. Así mismo, hay una destacable lista de reglamentos que ponen en evidencia el interés mundial por regular la propiedad intelectual y estimular la creación de marcas de productos y servicios debidamente registradas de manera que exista el espacio y las posibilidades de competir sana y equitativamente. Sin embargo, Narváez et al. (2015) destacan que existen “distorsiones sobre comercio creadas por una insuficiente protección” (p.14) de parte de las

organizaciones que se encargan de crear la normatividad internacional en relación con las marcas que no tienen la suficiente capacidad económica o estructural para competir de manera adecuada, principalmente por aspectos como los costos para cumplir con las disposiciones establecidas o la tecnología o la inversión extranjera directa.

Ahora bien, se entiende entonces que a nivel departamental el Estado tiene mayor cobertura de normatividad y reglamentación, con el fin de garantizar la competitividad y estimular la participación de las marcas emergentes, en departamentos que históricamente han tenido mayor cabida en el desarrollo económico. Es por este motivo que, de acuerdo con el informe del IDC emitido por el Consejo Privado de Competitividad (2017), las regiones más competitivas en los factores (las ubicadas hacia el norte del país): condiciones básicas, potenciadores de eficiencias y factores de sofisticación e innovación –que son la variable referencia emitida por el ICG del Fondo Económico Mundial– presentan desafíos en lo referente a la productividad y la inclusión social de los territorios. Por su parte, las regiones que menor competitividad presentan, según el informe, un “balance crítico” porque no alcanzan ninguno de los índices internacionales establecidos; la falta de recursos técnicos y tecnológicos, de inversión de capital extranjero y la falta de soporte estatal

justifican dicho balance e impiden que la innovación –aunque pueda estar presente– tenga un mayor desarrollo.

De esta manera, se plantea un viraje dentro de las políticas tradicionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina, las cuales se cimientan entre competitividad y desarrollo de la inclusión social (Casas, Corona y Ribera, 2013). Asimismo, se puede apuntar que en Colombia los departamentos que ostentan menores índices de competitividad son justamente los territorios donde actualmente se concentran mayores esfuerzos en temas de innovación y desarrollo incluyente por parte del gobierno.

La proyección de la población en 2017 tiene un efecto positivo en el número de marcas, tal como se evidenció en los resultados. La correlación de este resultado y la literatura también se justifica desde los aportes que se han tomado de la Cepal (2008) hasta este punto, en la medida que la población tenga libre acceso al material protegido con propiedad intelectual, estos tendrán mayor oportunidad de mejorar la calidad de la educación, de innovar y de hacer de sus propios conocimientos materia de propiedad intelectual. En este sentido, la propiedad intelectual y el registro de marcas dependen de manera fundamental de que existan las condiciones que favorezcan el acceso a la

educación, la salud y los medicamentos entre las comunidades más vulnerables.

Resulta importante hacer hincapié de que tanto el acceso a la información como la posibilidad de generar propiedad intelectual debe estar en equilibrio. Sin embargo, autores como Lander (2001), demuestran que sucede lo contrario, por lo que la desventaja y desequilibrio entre países desarrollados y en vía de desarrollo sigue siendo significativa y ha arrojado matices de impacto sociocultural y político.

De acuerdo con la Introducción a la propiedad intelectual desarrollada por Venero (2015), para la OMPI la propiedad intelectual se divide en dos ramas entre las que están la Propiedad industrial y el Derecho de autor. Las patentes de invención son un tipo de patente –las otras son patentes de modelo de utilidad– que protegen los productos o procedimientos que son nuevos y ofrecen una nueva manera de hacer algo, o son una solución novedosa para un problema; estas hacen parte de la primera de estas ramas. La propiedad intelectual le permite al creador de una patente beneficiarse de su obra. En este sentido, las patentes de invención vienen a ser una variable que considerar cuando se busca caracterizar la propiedad intelectual y su desempeño de manera localizada, tal como se hizo en esta investigación.

Respecto a la variable sobre las cuentas de ahorro tradicionales, se encuentra justificación en el modo como el sistema financiero se ha relacionado con la innovación. Investigaciones como las de Cornaggia, Mao, Tian & Wolfe (2012) evidencian que el sistema financiero ha aplicado formas de regulación que han afectado la innovación estatal. A pesar de que la innovación incide de manera determinante en el crecimiento económico, las entidades bancarias no ofrecen mecanismos por medio de los cuales se pueda apoyar a pequeñas y medianas empresas para impulsar sus emprendimientos basados en innovación dado que estas no tienen suficiente sustento económico. Por el contrario, se ha demostrado (Liu y Jiang, 2016) que las conexiones bancarias basadas en la igualdad pueden promover la innovación de manera más fácil y efectiva beneficiando el desarrollo económico de las naciones; tanto las empresas privadas, grandes y, sobre todo, las pequeñas y medianas se pueden beneficiar, siendo la diversidad uno de los factores esenciales para el crecimiento de las naciones, si se da mayor importancia al papel de la propiedad intelectual para promover la innovación.

Muchas de las pequeñas y grandes empresas basan su capital en ideas, en activos intangibles y esto no es tomado como un activo o como patrimonio; las entidades financieras restringen cualquier posibilidad de

apoyo y/o financiación. Dentro del sistema financiero no se asumen los procesos innovadores que tienen los productores o emprendedores porque estos no aparecen dentro de su balance financiero de manera que no tienen una base tangible y evidente para reflejar su capacidad para adquirir un crédito. Este comportamiento refleja, a su vez, la falta de participación o intervención por parte del Estado para establecer políticas públicas que estimulen la inversión en proyectos de emprendimiento de manera que fortalezca la solicitud y registro de marcas y patentes; lo que tiene consecuencias de carácter político, en tanto que dicho tipo de políticas reflejan gobiernos plenamente democráticos (Ho, Huang, Shi & Wu, 2018). Es importante recordar aquí la mención acerca de los análisis de la Superintendencia de Industria y Comercio cuando referenciaba las quejas de los inventores y emprendedores colombianos ante la falta de financiación y acceso a créditos para registrar sus patentes, lo que ratifica la correlación negativa encontrada.

Ahora bien, en relación con el número de cuentas de ahorro y acceso a créditos que se presentó en el punto anterior, se evidenció que el sistema financiero influye negativamente. Caso contrario en el análisis de la variable número de corresponsales bancarios por departamento. Para el caso puntual de esta investigación se encontró una correlación positiva

entre el número de corresponsales bancarios y la propiedad intelectual. Esto quiere decir que, aunque no hay apoyo por parte de las entidades financieras para estimular el registro de propiedad intelectual y de registrar marcas en los departamentos, existe mayor presencia de dichas entidades en estos departamentos. El reporte de inclusión financiera de 2017 presentado por la Superintendencia Financiera de Colombia indica que es parte de la política pública en Colombia que haya un incremento de sucursales bancarias y presencia de entidades financieras en los departamentos y los lugares más alejados de los centros del país de manera que se logren mejorar los indicadores financieros. Según este informe, en 2017 todos los departamentos del país tenían presencia de corresponsales bancarios y oficinas de entidades bancarias; los cuatro departamentos con mayor número de oficinas y corresponsales bancarios fueron Bogotá, Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca.

Como dato para comparar se encuentra que en la información acerca del acceso a créditos la inclusión fue representativa y “registró una evolución positiva, impulsada por los créditos de libranza, de libre inversión y las tarjetas de crédito, que aportaron la mayoría del saldo” (SFC, 2017, p.114), pero no hay presencia significativa de acceso a créditos para invertir en empresas. Por lo tanto, a pesar de la afirmación que se presen-

ta como conclusión en el informe de la SFC sobre los créditos de inversión, “resulta esencial incentivar este tipo de créditos que lleven a la innovación y transformación productiva de los microempresarios colombianos”, es evidente que en relación con la propiedad intelectual, debe haber una mayor integración de las políticas públicas y el sistema para el acceso a créditos diseñados por las entidades bancarias, de modo que estimulen una mayor participación regional. De esta manera, la solicitud y registro de marcas y patentes que se presentan en mayor medida en departamentos con IDC bajo, esté en concordancia con la inversión económica por parte de las entidades financieras.

CONCLUSIONES

En este trabajo se buscó determinar las variables que podrían explicar de mejor manera los registros de marcas en Colombia durante el periodo 2017. En los resultados obtenidos se reveló que las variables Cuentas de ahorro tradicionales y el Índice de Competitividad (IDC) afectan negativamente la propiedad intelectual. Los resultados obtenidos en esta investigación indican que los departamentos con menor IDC tienden a tener una mayor propiedad intelectual o esta tiene mayor peso que en los departamentos con mayor IDC.

El análisis refleja que en los departamentos de Colombia, principalmente los más alejados del centro, debe haber especial interés en estimular el desarrollo de propiedad intelectual en relación con las problemáticas que enfrenta el mundo en materia medioambiental, así como en que el estado debe encargarse de asegurar el acceso a la salud y medicamentos por medio del establecimiento de políticas justas en propiedad intelectual. Son dos elementos relativos a la propiedad intelectual, que hablan de manera implícita sobre el nivel socioeconómico de los departamentos y la importancia de su mejoramiento para que, a la vez, el registro de patentes, marcas y derechos de autor sea beneficiado.

Ahora bien, como recomendaciones para futuras investigaciones se destaca la posibilidad de agregar nuevas variables de carácter socioeconómico, especialmente aquellas que estén relacionadas con las comunidades indígenas o campesinas en relación con el conflicto. Es evidente, como se presentó en la fase de contraste de la literatura, que los condicionantes sociales y las circunstancias políticas influyen significativamente en los procesos de innovación y, por lo tanto, inciden de manera fundamental en la competitividad y el desarrollo social y económico tanto de las regiones como de los países.

En relación con los hallazgos cualitativos y cuantitativos cotejados, es importante resaltar que la efectividad del método corresponde a que está elaborado siguiendo de manera muy detallada la revisión de la literatura respecto a los conceptos trabajados. Por lo tanto, es fundamental que toda investigación que quiera implementar el método de Regresión Ponderada Geográficamente siempre fundamente dicho uso teóricamente y que las variables estén definidas de manera clara, además de que tenga en cuenta que estas investigaciones responden a las condiciones y características específicas del espacio sobre el que se está investigando.

REFERENCIAS

- Abud, M., Bronwyn, H. & Helmers, C. (2012). *La propiedad intelectual y el desarrollo socioeconómico. Estudio de país: Chile*. Organización Mundial de la propiedad intelectual (OMPI).
- Acea, Y. (2016). El sistema de propiedad intelectual y la protección de los conocimientos tradicionales. *Apuntes necesarios. Alegatos*, 12(3), 25-55.
- Alliance, P. R. (2014). *International Property Rights Index. 2014 Report*. Property Rights Alliance, Washington, DC. Recuperado de: <http://internationalpropertyrightsindex.org/about>
- Anselin, L., Syabri, I., & Kho, Y. (2006). GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis. *Geographical Analysis*, 38(1), 5-22.

- Antonelli, C., & Fassio, C. (2016). The role of external knowledge in the production of product and process innovation. *R&D Management*, 46(3), 34-56.
- Banca de las oportunidades. (2018). *Cuentas de ahorro tradicional* [base de datos en línea]. Recuperado de: <https://bancadelasoportunidades.gov.co/es/cuentas-de-ahorro>
- Banco Mundial. (2017). *Informe Anual*. Washington, USA: Grupo Banco Mundial.
- Benavides, G., Óscar, A., y Forero, P. (2002). Crecimiento endógeno: conocimiento y patentes. *Revista de Economía Institucional*, 4(6), 109-131.
- Casas, R., Corona, J. M., y Rivera, R. (2013). Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina: entre la competitividad y la inclusión social. Trabajo presentado en la *Conferencia Internacional LALICS*.
- Caviedes, C., y Fuentes, H. (2011). Acuerdos de propiedad intelectual: ¿Nos acercan al desarrollo? *Apuntes del CENES*, 30(51), 141-164.
- Comisión Económica para América y el Caribe (CEPAL). (2008). *América Latina y el Caribe: La propiedad intelectual después de los tratados de libre comercio*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Congreso de la República de Colombia (2015). Ley 1762. Recuperado de: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1762_2015.html

- Consejo Privado de Competitividad. (2017). *Informe Nacional de Competitividad 2017-2018*. (11ma ed.). Bogotá, Colombia: Zetta Comunicadores.
- Contreras, J. (2017). El Aparato Teórico en la Estructura Tradicional del Sistema de propiedad intelectual. *Universitas*, (135), 99-130.
- Cornaggia, J., Mao, Y., Tian, X. & Wolfe, B. (2012). Does banking competition affect innovation? *Journal of Financial Economics*, (115), 1.859-209.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2005). *Necesidades básicas 1985, 1993, 2005*. Bogotá, Colombia. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/censos/resultados/prest_NBI_100708.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2012). *Condiciones de Vida* [en línea]. Bogotá, Colombia. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/cp_pobreza_2011.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2015). *Estratos socioeconómicos en Colombia* [en línea]. Bogotá, Colombia. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/Preguntas_frecuentes_estratificacion.pdf.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018a). *Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2017*. Bogotá, Colombia: DANE.

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018b). *Estadísticas de Pobreza Multidimensional 2017*. Bogotá, Colombia: DANE.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (DANE). (2018c). *Metodología General Encuesta Nacional de Calidad de Vida*. Bogotá, Colombia: DANE.
- Dirección Nacional de Derecho de Autor (DNDA). (2018). *Red naranja*. Recuperado de: <http://derecho-deautor.gov.co/red-naranja>
- Fowler, C. (2011). *CSDE GIS Workshop Series Spatial Regression*. Portugal: Universidad de Lisboa. Recuperado de: https://fenix.ciencias.ulisboa.pt/download-File/2251937252639668/Outra_ajuda_interpretacao_resultados.pdf
- Furió, A. (2011). Entre los derechos del autor y el interés público: Historia de la idea de propiedad intelectual. *Pasajes*, (36), 54-69.
- Ho, C., Huang, S., Shi, H., & Wu, J. (2018). Financial deepening and innovation: The role of political institutions. *World Development*, (109), 1-13.
- Jover, J. N. (1999). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. La Habana, Cuba: Ed. Félix Varela.
- Lander, E. (2001). Los derechos de propiedad intelectual en la geopolítica del saber de la sociedad global del conocimiento. *Revista del Centro Andino de Estudios Internacionales*, (2), 79-88.
- Lelarge, C. (2012). Innovación y los Derechos de propiedad intelectual (pp.201-245). En Organization for

Economic co-operation and Development (OCDE). *Innovación en las Empresas, Foro consultivo científico y tecnológico*.

- Lis-Gutiérrez JP., Lis-Gutiérrez M., Gaitán-Angulo M., Balaguera MI., Vilorio A., Santander-Abril JE. (2018). Use of the Industrial Property System for New Creations in Colombia: A Departmental Analysis (2000–2016). In Tan Y., Shi Y., Tang Q. (eds) *Data Mining and Big Data. DMBD 2018. Lecture Notes in Computer Science*, vol 10943. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93803-5_74
- Liu, X. & Jiang, S. (2016). Bank equity connections, intellectual property protection and enterprise innovation: a bank ownership perspective. *China Journal of Accounting Research*, (9), 207-233.
- MIT. (2013). *Interpreting Regression Output in Geoda and ArcMap*. Recuperado de: https://libraries.mit.edu/files/gis/regression_Output_iap2013.pdf
- Matthews, S. (2006). *GeoDa and Spatial Regression Modeling. Geographic Information Analysis Core Population Research Institute*. Recuperado de: http://ibis.geog.ubc.ca/~brian/workshop/GeoDa_Spatial_Regression.pdf
- Narváez, G., Guerrero, C., y Alcaraz, J. (2015). Impacto de los indicadores de competitividad relacionados con la propiedad intelectual en el comercio internacional. *Revista Global de Negocios*, 3(2), 13-28.
- Organización Mundial de la propiedad intelectual (OMPI). (2017) *¿Qué es la propiedad intelectual?* [en

- línea]. Recuperado de: http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/intproperty/450/wipo_pub_450.pdf
- Rahko, J. (2016). Internationalization of corporate R&D activities and innovation performance. *Industrial and Corporate Change*, 25(6), 1.019-1.038.
- Ramos, E., Acedo, F., & Gonzales, R. (2011). Internationalization speed and technological patterns: A panel data study for Spanish SMEs. *Technovation*, 31(10-11), 560-572.
- Rangel Ortiz, H. (2012). Organización Mundial de la propiedad intelectual (OMPI). https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/intproperty/627/wipo_pub_627.pdf
- Roper, S., & Love, J. (2002). Innovation and export performance: evidence from the UK and German Manufacturing plants. *Research Policy*, 31(7), 1.087-1.102.
- Superintendencia de Industria y Comercio (SIC). (2018). *Estadísticas PI* [base de datos en línea]. <http://www.sic.gov.co/estadisticas-propiedad-industrial>
- Superintendencia Financiera de Colombia (SFC). (2017). *Reporte de Inclusión Financiera de 2017*. Recuperado de: <https://www.superfinanciera.gov.co/inicio/informes-y.../inclusion-financiera-1008471>
- Vanderliner, I. M. (2011). Sociedad de la información. Proceso de transformación hacia la protección de los derechos de autor. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 297-311.
- Venero, B. (2015). *Introducción a la propiedad intelectual*. Organización Mundial de la propiedad intelectual

tual (OMPI). Recuperado de: www.wipo.int/edocs/mdocs/tk/es/ompi_iptk_pan_15/ompi_iptk_pan_15.pdf

Vercellone, C. (2004). Las políticas de desarrollo en tiempos del capitalismo cognitivo (pp.63-74). En E. Rodríguez y R. Sánchez (comp.). *Capitalismo cognitivo, propiedad intelectual y creación colectiva*. Editorial Traficantes de Sueños.

Waniez, P. (2018). Philcarto [Software]. Recuperado de: <http://philcarto.free.f>

Cómo citar este capítulo:

Prada González, E. E., Lis-Gutiérrez, J. P., y Aponte López, A. C. (2018). Mínimos cuadrados ordinarios geográficos aplicados a los registros de marcas en Colombia (2017). En J.-P. Lis-Gutiérrez, C. Henao, y L. E. Malagón-Castro, (Edts.). *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas* (pp.119-159). Villavicencio: Corporación Universitaria del Meta-Unimeta.

Regresión ponderada geográficamente: una aplicación para el caso del contrabando en Colombia (2016)

Jenny Paola Lis-Gutiérrez, Melissa Lis-Gutiérrez, Carolina Henao, Manuel Ignacio Balaguera, Henry Zapata Patarroyo, Leonor Mojica Sánchez

INTRODUCCIÓN

El contrabando o comercio ilegal de diferentes tipos de bienes puede ser definido como el ingreso o transporte clandestino de productos que pueden ser genuinos o falsificados, incumpliendo las normas y leyes establecidas en el país de origen o país de ingreso. Esto con el fin de evitar el pago del arancel e impuestos aplicables a los productos (Byrne, 2007; Eser, Kurtumusoglu, Bicaksiz & Sumer, 2015).

El contrabando emerge como una opción de intercambio de bienes de manera ilícita, del cual se iden-

tifica inicialmente una afectación de tipo económico producida por el menor pago de derechos e impuestos a la importación o la imitación, que impacta negativamente las condiciones comerciales, de empleo y de producción en la industria y el comercio formal legalmente organizado y que cumple con sus obligaciones de tipo tributario, aduanero terminando en graves afectaciones de tipo recaudatorio en materia de ingresos tributarios.

El contrabando y la falsificación son actividades clandestinas y dinámicas de gran relevancia que les permiten a las organizaciones criminales encontrar una enorme fuente de financiación de todas sus actividades al margen de la ley y que se caracterizan principalmente por cambios repentinos en los principales actores involucrados. Adicionalmente, representan una amenaza financiera para casi todas las industrias y un peligro potencial para la salud de los consumidores y para la seguridad pública, puesto que traen consigo problemas de violencia asociados al ajuste de cuentas y otros crímenes, necesarios para garantizar que los negocios ilícitos sigan funcionando (Byrne, 2007, Frontier Economics, 2017a, 2017b).

De acuerdo con el Plan Anticontrabando 2015-2018 (DIAN, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2015):

Colombia cuenta con 71 puertos, distribuidos en los dos océanos por los cuales está rodeada y por donde ingresa el 97 % de la mercancía; tiene 19 aeropuertos de carga y viajeros internacionales, con el 0.5 % de la carga del país, en términos de peso bruto; y 13 pasos de frontera, los cuales se constituyen como lugares habilitados para el ingreso y egreso legal de mercancías. (p.28)

Sin embargo, la mayor parte de las aprehensiones son identificadas por sitios habilitados.

En este contexto, es valioso indagar por los determinantes que permiten explicar el valor de las aprehensiones de mercancías de contrabando en Colombia en 2016. La metodología empleada para el desarrollo del documento es de tipo correlacional y explicativo, aplicando la metodología de regresión ponderada geográficamente.

Para realizar lo anterior, el capítulo se encuentra estructurado en cuatro secciones. En la primera, se realiza un *benchmarking* de las experiencias internacionales sobre la lucha contra el contrabando, y se elabora un diagnóstico sobre la situación del contrabando en

Colombia. En la segunda se presenta la metodología. En la tercera se muestran los resultados de la aplicación del modelo y en la última las conclusiones.

ESTADO DEL ARTE

Este apartado se presenta un *benchmarking* de las experiencias internacionales sobre la lucha contra el contrabando, y se elabora un diagnóstico sobre la situación del contrabando en Colombia.

Experiencias internacionales sobre la lucha contra el contrabando

Antes de iniciar la presentación sobre las experiencias internacionales sobre contrabando debe aclararse que esta actividad se enmarca dentro de la economía, mercado ilegal o criminal. De acuerdo con Giraldo Ramírez (2014), un mercado debe analizarse a partir de la mercancía, el intercambio y el mecanismo de gestión de contratos. En este contexto, la economía ilegal consiste en la producción y comercialización de bienes que pueden ser tanto ilícitos como lícitos y que para el cumplimiento de los contratos se emplea la fuerza (Arango Osorno et al., 2014).

Por su parte, la economía criminal es definida por Giraldo y Naranjo (2011) como aquella que: (i) puede abarcar todas las actividades económicas, (ii) se desa-

rrolla por fuera de los marcos legales en mercados informales o legales, (III) asegura los acuerdos entre los agentes del mercado ilegal haciendo uso de la amenaza o la violencia por parte de grupos particulares.

Precisamente, Santander (2013) afirmó que para dar solución a las economías ilegales en un territorio, la respuesta no puede ser unidimensional, ya que sus orígenes son diversos (posición geográfica privilegiada, baja presencia institucional en el territorio nacional, condiciones sociales desfavorables, entre otros).

De acuerdo con Talarico & Zamparini (2017), debido a la naturaleza ilícita del contrabando, evaluar la evolución de este fenómeno representa una tarea difícil. La escasez de datos es la principal razón para no contar con trabajos cuantitativos en la literatura científica. De acuerdo con la CEPAL (2000), al igual que el mercado de la droga, es difícil estimar la dimensión del contrabando y la falsificación, ya que son actividades clandestinas, muy dinámicas, caracterizadas por cambios repentinos en los principales actores involucrados y por la evolución constante como resultado de una serie de factores tales como: globalización, internet, nuevas rutas de tráfico, innovaciones en la producción de drogas y métodos de tráfico (CEPAL, 2000).

Precisamente, en las últimas décadas se ha identificado que con el desarrollo de estrategias comerciales a través de plataformas en línea para la comercialización de bienes ilícitos se ha favorecido el contrabando, afectando la economía mundial de manera negativa (Thaichon & Quach, 2016).

Por su parte, la Policía de Canadá realizó un estudio en 2010 en el cual concluyó que el contrabando de tabaco, cigarrillos y drogas representaba una fuente importante de ingresos para el crimen organizado, favoreciendo la economía subterránea donde se emplean las ganancias ilícitas para apoyar otras actividades criminales (Police Royal Canadian Mounted, 2010). Y en el año 2014 la Oficina de Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC, 2014a, 2014b, 2014c, 2014d) realizó un estudio en el que demostró que, globalmente, entre el 3,5 % y el 7 % de la población mundial de 15 a 64 años ha consumido una droga ilícita (cannabis, opiáceos, cocaína o anfetamina) al menos una vez en 2011.

Paoli (2004) reconoce que las características del mercado ilícito de tabaco y drogas determinan las características de quienes intervienen en actividades ilegales. Por lo tanto, los grupos de contrabandistas están en constante evolución para adaptarse a la naturaleza cambiante del mercado y al mejor control de

las autoridades policiales. Las organizaciones delictivas que participan en el tráfico ilícito generalmente adoptan asociaciones flexibles y dinámicas. La estructura jerárquica formal se sustituye por mecanismos más flexibles, pragmáticos y orientados a las oportunidades. Además, la distancia geográfica no parece limitar las conexiones criminales de los delincuentes.

En contraposición con la perspectiva anterior, se encuentra el trabajo de Talarico & Zamparini (2017), quienes encontraron que los grupos involucrados en actividades lucrativas ilegales como el contrabando de tabaco, drogas o trata de personas¹ se caracterizan por altos niveles de organización y coordinación. Estos grupos delictivos suelen estar racionalmente estructurados para aumentar su eficiencia, minimizar el riesgo de ser descubiertos y limitar las incautaciones y castigos. El logro de estos objetivos limita probablemente la creación de organizaciones criminales grandes, estructuradas y monopólicas o su persistencia en el tiempo.

A lo anterior se suma que el contrabando como comercio ilegal provoca grandes pérdidas a los presupuestos nacionales, por el no pago de derechos e impuestos de aduana. Por ejemplo, las ventas interna-

1 Es de aclarar que la trata de personas es un crimen transnacional independiente de la tipificación legal del contrabando en Colombia mediante la Ley 1762 de 2015 (Congreso de la República de Colombia, 2015).

cionales de productos falsificados en 2007 representaron 600.000 millones de dólares, es decir, entre el 5 y el 7 % del comercio mundial (Pollinger, 2008).

En ese mismo sentido, Argent (2014) afirma que las pérdidas globales de la falsificación de marcas de lujo ascendieron a más de \$ 600 mil millones en 2014, llegando a representar entre el 5 % y 7 % del comercio mundial y ocasionando la pérdida de alrededor de 300.000 puestos de trabajo en Europa. Para este mismo año UNODC (2014b) estimó que esta actividad correspondió a 250 millones de dólares para el crimen organizado.

Durante el periodo 2012 a 2014, las actividades de investigación de la Oficina Europea de Lucha contra el Fraude (OLAF) y las operaciones aduaneras conjuntas de los estados miembros europeos contribuyeron a confiscar más de 800 millones de paquetes de cigarrillos en la Unión Europea (OLAF, 2015, 2016).

Ahora bien, dentro del estudio más reciente divulgado por la Cámara Internacional de Comercio (Frontier Economics, 2017b), se encuentran los siguientes hechos para los países de la OCDE:

- En Europa entre 2008 y 2013 el contrabando y la piratería se han incrementado en un 80 %.
- El valor del comercio internacional y domésti-

co de mercancías falsificadas y pirateadas en 2013 osciló entre 710 - 917 mil millones de dólares, representando hasta el 2,5 % del valor del comercio internacional.

- La piratería digital en películas, música y software en 2015 fue de 213 mil millones de dólares.
- Se proyectan pérdidas netas de empleo de 4,2 a 5,4 millones para el año 2022.
- Una reducción de un punto porcentual de la intensidad de la falsificación y la piratería tendría un valor entre \$ 30 mil millones y \$ 54 mil millones en 2017 para los 35 países de la OCDE.
- El valor del comercio en mercancías falsificadas y pirateadas podría alcanzar \$ 991 mil millones para 2022.
- Se prevé que el valor de las mercancías falsificadas y pirateadas producidas y consumidas en cada país podría oscilar entre 524 y 959 mil millones de dólares para 2022.
- El valor de la piratería digital en películas, música y software podría alcanzar entre 384 y 856 mil millones de dólares en 2022.
- El valor total de contrabando y mercancías falsificadas ascendería para 2022 a una cifra que oscilaría entre 1.90 y 2.81 trillones de dólares.

En el caso específico de Euromonitor Consulting (2016), consideró dentro de las modalidades de alcohol ilegal el contrabando² e identificó que Colombia es uno de los mercados más grandes para la venta de licor ilegal, alcanzado un crecimiento entre 2011 y 2015 de 20,7 %. Sin embargo, los mayores crecimientos los presentó Ecuador (47,8 %) y Honduras (35,7 %) durante el mismo periodo. Desde otra perspectiva, el mismo estudio señala que entre 2011 y 2015 se presentó un crecimiento en el consumo per cápita de bebidas alcohólicas ilegales equivalente a 1,1 litros al año en 2015.

Los costos económicos estimados por el estudio se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1
Costos económicos y sociales estimados por la piratería y el contrabando en los países de la OCDE

Costo	2013	2022 (pronóstico)
Desplazamiento de la actividad económica legítima	470-\$597 Billones de dólares	980-\$1244 Billones de dólares
Reducción de la inversión extranjera directa	111 Billones de dólares	231 Billones de dólares
Pérdidas fiscales	96-\$130 Billones de dólares	199-270 Billones de dólares
Beneficios para el crimen organizado	60 Billones de dólares	125 Billones de dólares
Total	737-\$898 Billones de dólares	1.54 - \$1.87 Trillones de dólares
Empleos perdidos	2-2.6 millones de empleos	4.2-5.4 millones de empleos

Fuente: Frontier Economics (2017a, p. 53).

2 Las otras modalidades son: adulterado, artesanal ilegal, no apto para consumo humano, bebidas que evaden impuestos.

Después de revisar las cifras y proyecciones más recientes, a continuación se presentarán las lecciones de las experiencias internacionales. De acuerdo con Talarico & Zamparini (2017), estudios más detallados podrían fomentar significativamente la cooperación entre los organismos nacionales y los servicios aduaneros para prevenir, detectar e investigar los episodios de contrabando. Y según Benson & Decker (2010), a través de una mejor cooperación entre las autoridades aduaneras fronterizas y las empresas, sería posible aumentar la seguridad y garantizar los flujos de mercancías evitando congestión, retrasos, costes externos e internos, así como conflictos entre organismos públicos, operadores y clientes.

Un mejor conocimiento de la dinámica del contrabando de drogas podría también mejorar la comprensión de la estructura (por ejemplo, jerarquía, reglas, comunicación, adaptabilidad, especialización, coordinación, procedimientos) de las organizaciones criminales detrás de estos flujos y sus redes. De allí la importancia de realizar estudios como el presente libro.

Después de haber revisado algunos casos internacionales, es posible analizar el caso colombiano, lo cual se realiza en la siguiente sección.

Análisis de la situación del contrabando en Colombia

Antes de iniciar con el análisis del contrabando y sus efectos en Colombia, es necesario realizar algunas aclaraciones conceptuales sobre el contrabando. En términos generales, el contrabando es el movimiento de mercancías hacia o desde el país por los sitios habilitados o no habilitados para el ingreso donde se infringe el pago ordenado de los impuestos aduaneros estipulados por el gobierno nacional. Surge con varios propósitos, tales como la evasión de los tributos aduaneros, soslayar vistos buenos, prohibiciones o restricciones; y está asociado a la pérdida de sostenibilidad y competitividad de sectores como confecciones, textiles, hidrocarburos, alimentos, medicamentos, licores, calzado, cigarrillos, ganado, autopartes y metales (DIAN, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2015).

Otras definiciones que se han dado en el territorio nacional son las de Lizarazo Figueroa (1972), quien indica que el contrabando es

El acto de introducir al territorio nacional mercancías de otro país en forma ilícita o venderlas o consumirlas cuando los productos se encuentran fuera del comercio por la carencia de requisitos especiales atinentes a su nacionalización, como el pago de los derechos y gravámenes arancelarios y el cumplimiento de otras exi-

gencias, como aquellas que gobiernan la permanencia y venta de bienes importados al amparo de un régimen de excepción o en forma temporal.

Según Hernández Quintero & Barrero (2015, p.14), el contrabando:

es una conducta vinculada históricamente con la estructura de la sociedad colombiana y que ha sido considerado desde la colonia como una grave infracción a las normas que regulan el comercio, con efectos nocivos en todas las actividades económicas y el desarrollo de los países.

Según el Observatorio de Desarrollo Económico de Bogotá, Secretaría de Desarrollo Económico (2015) el contrabando se define como:

Una actividad ilegal que consiste en comerciar con productos sin pagar los impuestos correspondientes; es decir, es la entrada, salida y venta clandestina de mercancías para defraudar a las autoridades, con la evasión de aranceles, derechos e impuestos. A su vez, se pueden considerar dos tipos de contrabando, el abierto y el técnico.

Y más adelante indica:

Por un lado, el contrabando abierto consiste en el ingreso o salida de mercancías al territorio nacional sin ser presentadas o declaradas ante la autoridad aduanera en los lugares habilitados, donde su objetivo es eludir el pago de los tributos aduaneros tales como aranceles, IVA u otros derechos. Por otro lado, el contrabando

técnico consiste en el ingreso o salida de mercancías al territorio aduanero nacional con presentación y declaración, pero que por una serie de maniobras fraudulentas se altera la información que se le presenta a la autoridad aduanera, teniendo como objetivo principal pagar menos tributos o aranceles.

Existen dos tipos de contrabando, el abierto y el técnico (Granada López & Sierra Reyes, 2016). El primero consiste en el ingreso o salida de mercancías no declaradas o presentadas ante las autoridades aduaneras al territorio aduanero nacional, por lugares habilitados (puertos y aeropuertos) y lugares no habilitados (playas, trochas, pasos de frontera, aeropuertos, puertos, depósitos). Lo anterior con el objeto de eludir el pago de los tributos aduaneros como el arancel, IVA u otros (UNODC, 2011, 2013).

El segundo tipo consiste en el ingreso o salida de mercancías al territorio aduanero nacional con presentación y declaración, pero alterando la información que se le presenta a la autoridad aduanera, con el objetivo de subfacturar, sobrefacturar, evadir el cumplimiento de requisitos legales, cambiar la posición arancelaria u obtener otros beneficios aduaneros o tributarios (Granada López & Sierra Reyes, 2016). En la Tabla 2 se sintetizan las diferentes modalidades de contrabando, de acuerdo con la clasificación de técnico o abierto.

Tabla 2
Modalidades de contrabando

Tipo de contrabando	Modalidad	Descripción
Abierto	Hornigueo o pitufo	- Ingreso de mercancías ocultas en el equipaje o en el cuerpo de la persona que cruza una frontera. - Situación en la cual una misma persona realiza ingresos en forma sistemática a un territorio con mercancías cuyo monto no supera los límites permitidos por la ley, pero que en suma sí los supera.
Abierto	Ingreso con omisión de declaración	El ingreso de la mercancía se da por un punto de frontera, pero sin realizar la declaración de importación exigida por la normativa vigente o sin presentar la mercancía ante la autoridad competente.
Abierto	Pampeo	Ingreso de mercancías en vehículos, camiones o animales, por trochas, ríos, pampas o rutas alternas a los puestos de control y aduanas establecidos en zonas de frontera.
Abierto	Caravana de la muerte o culebra	Caravanas de camiones o tractomulas con mercancías, que ingresan al territorio arrasando con cualquier obstáculo que se les presente en la vía. Caravanas de diferentes animales utilizados para transportar mercancía de un país a otro, por diferentes lugares alejados a ciudades fronterizas.
Abierto	Menudeo o caleta	Ingreso de pequeñas cantidades de mercancías por diferentes medios, por medio de sofisticados métodos de camuflaje acondicionados en vehículos, por ejemplo.
Técnico	Subfacturación	Mecanismo mediante el cual se registra ante la autoridad aduanera del país un precio de compra del producto mucho menor al real, por lo cual se pagan menos aranceles y por ende menos impuestos sobre las ventas. En estos casos el beneficio supera el temor de caer dentro de los esquemas de control aduanero. Se detecta cuando al comparar las cifras de las dos fuentes (importaciones oficiales y exportaciones espejo) a nivel de país y capítulo del arancel, en el valor reportado en el registro de exportación espejo, la cifra es mayor que la oficial de importaciones.

Tipo de contrabando	Modalidad	Descripción
Técnico	Sobrefacturación	<p>Esta modalidad generalmente está asociada al lavado de activos que funciona de la siguiente forma: al declarar un mayor valor de la importación (sin importar tarifa arancelaria e IVA) se busca falsear el valor de la entrada de mercancías con el fin de movilizar divisas con fines de lavado de dinero.</p> <p>Esta operación viene unida a mercancía inexistente o sobre-valorada, que solo se plasma en la declaración de Técnico importación. El dinero entra al sistema financiero, paga los impuestos correspondientes, pero la mercancía es ficticia o viene en menores cantidades a las indicadas. Se detecta cuando al comparar las cifras de las dos fuentes (importaciones oficiales y exportaciones espejo) a nivel de país y capítulo del arancel, el valor reportado en el registro de exportación espejo, la cifra es menor que la oficial de importaciones.</p>
Técnico	Dobleto o cambio de procedencia	<p>Este tipo de contrabando se configura cuando el importador cambia, de manera fraudulenta, la identificación del país de procedencia de las mercancías. Se detecta al comparar el agregado por país y capítulo en ambas fuentes (importaciones oficiales vs exportaciones espejo), cuando el dato del país receptor es mayor que cero y el dato de la exportación espejo es cero.</p> <p>Se infiere que este procedimiento puede estar orientado a la consecución ilegal de beneficios arancelarios pactados en los tratados de libre comercio que se suscribe con algunos países en particular o en los convenios de diferimiento arancelario adelantados por la autoridad aduanera del país.</p>
Técnico	Triangulación o cambio de posición arancelaria	<p>Al igual que el cambio de procedencia, este tipo de contrabando técnico tendría como propósito beneficiarse, ilícitamente, de salvaguardias o exenciones de que gozan algunos productos clasificados en posiciones arancelarias particulares.</p>
Técnico	Declaración de tránsito aduanero internacional	<p>Mercancías con destino a otros países no continúan su tránsito y por el contrario son comercializados en el territorio.</p>

Tipo de contrabando	Modalidad	Descripción
Técnico	Declaración de acumulación de origen falsa	Se declara falsamente ante la autoridad aduanera que se cumple con los requisitos de acumulación de origen exigidos por los acuerdos comerciales suscritos por Colombia. De esta manera se recibe la exención o reducción del pago de aranceles bajo el marco del acuerdo comercial del que se trate.
Técnico	Gemeleo	Ingreso de mercancías amparadas en documentos (declaraciones y comprobantes de pago de aranceles) que realmente no corresponden a dicha mercancía sino a otra similar ingresada con anterioridad. Esta práctica permite que a partir de una sola declaración se ampare el ingreso de varios cargamentos. El primer ingreso, en estricto sentido, se hace conforme a la ley, pero los sucesivos ingresos se realizan con la presentación de documentos que no son auténticos y que constituyen una apariencia de legalidad, siendo en realidad un mecanismo de defraudación.
Técnico o abierto	Aprovechamiento ilegal por diferencial en tasa de cambio	La diferencia de la tasa de cambio oficial con la tasa de cambio de un país vecino genera incentivos económicos para traer mercancías y venderlas a un precio muy superior al de compra. Esta práctica puede conducir a escenarios de competencia desleal.
Técnico o abierto	Aprovechamiento por captura de subsidios	Los bienes son adquiridos en países vecinos que gocen de una reducción en los precios asociado a subsidios. Se ingresan al territorio nacional y se venden a un precio muy superior al de compra.

Fuente: Elaboración propia con base en Ministerio de Hacienda y Crédito Público y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2014), Ministerio de Hacienda y Crédito Público et al. (2014) y Vela Meléndez (2012)

En el caso del contrabando en Colombia, los niveles que ha alcanzado y la gran problemática que este flagelo representa para el país se han visto favorecidos por la excelente situación geoestratégica del territorio con dos océanos, siendo la puerta de salida hacia Centro América y la entrada de Sur América, cerca del único Canal Interoceánico entre el Caribe y el Pacífico. Así mismo, el tener fronteras tan amplias y de compleja geografía, con poco desarrollo social y económico, la convierte junto con algunos de sus vecinos, en los lugares perfectos para los contrabandistas.

Desde otro punto de vista, cabe resaltar los hallazgos de Zaitch (2002), quien para el caso colombiano encontró poca evidencia de jerarquías verticales en el contrabando de drogas y concluyó que la estructura de distribución era flexible, horizontal, basada principalmente en lazos étnicos y de parentesco, lo que facilitaba las relaciones entre contrabandistas. También describe las operaciones de contrabando de drogas como redes flexibles compuestas de grupos dinámicos, con alta capacidad de adaptación.

Los estudios de Lis-Gutiérrez et al. (2017, 2018) indicaron que a partir de las estimaciones de la DIAN se identificó que la distorsión debida al contraban-

do ascendía a 6.171 millones de dólares en 2016; sin embargo, a pesar de los esfuerzos coordinados de diferentes entidades, las aprehensiones en 2015 correspondieron solo al 1,93 % de dicho valor y en 2016 al 1,7 %. Esto quiere decir que en Colombia, más del 98 % del contrabando aún no es detectado y es una de las actividades delictivas más lucrativas y con menores riesgos para quienes la ejercen.

METODOLOGÍA

El propósito de este apartado es explicar el método empleado para el análisis del fenómeno: la regresión ponderada geográficamente, un método de dependencia que busca identificar los factores que explican los patrones espaciales observados en los dos ejercicios anteriores.

Los datos

En este trabajo se emplean como fuentes primarias los reportes de la Dirección de Gestión de Fiscalización de la Subdirección de Gestión de Fiscalización Aduanera de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) de Colombia. Los reportes contienen la información mensual y semanal sobre el número y valor de las aprehensiones, los sectores y productos económicos afectados, la causal y canales

de aprehensión. Igualmente, se recurrió a cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (población, necesidades básicas insatisfechas, Índice de Pobreza Multidimensional, valor agregado, peso relativo municipal en el valor agregado departamental) y Contaduría General de la Nación (ICLD, gastos funcionamiento, categoría municipal).

En la Tabla 3 se presentan los datos, fuentes y unidades empleadas para las secciones siguientes. Los software utilizados con el fin de calcular los modelos corresponden a Philcarto (análisis de clúster y componentes principales) y Geoda.

Tabla 3
Fuentes y unidades de datos empleados

Datos	Abreviatura	Unidades	Fuente
Cantidad de aprehensiones 2015	Cant Apreh 2016	Número de aprehensiones	Dirección de Gestión de Fiscalización de la Subdirección de Gestión de Fiscalización Aduanera de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales
Valor Avalúo de las aprehensiones 2015	Valor Avalúo Apreh \$ 2016	Pesos	Dirección de Gestión de Fiscalización de la Subdirección de Gestión de Fiscalización Aduanera de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales
Cantidad de aprehensiones 2016	Cant Apreh 2016	Número de aprehensiones	Dirección de Gestión de Fiscalización de la Subdirección de Gestión de Fiscalización Aduanera de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales

Datos	Abreviatura	Unidades	Fuente
Valor Avalúo de las aprehensiones 2016	Valor Avalúo Apreh \$ 2016	Pesos	Dirección de Gestión de Fiscalización de la Subdirección de Gestión de Fiscalización Aduanera de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales
Variación de la cantidad de aprehensiones 2015-2016	Var Cant Apreh 2015-2016	Porcentaje	Cálculos de los autores
Variación del valor de las aprehensiones 2015-2016	Var Valor Apreh 2015-2016	Porcentaje	Cálculos de los autores
Participación en el número de aprehensiones 2015	Part Cant. Apreh. 2015	Porcentaje	Cálculos de los autores
Participación en el valor de las aprehensiones 2015	Par Valor Apreh. 2015	Porcentaje	Cálculos de los autores
Participación en el número de aprehensiones 2016	Part Cant. Apreh. 2016	Porcentaje	Cálculos de los autores
Participación en el valor de las aprehensiones 2016	Par Valor Apreh. 2016	Porcentaje	Cálculos de los autores
Población de Colombia proyectada a 2015	Población 2015	Número de personas	DANE
Población de Colombia proyectada a 2016	Población 2016	Número de personas	DANE
Valor Agregado del Municipio	VAMMP	Miles de millones de pesos	DANE
Peso relativo municipal en el Valor Agregado departamental	PRMPD	Porcentaje	DANE

Datos	Abreviatura	Unidades	Fuente
Necesidades Básicas Insatisfechas 2005 (Cabecera)	NBI Cabecera	Porcentaje	DANE
Necesidades Básicas Insatisfechas 2005 (resto)	NBI Resto	Porcentaje	DANE
Necesidades Básicas Insatisfechas 2005	Total NBI	Porcentaje	DANE
Índice de Pobreza Multidimensional zona urbana	IPM urbana	Porcentaje	DNP
Índice de Pobreza Multidimensional zona rural	IPM rural	Porcentaje	DNP
Índice de Pobreza Multidimensional	IPM total	Porcentaje	DNP
Ingresos corrientes de libre destinación	ICLD Contaduría	Miles de Pesos	Contaduría General de la Nación
Gastos Funcionamiento	GF	Miles de Pesos	Contaduría General de la Nación
Participación de los Gastos Funcionamiento / Ingresos corrientes de libre destinación	Part Gastos Funcionamiento / ICLD	Porcentaje	Contaduría General de la Nación
Categoría municipal	Categoría	Número entre 1 y 6	Contaduría General de la Nación

Fuente: Elaboración propia con base en Dirección de Gestión de Fiscalización de la Subdirección de Gestión de Fiscalización Aduanera de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (2016), DANE (2017a, 2017b), Contaduría General de la Nación (2018).

Regresión ponderada geográficamente

De acuerdo con Mei (2006), la regresión ponderada geográficamente fue propuesta por Brunson et al. (1996, 1998), inspirado en los métodos de regresión no paramétricos. Esa técnica se construye a partir de la no estacionariedad espacial de una relación de regresión para datos espaciales.

En este sentido la forma del modelo sería:

$$y_i = \sum_{j=1}^p \beta_j (u_i, v_i) x_{ij} + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

En donde y_i es el vector de valores de la variable dependiente³, x_i es el conjunto de variables independientes, u_i, v_i es la ubicación de las unidades espaciales consideradas, β_j es el conjunto de coeficientes de la regresión y ε_i es el término de error que se distribuye con media 0 y varianza σ^2 . Este modelo corresponde a un “Modelo autorregresivo de regresión espacial de orden 1”.

Para el modelo, la variable dependiente es el valor de las aprehensiones en 2016. Las variables explica-

3 Para ampliar la información del cálculo matemático se sugiere revisar Fotheringham, Brunson, y Charlton (2002), y Lu et al. (2014).

tivas fueron las indicadas en la Tabla 3. Se empleó el software Geoda para el cálculo del modelo. El mejor modelo corresponde a la salida que se presenta a continuación.

En este caso, las tres variables del modelo explican el 82,14 % del valor de las aprehensiones en 2016 y todas son significativas, con un margen de error del 5 %. El modelo sin intercepto (constante) corresponde a:

$$\begin{aligned} \text{Valor del avalúo 2016} &= 16.667 * \text{Pob 2016} - 374.408 \\ &* \text{Valor Agregado del Municipio} + 1.681,94 * \text{Ingresos} \\ &\text{corrientes de libre destinación} + \varepsilon_i \end{aligned}$$

El Valor del avalúo 2016 es considerado como una proxy de las actividades de contrabando. Esto indica que por cada persona que se incrementa en 16.667 pesos el valor aprehendido. Por cada mil millones de pesos que se incrementa el valor agregado del municipio, se reduce en 374.408 pesos el valor aprehendido, es decir, si aumentan las actividades legales se reduce la actividad del contrabando; finalmente, por cada 1.000 pesos que se incrementen los ingresos de libre destinación, se incrementa en 1.681 el valor de las aprehensiones.

Este modelo no presenta problemas de multicolinealidad al tener un “*multicollinearity condition number*”

inferior a 20⁴. Así mismo, se presenta homocedasticidad al rechazar la hipótesis nula en las pruebas de Breusch-Pagan y Koenker-Bassett. Los residuos son normales al rechazar la hipótesis nula en la prueba Jarque Bera.

Finalmente, en las pruebas de dependencia espacial de los errores se verifica que el índice de Moran no es significativo, lo que implica que no hay autoformación espacial en los errores y no se requiere un modelo de rezago espacial.

```

REGRESSION
-----
SUMMARY OF OUTPUT: ORDINARY LEAST SQUARES ESTIMATION
Data set           : E1 7
Dependent Variable : Valor Avalúo Apreh $ 2016
Number of Observations: 41
Mean dependent var : 7.48877e+009  Number of Variables   : 4
S.D. dependent var : 1.26855e+010  Degrees of Freedom    : 37

R squared          : 0.834858  F statistic           : 62.3408
Adjusted R-squared : 0.821468  Prob(F-statistic)    : 1.54187e-014
Sum squared residual: 1.07587e+021  Log likelihood        : -974.81
Sigma-square       : 2.90777e+019  Akaike info criterion : 1957.62
S.E. of regression : 5.39237e+009  Schwarz criterion     : 1964.48
Sigma-square ML    : 2.62488e+019
S.E. of regression ML: 5.12258e+009
-----

```

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Probability
CONSTANT	-2.09737e+009	1.77286e+009	-1.18304	0.24434
Población 2016	16667	3855.45	4.32298	0.00011
VAMMP	-374488	167397	-2.23665	0.03142
ICLD Co., de Pesos	1681.94	778.411	2.16074	0.03726

4 La multicolinealidad debe ser inferior a 30 (MIT, 2013; Matthews, 2006 y Fowler, 2011).

Finalmente, se presenta el valor pronosticado y el residual para cada unidad espacial.

OBS	Valor Avalúo Apreh \$	2016 PREDICTED	RESIDUAL
1	2208110873.00000	1011707688.80350	1196403184.19650
2.	4835376040.00000	4523620512.63399	31175552736601
3.	21242311.00000	-2750359108.25942	2771601419.25942
4	18051101522.00000	14884136042.90926	3166965479.09074
5	62905401939.00000	65389223695.10288	-2483821756.1028
6	13664969893.00000	4663441796.78893	9001528096.21107
7	18656169671.00000	5569981553.17303	13086188117.8269
8	36519452250.00000	28231985953.3032	78287466296.6967
9	16568887896.00000	12276276452.9587	74292611443.0412
10	13909448582.00000	8821396480.5194	95088052101.4805
11	53068161.00000	3826733196.21274	-3773665035.2127
12	68099066.00000	825587156.76077	-757488090.7607
13	251443817.00000	7601497636.99553	-7350053819.9955
14	318992636.00000	567677866.04382	-248685230.0438
15	18990727660.00000	5297734474.63970	13692993185.3603
16	70577039.00000	863017971.78899	-792440932.7889
17	5559274276.00000	5674316038.99000	-115041762.9900
18	4422571761.00000	6199875005.92491	-1777303244.9249
19	35792134867.00000	36616876355.70136	-824741488.7013

20	2241245794.000008	229863059.97143	-5988617265.9714
21	148398373.00000	4753983335.75846	-4605584962.7584
22	10443220.00000	3505362537.57443	-3494919317.5744
23	3718198570.00000	1274836367.18244	2443362202.8175
24	170646885.00000	9011275024.13176	-8840628139.1317
25	5942237551.00000	5944796761.11091	-2559210.1109
26	940600907.00000	4922754897.70945	-3982153990.7094
27	955607126.00000	998812249.50775	-43205123.5077
28	1982149062.00000	526791518.5788	71455357543.4211
29	216430149.00000	2429665392.44343	-2213235243.4434
30	7096683153.00000	7251567906.73524	-154884753.7352
31	56956321.00000	1115572622.08853	-1058616301.0885
32	16440917675.00000	9845814186.03015	6595103488.9698
33	898716831.00000	4455073151.09985	-3556356320.0998
34	104354985.00000	2513356874.63924	-2409001889.6392
35	6845598.00000	2901115066.90959	-2894269468.9095
36	1255296238.00000	2992430369.04846	-1737134131.0484
37	518625190.00000	7260902554.08041	-6742277364.0804
38	1005106871.00000	10190498836.83390	-9185391965.8339
39	9446822406.00000	3119131808.6888	96327690597.3111
40	290683661.00000	1455366769.67330	-1164683108.6733
41	725471660.00000	2245790425.20750	-1520318765.2075

CONCLUSIONES

La finalización del conflicto armado constituye un triunfo para la sociedad y el Estado colombiano; sin embargo, la reconfiguración de las amenazas a la seguridad y la defensa nacional se hace manifiesta y se establecen como los desafíos que deben continuar siendo afrontados mediante las capacidades humanas, técnicas y tecnológicas con que cuentan las Fuerzas Militares y la Policía Nacional en el corto, mediano y largo plazo con el fin de dar respuesta a las necesidades que en materia de seguridad requieren los colombianos.

Uno de los fenómenos que causa un impacto negativo, no solo en temas de seguridad sino que afecta la estabilidad económica, es el contrabando. Esta práctica está presente especialmente en las regiones del país donde convergen una serie de características culturales y sociales específicas (zonas fronterizas) que se convierten en caldo de cultivo para que dicha conducta, aunque sancionada por la legislación colombiana, permanezca como una economía ilegal que promueve la financiación de organizaciones criminales.

La transformación del crimen y la evolución de nuevos fenómenos sociales con impacto en la seguridad y convivencia ciudadana en Colombia, implican

que los esfuerzos en seguridad se focalicen no solo en la lucha contra el crimen organizado y el narcotráfico como un tema de primer nivel, sino que abarquen nuevos desafíos que ponen a prueba las capacidades de los organismos de seguridad del Estado.

El fenómeno del contrabando en Colombia causa altos niveles de distorsión y se aprovecha por la topografía del territorio nacional, las grandes extensiones de líneas fronterizas marítimas y terrestres con dificultades de control, y el incremento de este tipo de economía ilegal para el financiamiento de diferentes grupos al margen de la ley. Esto, dado que el comercio ilegal se constituye en una fuente de financiamiento de primer orden para los actores directos e indirectos inmersos en las diferentes fases de la cadena criminal; entre ellos, se destacan los grupos de delincuencia organizada, núcleos familiares, grupos armados organizados, estructuras guerrilleras o particulares, los cuales en muchos casos, han recurrido a dicha práctica como un mecanismo único de subsistencia, dificultando así su intervención diferencial e integral, por parte de las autoridades competentes.

En este trabajo se aplicó un modelo de regresión ponderada geográficamente, encontrando que el valor del avalúo de las mercancías incautadas en 2016 es explicado en 82,14 %, con un margen de error del 5 %, por las siguientes variables: población, valor agregado del

municipio, ingresos corrientes de libre destinación. En los diferentes modelos probados no fueron significativas las variables de: cantidad de aprehensiones o valor de las mismas en el periodo anterior, el peso relativo municipal en el Valor Agregado departamental, el índice de NBI o Pobreza Multidimensional, la categoría del municipio.

Del trabajo desarrollado se derivan varias recomendaciones, enunciadas a continuación:

- Dado que el contrabando existe debido a la demanda de productos, se requiere que se presente un cambio cultural que implique la formación en consumo responsable. En esta labor puede intervenir el Ministerio de Educación Nacional para incentivar en las cátedras de economía en los colegios la inclusión de esta temática, y las asociaciones de consumidores con el fin de alfabetizar a la población adulta.
- En vista de que la corrupción es un fenómeno que se fortalece con las prácticas de comercio ilegal, se sugiere el endurecimiento de la normatividad anti-corrupción y la implementación de buenas prácticas en las instituciones que combaten el contrabando.
- La articulación entre los diferentes organismos de control y las Fuerzas Militares es imprescindible

debido a los requerimientos de información, análisis y recursos que pueden ser provistos y compartidos por cada una de los agentes intervinientes, requiriendo la coordinación para que el impacto sea significativo en las zonas definidas como prioritarias.

- Es necesario un trabajo conjunto con aduanas, organismos internacionales y el sector empresarial con el fin de que puedan desarrollarse estrategias de seguimiento y control en puntos de salida e ingreso.
- Es imprescindible el fortalecimiento del marco jurídico, con el fin de reducir los incentivos a los contrabandistas a que perpetúen sus actividades ilícitas.
- Se requiere una revisión de las estimaciones tanto del valor del contrabando, como de la participación en importaciones y porcentaje del PIB de esta actividad, ya que la metodología que actualmente es utilizada por la DIAN puede estar sobreestimando la medición.

Finalmente, es necesario indicar que si bien este trabajo tuvo el propósito de ser lo más incluyente posible en el análisis nacional e internacional de la lucha del contrabando, las limitaciones de la infor-

mación estadística, su oportunidad y la mutación de esta economía ilegal en cuanto a nuevos canales y agentes involucrados, condujeron a que los resultados del estudio sean aún limitados, sin poder realizar proyecciones sobre el comportamiento del fenómeno.

REFERENCIAS

- Arango Osorno, C., Calle Ríos, J. A., Gallego Moscoso, L., Londoño Hurtado, A., Preciado Restrepo, A. F., y Rendón Cardona, A. J. (2014). Rentas ilegales en Medellín: Contexto de seguridad y marco conceptual (pp.31-60). En Giraldo Ramírez, J., Rendón Cardona, A. J. y Duncan Cruz, G. (coords.). *Nuevas modalidades de captación de rentas ilegales en Medellín*. Medellín, Colombia: Universidad Eafit.
- Argent, F. (2014). *Online enforcement of counterfeit luxury goods: the China problem*. Londres: The Global Legal Post. Recuperado de: https://www.cov.com/-/media/files/corporate/publications/2014/12/online_enforcement_of_counterfeit_luxury_goods_the-china_problem.pdf
- Benson, J., & Decker, S. (2010). The organizational structure of international drug smuggling. *Journal of Criminal Justice*, (38), 130-138. Recuperado de: https://190.131.214.3:2281/S0047235210000024/1-s2.0-S0047235210000024-main.pdf?_tid=8c-3feaa6-a98d-11e7-902e-00000aabof6c&acd-

nat=1507181287_26fcb8872dfbbbc8e395f-b62e476b92f

Brunsdon, C., Fotheringham, A. S., & Charlton, M. (1996). Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity. *Geographical Analysis*, (28), 281-298.

Brunsdon, C., Fotheringham, A. S., & Charlton, M. (1998). Geographically weighted regression, modelling spatial nonstationarity. *The Statistician*, (47), 431-443.

Byrne, P. (2007). Mastering Supply Chain Security. *Logistics Management*, (46), 25.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2000). *Producción, tráfico y consumo de drogas en América Latina*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Recuperado de: <https://www.cepal.org/publicaciones/xml/1/5621/lcl1431e.pdf>

Contaduría General de la Nación. (2018). *Categorización de Departamentos, Distritos y Municipios. CTOI - Categorización de Municipios* [Base de datos]. Bogotá, Colombia: Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Recuperado de: http://www.contaduria.gov.co/wps/portal/internetes!/ut/p/b1/04_Sj9CPykssyoxPLMnMzovMAfGjzOINzPyDTEP-dQoM9zX2MDTyDAoJdAkPNjY3CTIAKIkeK-cABHA7z6g-D6cShwMyLSfuwKnL3NKdIPciAB_X4e-bmp-gW5oaGhEeWKAACWLNs!/dl4/d5/

L2dJQSEvUUt3QS8oSmtFLIo2XzMwNDAwOE-
JSNkwiTDgwSVJHRks2MrZIOEEz/

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2017a). *Proyecciones de población* [Base de datos]. Bogotá, Colombia: DANE.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2017b). *Indicador de Importancia Económica Municipal 2015* [Base de datos]. Bogotá, Colombia: DANE.

Dirección de Gestión de Fiscalización de la Subdirección de Gestión de Fiscalización Aduanera. (2016). *Reporte Mensual y anual*. Bogotá, Colombia: Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN).

Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) y Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2015). *Plan Anticontrabando 2015-2018. El contrabando: Una visión integral, sus tipologías y las estrategias de la entidad*. Bogotá, Colombia: DIAN/ Minhacienda.

Eser, Z., Kurtulmusoglu, B., Bicaksiz, A., & Sumer, S. I. (2015). Counterfeit Supply Chains. *Procedia Economics and Finance*, (23), 412-421. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567115003445>

Euromonitor Consulting. (2016). *Mercado de bebidas alcohólicas ilegales en seis países de Latinoamérica 2015*. Londres, Inglaterra: Euromonitor Internacional. Recuperado de: [http://go.euromonitor.com/rs/805-KOK-719/images/Illegal %20Alcohol %20in %20](http://go.euromonitor.com/rs/805-KOK-719/images/Illegal%20Alcohol%20in%20)

Latin %20America_Full %20Report %2012.20
%20SP.pdf

Fotheringham, A. S., Brunson, C., & Charlton, M. (2002). *Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships*. Chichester, England: Wiley & Sons.

Fowler, C. (2011). *CSDE GIS Workshop Series Spatial Regression*. Portugal: Universidad de Lisboa. Recuperado de: https://fenix.ciencias.ulisboa.pt/downloadFile/2251937252639668/Outra_ajuda_interpretacao_resultados.pdf

Frontier Economics. (2017a). *The Economic Impacts of Counterfeiting and Piracy*. Melbourne, USA: Frontier Economics. Recuperado de: <https://cdn.iccwbo.org/content/uploads/sites/3/2017/02/ICC-BAS-CAP-Frontier-report-2016.pdf>

Frontier Economics. (2017b). *The Economic Costs of Counterfeiting and Piracy Report Prepared for BASCAP and INTA Executive Summary*. Melbourne, USA: Frontier Economics. Recuperado de: <https://cms.iccwbo.org/content/uploads/sites/3/2017/02/ICC-BAS-CAP-Frontier-report-2016-Executive-Summary.pdf>

Giraldo Ramírez, J. (2014). Mercados Políticos y mercados criminales. A manera de introducción. En Giraldo Ramírez, J., Rendón Cardona, A.J. y Duncan Cruz, G. (coords.). *Nuevas modalidades de captación de*

rentas ilegales en Medellín. Medellín, Colombia: Universidad Eafit.

Giraldo Ramírez, J., y Naranjo, A. (2011). Economía criminal en Antioquia y el Valle de Aburrá: una aproximación. En Giraldo Ramírez, J. (ed.). *Economía Criminal en Antioquia: Narcotráfico*. Medellín, Colombia: Universidad Eafit.

Granada López, A., y Sierra Reyes, P. H. (2016). *Informe de la estimación de la distorsión en el valor de las importaciones colombianas, año 2015*. Bogotá, Colombia: Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN).

Hernández Quintero, H. y Barrero, J. (2015). Evolución histórica de la legislación del delito de contrabando en Colombia. *Derecho Penal y Criminología*, 36(101), 13-49. doi: <http://dx.doi.org/10.18601/01210483.v36n101.02>

Lis-Gutiérrez, J. P., Reyna-Niño, H. E., Gaitán-Angulo, M., Vioria, A., & Abril, J. E. S. (2018). Hierarchical Ascending Classification: An Application to Contraband Apprehensions in Colombia (2015–2016) (pp.168–178). *International Conference on Data Mining and Big Data*. Springer, Cham.

Lis-Gutiérrez, J. P., Reyna-Niño, H. E., Sicard-Abad, L., Vioria, A., Badillo, W., & Valero Barrera, L. (2017). Results of the Fight Against Smuggling in Colombia (2015–2016). *Journal of Engineering and Applied Sciences*, (12), 9.473–9.476.

- Lizarazo Figueroa, J. A. (1972). *Aspectos esenciales del Derecho Penal Aduanero*. Bogotá, Colombia: PUJ.
- Lu, B., Charlton, M., Harris, P., & Fotheringham, S. (2014). Geographically weighted regression with a non-Euclidean distance metric: a case study using hedonic house price data. *International Journal of Geographical Information Science*, 1-21. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/13658816.2013.865739>
- MIT. (2013). *Interpreting Regression Output in Geoda and ArcMap*. Recuperado de: https://libraries.mit.edu/files/gis/regression_Output_iap2013.pdf
- Matthews, S. (2006). *GeoDa and Spatial Regression Modeling. Geographic Information Analysis Core Population Research Institute*. Recuperado de: http://ibis.geog.ubc.ca/~brian/workshop/GeoDa_Spatial_Regression.pdf
- Mei, C. L. (2006). *Geographically Weighted Regression Technique for Spatial Data Analysis*. Recuperado de: <http://www.amt.ac.cn/academic/workshop/workshop7/paper5.pdf>
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2014). *Proyecto de Ley por medio del cual se adoptan instrumentos para prevenir, controlar y sancionar el contrabando, el lavado de activos y la evasión fiscal*. Recuperado de: [https://www.ptp.com.co/documentos/Proyecto %20de %20Ley %20Anticontrabando.pdf](https://www.ptp.com.co/documentos/Proyecto%20de%20Ley%20Anticontrabando.pdf)

Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Justicia y del Derecho, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Defensa y, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2014). *Proyecto de Ley por medio del cual se adoptan instrumentos para prevenir, controlar y sancionar la competencia desleal derivada de operaciones ilegales de comercio exterior, comercio interno, lavado de activos evasión fiscal*. Recuperado de: http://www.cej.org.co/doc_sl/SL_PL_CAM_298_2013.pdf

Oficina Europea de Lucha contra el Fraude (OLAF). (2015). *The OLAF Report 2014*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Oficina Europea de Lucha contra el Fraude (OLAF). (2016). *The OLAF report 2016*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Recuperado de: https://ec.europa.eu/anti-fraud/sites/antifraud/files/olaf_report_2016_en.pdf

Paoli, L. (2004) The illegal drugs market. *Journal of Modern Italian Studies*, 9(2), 186-207. Recuperado de: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13545710410001679466>

Police, Royal Canadian Mounted. (2010). *Contraband Tobacco Enforcement Strategy*. Ottawa, Ontario: Royal Canadian Mounted. Recuperado de: <http://publica->

tions.gc.ca/collections/collection_2010/grc-rcmp/PS6I-II-2009-eng.pdf

Pollinger, Z. (2008). Counterfeit Goods and Their Potential Financing of International Terrorism. *The Michigan Journal of Business*, 85-102.

Santander, J. (2013). *Análisis de los determinantes del surgimiento y consolidación de una economía ilegal*. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.

Secretaría de Desarrollo Económico. (2015). *Nota Editorial: ¿Cómo afecta el contrabando a la economía bogotana?* Bogotá, Colombia: SDE. Recuperado de: <http://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/directorio/documentosPortal/NotaEditorial140ContrabandoenBogota.pdf>

Talarico, L., & Zamparini L. (2017, april). Intermodal transport and international flows of illicit substances: Geographical analysis of smuggled goods in Italy. *Journal of Transport Geography*, (60), 1-10. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692316300370>

Thaichon, P., & Quach, S. (2016). Dark motives-counterfeit purchase framework: Internal and external motives behind counterfeit purchase via digital platforms. *Journal of Retailing and Consumer Services*, (33), 82-91.

United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2011). *La lucha contra el mundo del contrabando a través del control de contenedores*. New York, USA: UNODC. Recuperado de: <https://www.unodc.org/lpo-brazil/es/frontpage/2011/05/11-a-luta-contra-o-mundo-do-contrabando-atraves-do-controle-de-containers.html>

United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2013). *Transnational Organized Crime in East Asia and the Pacific: A Threat Assessment*. New York, USA: UNODC. Recuperado de: <http://www.unodc.org/toc/en/reports/TOCTA-EA-Pacific.html>

United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2014a). *Le Programme de contrôle des conteneurs de l'ONUODC-OMD fête ses 10 ans dans le service de rendre le commerce maritime plus sûr contre la criminalité*. New York, USA: UNODC. Recuperado de: <http://www.unodc.org/unodc/fr/frontpage/2014/December/unodc-wco-container-control-programme-marks-10-years-making-sea-trade-safer-from-crime.html?ref=fs3>

United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2014b). *Contrefaçón: Ne soutenez pas le crime organisé. L'ONUODC lance une campagne de sensibilisation sur les 250 milliards de dollars générés chaque année par la contrefaçón*. New York, USA: UNODC. Recuperado de:

<https://www.unodc.org/unodc/fr/frontpage/2014/January/counterfeit-dont-buy-into-organized-crime---unodc-launches-new-outreach-campaign-on-250-billion-a-year-counterfeit-business.html>

United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2014c). *Productos Falsificados. No apoyes el Crimen Organizado*. New York, USA: UNODC. Recuperado de: http://www.unodc.org/documents/counterfeit/Leaflet/Counterfeit_Brochure_2014_-_ES_-_WEB.pdf

United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC). (2014d). *El tráfico ilícito de mercancías falsificadas y el crimen organizado transnacional*. New York, USA: UNODC. Recuperado de: http://www.unodc.org/documents/counterfeit/FocusSheet/Counterfeit_focussheet_ES_HIRES.pdf

Vela Meléndez, L. (2012). *El Contrabando en América Latina y en el Perú. Una visión desde el norte del Perú*. Huamachuco, Perú: Universidad Pedro Ruiz Gallo. Recuperado de: <http://docplayer.es/35712245-El-contrabando-en-america-latina-y-en-el-peru-una-vision-desde-el-norte-del-peru.html>

Waniez, P. (2018). Philcarto [Software]. Recuperado de: <http://philcarto.free.fr>

Zaitch, D. (2002). *Trafficking Cocaine: Colombian Drug Entrepreneurs in the Netherlands*. The Hague: Kluwer Law International.

Cómo citar este capítulo:

Lis-Gutiérrez, J. P., Lis-Gutiérrez, M., Henao, C., Balaguera M. I., Zapata Patarroyo, H., y Mojica Sánchez, L. (2018). Regresión ponderada geográficamente: una aplicación para el caso del contrabando en Colombia (2016). En J.-P. Lis-Gutiérrez, C. Henao, y L. E. Malagón-Castro, (Edts.). *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas* (pp.161-202). Villavicencio: Corporación Universitaria del Meta-Unimeta.

Análisis del endeudamiento de los hogares de la ciudad de Medellín en el año 2017

Carolina Henao, Carolina González, Jenny Paola Lis-Gutiérrez,
Luz Elena Malagón-Castro

INTRODUCCIÓN

La crisis financiera de 2008 causó una profunda recesión mundial con efectos duraderos en las economías de todo el mundo. Millones de hogares en los países desarrollados presentaron dificultades de tipo financiero, por lo tanto se debe hacer un mayor análisis que involucre la teoría económica que permita explorar aspectos de la dinámica de la tensión financiera y el bienestar (French y Vigne, 2008). En este contexto es muy importante lograr identificar los determinantes económicos del endeudamiento de los hogares a nivel regional puesto que esto permite identificar las particularidades del entorno.

En este estudio se realiza un análisis econométrico de los determinantes de endeudamiento de los hogares de la ciudad de Medellín en el año 2017. La estimación se realizó por medio de un modelo de regresión logística que se ejecutó en datos de encuestas. La muestra permite identificar las particularidades de los habitantes de este territorio que afectan el endeudamiento, puesto que se realizaron análisis previos a nivel nacional.

El capítulo está dividido en cuatro secciones, en la primera sección se muestra el marco teórico, en la segunda sección se realiza el estado del arte, en la siguiente sección se especifica el modelo y por último resultados y discusión.

ENDEUDAMIENTO Y TEORÍAS DEL CONSUMO

Actualmente, los gastos de consumo de los hogares se han financiado cada vez más con deudas. La explicación incluye varias razones. Al principio, es la preferencia consumir y gastar dinero de los ingresos disponibles del hogar y de los préstamos. En segundo lugar, los hogares están motivados por el aumento de los niveles de vida, por un lujo de hacerlo y por un aumento del salario real. En tercer lugar, hubo otras motivaciones para aumentar el endeudamiento,

como el cambio a viviendas ocupadas por sus propietarios, la comercialización efectiva de intermediarios financieros y la fácil disponibilidad de dinero (Abramuszkinová y Rozbořil, 2014).

Puesto que el individuo está decidiendo implícitamente su nivel de endeudamiento al tomar sus decisiones de consumo, a continuación se muestran las diferentes teorías del consumo que se han planteado.

Fenández (2009) mostró que Keynes en 1936 planteó que el consumo era una función del ingreso disponible estable y no necesariamente lineal:

$$c_t = \alpha + \beta y_t \quad (1)$$

donde C_t y Y_t denotan los valores reales de gasto en consumo personal total y de ingreso disponible total respectivamente en un tiempo t .

Se esperaba que la Propensión Marginal al Consumo (PMC), β , fuera constante y cercana a uno, y se suponía que α , el componente autónomo del consumo, fuera pequeño pero positivo. Sin embargo, la investigación empírica encontró que esta ecuación no lograba explicar los datos agregados. Estos trabajos intentaron solucionar en este problema la hipótesis del ciclo de

vida de Modigliani (1949) y la hipótesis del ingreso permanente de Friedman (1957).

Modigliani (1949) planteó que existen movimientos seculares de ingresos que corresponden a un movimiento que lleva el ingreso real per cápita por encima del nivel más alto alcanzado en cualquier año anterior y movimientos cíclicos que corresponden a cualquier movimiento, ya sea por encima o por debajo; eso deja un ingreso real per cápita por debajo del más alto pico anterior. Por lo tanto, su plan de consumo resultante está en función de los recursos disponibles, la tasa del rendimiento del capital y la edad del agente.

Friedman (1957) afirmó que los hogares consumen una proporción fija del ingreso permanente, definido como valor anual de las corrientes de ingreso y riqueza que se espera tener a lo largo de la vida. El consumo cuenta con dos componentes: permanente y transitorio. El consumo solo cambia en respuesta a cambios en el ingreso permanente.

Hall (1978) demostró que la optimización de la parte de los consumidores implica que la utilidad marginal del consumo evoluciona de acuerdo con una caminata aleatoria con tendencia. Por lo tanto, ninguna variable aparte del consumo actual debe ser de valor para predecir el consumo futuro. Al tomar los datos de Estados

Unidos en el periodo de la posguerra, se logra ratificar que el ingreso disponible real no tiene poder predictivo para el consumo; por consiguiente, considerando un modelo convencional de consumo de ciclo de vida bajo incertidumbre, presentó una serie de corolarios.

Corolario 1. No hay información disponible en el periodo t aparte del nivel de consumo, ct . Ayuda a predecir el consumo futuro, $ct + 1$, en el sentido de ver afectado el valor esperado de la utilidad marginal.

Corolario 2. La utilidad marginal obedece a la relación de regresión.

Corolario 3. Si la función de utilidad es cuadrática.

Corolario 4. Si la función de utilidad tiene la elasticidad constante de sustitución.

Corolario 5. Si el cambio en la utilidad marginal de un periodo a otro es pequeño, tanto porque la tasa de interés está cerca de la tasa de preferencia de tiempo y porque el cambio estocástico es pequeño. Entonces el consumo mismo obedece a una caminata aleatoria, aparte de la tendencia.

Hansen y Hicks (1989) mostraron que la elasticidad de la sustitución entre el ocio en diferentes periodos para la economía agregada es infinita e independiente de

la elasticidad de sustitución implícita en la función de utilidad de los individuos; y demostraron que las no convexidades como trabajo indivisible pueden ser importantes para explicar la volatilidad de horas relativas a productividad, incluso cuando las personas son relativamente reacias a sustituir el ocio a través del tiempo.

ESTADO DEL ARTE

Estudios a nivel internacional

Ottaviani y Vandone (2011) usaron un modelo probit, para estimar el papel de los factores emocionales en la determinación de la participación del hogar en el mercado de deuda, después de controlar los factores económicos tradicionales como la edad, el nivel de educación, los ingresos, la riqueza y el estado laboral. Una muestra de 445 sujetos caucásicos seleccionados entre empleados de tiempo completo en compañías internacionales de gestión de activos se sometieron a la Escala de Impulsividad de Barratt, la Tarea de Juego de Iowa, mientras se registró la conductancia de la piel, y una serie de preguntas relacionadas con su perfil demográfico-socioeconómico. Los resultados confirmaron el papel desempeñado por las variables explicativas tradicionales comúnmente utilizadas como determinantes del endeudamiento de los

hogares y revelaron la influencia significativa de la impulsividad de los individuos para tomar decisiones sobre la deuda. La impulsividad predijo la deuda no garantizada, pero no se asoció significativamente con la deuda garantizada como las hipotecas.

Jeong Kim, Lee, Chil Son & Kyu Son (2014) analizaron las razones del rápido aumento de la deuda de los hogares en Corea en la última década, y si estos compromisos financieros son sostenibles, adoptando un enfoque multifacético que incluye un análisis de series de tiempo, un análisis cuantitativo basado en datos de panel de hogares y un análisis utilizando una ecuación dinámica derivada de la restricción presupuestaria del hogar. Los resultados arrojaron que el crecimiento de la deuda de los hogares se ha relacionado significativamente con los aumentos de los precios de la vivienda, las actitudes relajadas de los bancos hacia los préstamos a los hogares y las condiciones favorables de financiamiento de las instituciones financieras. Además, el 70–80 % del aumento de la deuda total se ha contabilizado por los hogares de altos ingresos o recién endeudados. La ecuación de la dinámica de la deuda mostró que el rápido aumento de la relación entre la deuda de los hogares y el ingreso disponible es atribuible no solo al aumento de las compras de activos de los hogares, sino también a la

disminución del crecimiento del ingreso disponible y la reducción de la tasa de ahorro.

French y McKillop (2016) plantearon que la educación financiera puede explicar una proporción significativa de la desigualdad de la riqueza. Entre los componentes clave de la educación financiera están las habilidades de manejo de dinero y aritmética. Por lo tanto, examinaron la importancia relativa de estos componentes en la determinación de la deuda del consumidor y el patrimonio neto de los hogares entre los miembros de las cooperativas de crédito en áreas socialmente desfavorecidas. Encontraron que las habilidades de administración del dinero son determinantes importantes de los resultados financieros, pero que la capacidad numérica no juega un papel importante.

Usando la encuesta de consumo y finanzas de los hogares (HFCS) Min Kyu Son, Ampudia, Vlokhoven & Żochowski (2016) presentaron un método de prueba de estrés de los balances de los hogares de forma coherente en los países de la zona del euro. Usaron una métrica que toma en cuenta tanto la solvencia como la posición de liquidez del hogar y demostraron que esta métrica supera a las más comunes utilizadas, que no tienen en cuenta las tenencias de activos de los hogares. Calibraron esta métrica utilizando los datos

del país sobre índices de préstamos no rentables y estimaron las elasticidades a un choque de tasas de interés, un choque de ingresos y un choque de precios de la vivienda. Y encontraron que los hogares de la zona del euro son relativamente resistentes en general, existen grandes discrepancias en el impacto de los choques macroeconómicos en todos los países.

Kukk (2016) estudió en qué medida el endeudamiento de los hogares de Estonia suprimió el consumo durante la desaceleración económica del periodo comprendido entre 2008-2009; usó un panel de datos trimestral con información financiera de más de 100.000 personas. El conjunto de datos cubre el periodo 2005-2011. Las estimaciones mostraron que el endeudamiento medido por la relación deuda/ingresos y la relación servicio de deuda dificultan el consumo a lo largo de todo el ciclo económico. Sin embargo, el impacto negativo de la relación del servicio de la deuda es sustancialmente mayor durante la recesión que en los periodos anteriores a la crisis y posteriores a la crisis, mientras que el efecto negativo de la relación deuda/ingresos es relativamente estable durante el periodo de la muestra. Por lo tanto, el endeudamiento de los hogares está amplificando la recesión.

Hull (2017) mostró que desde mediados de la década de 1990, Suecia ha visto un aumento del endeuda-

miento del 90 % del ingreso disponible en 1995 al 179 % en 2015. La Autoridad de Supervisión Financiera de Suecia ha identificado los requisitos de amortización de hipotecas como un instrumento potencial para reducir el endeudamiento, y ha redactado directrices que intensificarán la tasa y la duración de la amortización. Este autor caracterizó los contratos hipotecarios de estilo sueco, que difieren sustancialmente de los contratos de estilo estadounidense. Luego evaluó los cambios de política en un modelo de mercado incompleto con tres tipos de deuda y una especificación de contrato hipotecario novedoso que se calibra para coincidir con los datos micro y macro de Suecia. Y encontró que la intensificación de la tasa y la duración de la amortización es en gran medida ineficaz para reducir el endeudamiento.

Beyene y Waibel (2018a) analizaron los determinantes del sobreendeudamiento y su persistencia para los prestatarios de hogares rurales en Tailandia y Vietnam. Consideraron que una familia está sobreendeudada si está en mora o está atrasada en un préstamo o si su relación entre el servicio de la deuda y el ingreso supera el 50 %. La persistencia del sobreendeudamiento se probó utilizando un modelo probit dinámico de efectos aleatorios de Heckman, que controla el efecto de las características demográficas, socioeconómicas y de comportamiento del hogar. Para Tailandia,

pero no para Vietnam, la experiencia pasada de sobreendeudamiento aumenta la probabilidad de estar demasiado endeudada en el presente, controlando otras características del hogar. Y encontraron que las características de los hogares que aumentan significativamente la probabilidad de sobreendeudamiento incluyen pobreza, tamaño del hogar, bajo nivel de educación, pronósticos de ingresos excesivamente optimistas y una sensación de estar en una situación menos favorable que otros aldeanos.

Beyene y Waibel (2018b) plantearon que los mercados financieros rurales han crecido rápidamente en las economías de mercados emergentes asiáticos, contribuyendo así al desarrollo económico y la reducción de la pobreza. Al mismo tiempo, el nivel de endeudamiento de los hogares rurales ha aumentado, haciendo que los hogares sean más vulnerables. Emplearon un modelo probit bivariado dinámico de efectos aleatorios para un conjunto único de datos de panel de hogares longitudinales del noreste de Tailandia y examinaron la relación bidireccional entre sobreendeudamiento y endeudamiento múltiple para determinar en qué medida los hogares rurales quedan atrapados en ciclos de deuda. Los resultados indicaron que los hogares en el noreste de Tailandia asumen múltiples préstamos, lo que aumenta aún más el riesgo de sobreendeudamiento. Además, el modelo no confirma

la idea generalizada de que los hogares rurales con sobreendeudamiento utilizan préstamos múltiples para refinanciar deudas impagables.

Estudios de endeudamiento nacionales

Entre los estudios realizados para Colombia sobreendeudamiento privado de los hogares colombianos se destacan los siguientes:

González y León (2007) analizaron los determinantes del endeudamiento de los hogares en Colombia entre 1993 y 2004, usando datos panel dinámicos con base en los datos de las Cuentas Financieras del Banco de la República y de la muestra aleatoria codificada de los renglones de las declaraciones correspondientes a los contribuyentes, personas naturales declarantes del impuesto sobre la renta para los periodos gravables y encontraron que el colateral, los niveles de deuda anterior y la carga financiera son los determinantes del endeudamiento de los hogares colombianos.

Capera, Gutiérrez y Estrada (2011) usaron la información de la encuesta de carga y educación financiera de los hogares colombianos en 2010, para analizar las condiciones de endeudamiento y los determinantes de la probabilidad de incumplimiento de los hogares. Estimaron un modelo logit para identificar los determinantes de la probabilidad de incumplimiento

y sobreendeudamiento. Los resultados de estas estimaciones evidenciaron que el nivel de ingreso y de deuda son algunos de los principales determinantes de incumplir con las obligaciones financieras. Las variables demográficas significativas fueron la edad del jefe de hogar y su nivel educativo.

Parra (2016) colocó a prueba la hipótesis de ingreso permanente de Friedman y examinó los principales determinantes del consumo privado real para Colombia en el periodo 1952-2014. Para tal fin usó una metodología de series de tiempo y estimó la relación entre el consumo privado real como proporción del ingreso nacional disponible con un conjunto de variables que recogen los efectos permanentes y transitorios del ingreso. Los resultados de las estimaciones arrojaron que el consumo privado real es una función de sus valores inmediatamente anteriores, lo cual valida la hipótesis de expectativas adaptativas de Hall en la que el consumo se comporta como un paseo aleatorio y los ingresos transitorios también ejercen influencia sobre el consumo.

Pacheco, Segovia y Yaruro (2017) estudiaron las fragilidades financieras de los hogares colombianos en términos de su nivel de carga financiera, endeudamiento y morosidad, usando los datos de la encuesta de educación financiera y carga financiera de los hogares colombianos entre 2014 y 2016, encontraron

que quienes concentran más deuda son hogares que presentan indicadores de carga financiera elevados, además plantearon que el desempeño del mercado laboral es importante para los análisis de riesgo de las entidades financieras en la medida en que puede afectar su exposición a choques en la economía.

METODOLOGÍA

Datos

Los datos fueron tomados de la Encuesta hecha por el DANE de Carga Financiera y Educación Financiera de los Hogares colombianos en 2017, que corresponde a las personas de 18 años y más, residentes en los hogares con algún servicio financiero, de la zona urbana de las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali. Se encuestaron 28.114 hogares en las tres ciudades distribuidos así: Bogotá D.C. 10.389; Cali 8.944 y Medellín 8.781. Se analizaron 11.473 individuos pertenecientes a los hogares encuestados de la ciudad de Medellín.

Modelo

Si Y es la variable aleatoria correspondiente a una variable de respuesta observada x , entonces la función de enlace realiza la transformación el enlace logit es :

$$g\{E(y/\text{endeudamiento})\} = \log\{E(y/\text{endeudamiento})\} - \log(1 - \{E(y/\text{endeudamiento})\})$$

$$Pi\{E(x_i = I/L2)\} = I / (I + e^{-z_i}) = \pi_i$$

Siendo π_i la probabilidad de que las deudas superen los ingresos del encuestado:

$$1 - \pi_i = I / (I + e^{z_i})$$

$$\pi_i / (1 - \pi_i) = (I + e^{z_i}) / (I + e^{-z_i}) = e^{z_i}$$

$$\ln(\pi_i / (1 - \pi_i)) = z_i$$

El modelo se especifica como sigue:

$$Z = \delta I + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_6 x_6 + \beta_7 x_7 + \beta_8 x_8 + \beta_9 x_9 + \beta_{10} x_{10},$$

Donde la variable endógena es una variable Bernulli, que toma el valor de 1 si el individuo respondió que sus deudas superan sus ingresos y cero para cualquier otro caso

Las variables endógenas son:

1. X_1 es el gasto en educación que realiza mensualmente el individuo.
2. X_2 es el gasto en vestuario que realiza mensualmente el individuo.

3. X_3 es el ingreso mensual total por individuo.
4. X_4 es el número de personas que integra el hogar.
5. X_5 es el valor del vehículo(s) que posee el individuo.
6. X_6 es una variable Bernulli que toma el valor de 1 si el individuo tiene tarjeta de crédito y cero para cualquier otro caso.
7. X_7 es el gasto mensual que el individuo realiza en servicios públicos como agua, luz y gas.
8. X_8 es una variable Bernulli que toma el valor de 1 si el individuo respondió que los ingresos que no gasta su hogar los ha dedicado a ahorrar y cero para cualquier otro caso.
9. X_9 es una variable Bernulli que toma el valor de 1 si el individuo respondió correctamente a la siguiente pregunta: digamos que usted tiene \$200.000 en una cuenta de ahorros, la cuenta acumula 10 % en intereses por año. ¿Cuánto tendrá en la cuenta al cabo de dos años?; y cero para cualquier otro caso.
10. X_{10} es el gasto mensual en recreación, internet, tv por cable y telefonía local, servicio doméstico y teléfono celular.

No se presenta la variable error porque en el marco lineal generalizado, hay términos de error solo para la familia gaussiana.

Las estadísticas descriptivas son las siguientes:

Variable | Obs Mean Std. Dev. Min Max

-----+-----
Z | 14,278 .1403558 .347368 0 1

X1 | 13,820 1052746 3215162 0 5.50e+07

X2 | 12,747 53995.79 107929.4 0 2000000

X3 | 14,278 1116296 1712172 0 3.80e+07

X4 | 14,278 3.013727 1.361096 1 13

-----+-----
X5 | 13,459 6019394 1.69e+07 0 2.40e+08

X6 | 14,278 .1844096 .3878314 0 1

X7 | 13,904 120677.5 67591.77 0 830000

X8 | 14,278 .0829248 .2757781 0 1

X9 | 14,278 .511136 .4998935 0 1

-----+-----
X10 | 14,278 228117.3 300069.7 0 5627000

La estimación se realizó por medio de un modelo de regresión logística que se ejecutó en datos de encuestas, debido a que este tipo de datos tienen un problema más serio, no se basan en la teoría de probabilidad estándar de inferencia, puesto que la inferencia depende de los pesos y los aspectos del diseño de la encuesta, principalmente la variación entre las uni-

dades primarias de muestreo y los clústeres de nivel superior.

Teniendo en cuenta que AIC o BIC, no se pueden ejecutar en los datos de la encuesta, se realizaron las pruebas de bondad de ajuste residual media ajustada por F, por Kellie J. Archer y Stanley Lemeshow que es un adaptación del test de Hosmer a los datos de la encuesta, luego de estimar un modelo logístico. Este test se realizó para varios modelos en los que se incluía la edad, el sexo, saldo en cuenta de ahorros, gastos en alimentación; sin embargo, el modelo que presentó mejor ajuste fue el siguiente:

Survey: Logistic regression

Number of strata = 14 Number of obs = 11,473

Number of PSUs = 70 Population size = 1,100,072

Design df = 56

F(10, 47) = 44.18

Prob > F = 0.0000

 | Linearized

Z | Coef. Std. Err. t P>|t| [95 % Conf. Interval]

-----+-----
 Xi | 3.31e-08 8.38e-09 3.94 0.000 1.63e-08 4.99e-08

X_2 | 4.81e-07 4.17e-07 1.15 0.254 - 3.54e-07 1.32e-06
 X_3 | 3.11e-09 1.44e-08 0.22 0.830 - 2.57e-08 3.20e-08
 X_4 | -1.643168 .0371453 -4.42 0.000 - .2387277 -.0899058
 X_5 | -4.09e-09 2.00e-09 -2.05 0.045 - 8.09e-09 -9.13e-11
 X_6 | .9422812 .0746342 12.63 0.000 .7927709 1.091792
 X_7 | 1.22e-06 3.97e-07 3.08 0.003 4.27e-07 2.02e-06
 X_8 | -.7722438 .1554716 -4.97 0.000 -1.083691 -.4607967
 X_9 | -.1464995 .0599692 -2.44 0.018 -.2666324 -.0263667
 X_{10} | -7.44e-07 1.57e-07 -4.73 0.000 -1.06e-06 -4.29e-07
 $_cons$ | -1.460314 .1220592 -11.96 0.000 -1.704828 -1.2158
 Logistic model for deudasing, goodness-of-fit test

$$F(9,48) = 1.18$$

$$Prob > F = 0.3291.$$

Para detectar si el modelo está correctamente especificado, no se debería encontrar ningún predictor adicional que sea estadísticamente significativo excepto por casualidad. Se utilizó el valor predicho lineal (\hat{y}) y el valor predicho lineal cuadrado (\hat{y}^2) como los predictores para reconstruir el modelo. Por lo tanto, la variable \hat{y} debe ser un predictor estadísticamente significativo, ya que es el valor predicho del modelo. Además, si el modelo está correctamente especificado, la variable \hat{y}^2 no debería tener mucho poder

predictivo, excepto por casualidad. Como hatsq no resulta significativo no existe evidencia que se omitió la(s) variable(s) relevante(s) o que la función de enlace no se ha especificado correctamente.

Survey: Logistic regression

Number of strata = 14 Number of obs = 11,473

Number of PSUs = 70 Population size = 1,100,072

Design df = 56

$F(2, 55) = 152.40$

Prob > F = 0.0000

 |Linearized

deudasing | Coef. Std. Err. t P>|t| [95 % Conf. Interval]

-----+-----

_hat | .8633281 .3486551 2.48 0.016 .164888 1.561768

_hatsq | -.0415882 .1140487 -0.36 0.717 -.2700552
 .1868787

_cons | -.1020717 .2139455 -0.48 0.635 -.530656 .3265127

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se puede observar que todas las variables resultaron estadísticamente significativas al 1 % y 5 % de nivel de significancia, excepto gasto en vestuario e ingreso total mensual, dejando todas las demás variables

constantes, *ceteris paribus* (cp), se encontró para los hogares pertenecientes a la ciudad de Medellín, que el aumento de una unidad monetaria (un peso) del gasto en educación aumenta la probabilidad de que las deudas superen ingresos del individuo en $3.31e-08$. Cp por cada integrante adicional en el hogar se disminuye la probabilidad de endeudamiento no sostenible en 0.1643168, esto puede ser debido a que más integrantes en el hogar representa otra fuente de ingresos y esto genera que el consumo sea más sostenible.

Cp un aumento de una unidad monetaria (un peso) del valor del vehículo que posee el individuo en educación disminuye la probabilidad de que las deudas superen los ingresos en $4.09e-09$, puesto que una persona que posee mayores activos controla de una manera más responsable su consumo, y por ende su endeudamiento.

Las personas que poseen tarjeta de crédito aumentan la probabilidad de que sus niveles de endeudamiento no sean solventados en 0.9422812, ya que los consumos con tarjeta de crédito generan endeudamiento y altas tasas de interés.

Como era de esperarse Cp, un aumento de una unidad monetaria en el gasto mensual que el individuo realiza en servicios públicos como agua, luz y gas, aumenta la

probabilidad que el individuo endeude por encima de sus ingresos en $1.22e-06$.

Para los individuos que contestaron que los ingresos que no gasta en su hogar los ha dedicado a ahorrar disminuye la probabilidad en 0.7722438 de que sus deudas superen sus ingresos, ya que se espera que un individuo con cultura del ahorro tome decisiones de consumo de acuerdo con su nivel de ingresos. Cp un mayor conocimiento financiero disminuye la probabilidad para el individuo de un endeudamiento no sostenible en 0.1464995 .

El aumento en una unidad monetaria del gasto mensual en recreación, internet, tv por cable y telefonía local, servicio doméstico y teléfono celular, disminuye la probabilidad de que las deudas superen los ingresos en $7.44e-07$, por lo tanto, la evidencia empírica muestra que este tipo de gasto no se subsidia con endeudamiento, aunque este tipo de consumos no se consideran como básicos.

Para futuros estudios sería interesante analizar los determinantes del endeudamiento para otras ciudades colombianas, puesto que al realizar los modelos a este nivel de desagregación, los resultados pueden cambiar sustancialmente debido a que se pueden

identificar las particularidades económicas presentes en cada uno de los territorios, que afectan el endeudamiento de los hogares colombianos.

REFERENCIAS

- Abramuszkinová, E., & Rozbořil, B. (2014). Consumerism and Indebtedness. *Procedia Economics and Finance*, (12), 516-522.
- Ampudia, M., van Vlokhoven, H., & Źochowski, D. (2016). Financial fragility of euro area households. *Journal of Financial Stability*, 27, 250-262. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2016.02.003>
- Beyene, B., & Waibel, H. (2018a). Over-indebtedness and its persistence in rural households in Thailand and Vietnam. *Journal of Asian Economics*, (56), 1-23.
- Beyene, B., & Waibel, H. (2018b). Borrowing from “Pui” to Pay “Pom”: Multiple Borrowing and Over-Indebtedness in Rural Thailand. *World Development*, (98), 338-350.
- Capera, L., Gutiérrez, J., y Estrada, D. (2011). Un análisis del endeudamiento de los hogares. *Temas de Estabilidad Financiera*, No. 61. Bogotá, Colombia: Banco de la República.
- Chichaibelu, Bezawit Beyene & Waibel, Hermann, (2017). Explaining differences in rural household debt between Thailand and Vietnam: Economic environment versus household characteristics,

- TVSEP Working Papers wp-002, Leibniz Universitaet Hannover, Institute of Development and Agricultural Economics, Project TVSEP.
- Fernández, E. (2009). Teoría del Consumo. Ensayos. *Centro de estudios monetarios latinoamericanos CEMLA*, (77), 174-185
- French, D., & McKillop, D. (2016). Financial literacy and over-indebtedness in low income households. *International Review of Financial Analysis*, (48), 1-11.
- Friedman, M. (1957). *A Theory of the Consumption Function*. Princeton University Press.
- French, D., & Vigne, S. (2018). The causes and consequences of household financial strain: A systematic review. *International Review of Financial Analysis*, 62, 150-156. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.09.008>
- DANE. (2018). COLOMBIA - Encuesta de Carga Financiera y Educación Financiera de los Hogares - IEFIC-2017 -2018. Archivo Nacional de Datos -ANDA-. <http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/626>
- González, M. y León, J. (2007). Análisis del endeudamiento de los hogares colombianos. *Desarrollo y Sociedad. Borradores de economía*, (452), 127-164.
- Hall, R. (1978). Stochastic implications of the life cycle-permanent income hypothesis: theory and evidence. *Journal of Political Economy*, (86), 971-987. Chicago, USA: University of Chicago.

- Hicks-Hansen, I. S. L. M. (1989). A 'Keynesian' Construct in Hicksian IS-LM Analysis: A Comment'. *Sir John R. Hicks: Critical Assessments, 1(1)*, 173.
- Hull, I. (2017). Amortization requirements and household indebtedness: An application to Swedish-style mortgages. *European Economic Review, (91)*, 72-88.
- Jeong Kim, H., Lee, D., Chil Son, J., & Kyu Son, M. (2014). Household indebtedness in Korea: Its causes and sustainability. *Japan and the World Economy, (29)*, 59-76.
- Kukk, M. (2016). How did household indebtedness hamper consumption during the recession? Evidence from micro data. *Journal of Comparative Economics, 44(3)*, 764-786.
- Modigliani, F. (1949). Fluctuations in the Saving-Income Ratio: A Problem in Economic Forecasting. *National Bureau of Economic Research, Studies in Income and Wealth, (11)*, 371-443.
- Ottaviani, C. & Vandone, D. (2011). Impulsivity and household indebtedness: Evidence from real life. *Journal of Economic Psychology, 32(5)*, 754-761.
- Pacheco-Bernal, D. J., Segovia-Baquero, S. D., & Yarro-jaime, A. M. (2017). Vulnerabilidades financieras delos hogares en Colombia. Borradores de Economía. <https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/6339/BORRADOR%201026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Parra, E. (2016). Hipótesis de ingreso permanente y consumo en Colombia 1952-2014. *Econógrafos, Escuela de Economía*, (101).

Cómo citar este capítulo:

Henao, C., González, C., Lis-Gutiérrez, J. P., y Malagón Castro, L. E. (2018). Análisis del endeudamiento de los hogares de la ciudad de Medellín en el año 2017. En J.-P. Lis-Gutiérrez, C. Henao, y L. E. Malagón-Castro, (Edts.). *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas* (pp.203-228). Villavicencio: Corporación Universitaria del Meta-Unimeta.

Capítulo 7

Evolución de la criminalidad en Colombia (2005-2018)

César Augusto Vargas, Jenny Paola Lis-Gutiérrez, Mercedes Gaitán-Angulo,
Manuel Ignacio Balaguera, Henry Zapata Patarroyo

INTRODUCCIÓN

La comprensión de los fenómenos de la criminalidad en Colombia es uno de los grandes retos que se presentan en el escenario del posacuerdo, dado que comprender las dinámicas de los delitos permitirá desarrollar estrategias más efectivas para su control y erradicación. Por lo anterior, el presente capítulo pretende establecer cuál ha sido la evolución temporal de los presuntos hechos delictivos que la Fiscalía General de la Nación conoció a partir de la Ley 906 de 2004 y la Ley 1098 de 2006, después de la puesta en marcha del Sistema Penal Oral Acusatorio (SPOA), en Colombia, entre 2005 y 2018.

Para este estudio se utilizaron modelos estándar en econometría como análisis de cambios estructurales y modelos ARIMA que incluyen tanto componentes estacionales como de regresión. La metodología utilizada consiste en la construcción de modelos sencillos y gradualmente se incluyen variables que mejoran la explicación de las series de tiempo. La comparación entre los modelos resultantes se hace bajo la métrica del coeficiente de información bayesiana. Este análisis sugiere la existencia de un cambio en la tendencia del crimen en Colombia, después de la firma del acuerdo de paz (2016).

ESTADO DEL ARTE

Existe poca investigación sobre la composición del crimen, o la combinación de dos o más tipos de delitos, dentro de unidades de áreas pequeñas (Brantingham, 2016; Schreck et al., 2009). Esto se puede reflejar en el análisis hacia la identificación de determinantes de tipos específicos en aplicaciones de la ley, en lugar de explorar si las teorías del crimen ecológico son generalizables entre tipos de delitos (y cómo) (Weisburd et al., 1992). Sin embargo, se ha demostrado que los patrones espaciales intraurbanos de muchos tipos de delitos están correlacionados positivamente en la escala de áreas pequeñas (Andresen, 2011; Schmid, 1960) y muchos tipos de delitos han sido explicados usando el mismo conjunto de teorías ecológicas, in-

cluyendo la desorganización social, la actividad rutinaria y las teorías del patrón delictivo (Andresen, 2006; Kinney, Brantingham, Wuschke, Kirk y Brantingham, 2008; Roncek & Maier, 1991).

Autores como Cornish y Clarke (1987) asumen que los actos criminales son el resultado de una toma de decisiones racionales y que cada tipo de delito tiene un conjunto distinto de propiedades de estructuración de elección u oportunidades, costos y beneficios. Estudios más recientes sobre análisis de crimen se encuentran en los trabajos de Anselin (2017), quien aplica un índice de Geary modificado para los datos de criminalidad en Francia. Por su parte, Quick, Li, y Brunton-Smith (2018) aplican un conjunto de modelos espaciales multivariantes bayesianos para analizar el robo con allanamiento de morada, el robo de vehículos y la delincuencia violenta.

Aplicando también econometría espacial se encuentra el trabajo de Ahmar & Aidid (2018), quienes utilizan los métodos espaciales autorregresivos (SAR) y modelos de errores espaciales (SEM), para analizar el crimen en South Sulawesi, Indonesia. Las variables independientes utilizadas son la densidad de población, el número de habitantes pobres, el PIB per cápita, el desempleo y el Índice de Desarrollo Humano (IDH).

Desde otra perspectiva se encuentran los trabajos de Vujić, Commandeur & Koopman (2016), en los cuales

se hace uso de los modelos de series de tiempos estructurales para determinar la posible reducción en las tasas mensuales de delitos reportadas desde enero de 1984 hasta diciembre de 2010, luego de que Virginia aboliera la libertad condicional y reformara la sentencia en enero de 1995. Este trabajo está relacionado con el estudio seminal de Chen, Yuan, & Shu (2008) del uso de modelos ARIMA para la predicción del crimen. Por su parte, en su trabajo Wang et al. (2017) comparan los modelos ARIMA con algunos algoritmos de *Machine Learning*. Orong, Sison, & Hernández (2018) utilizaron el algoritmo de agrupación de k-medias y el modelo de Promedio Móvil Integrado Autorregresivo (ARIMA) para agrupar y pronosticar los datos de delitos en una provincia de Filipinas. Otro de los trabajos que emplea modelos de series de tiempo para evaluar rupturas es el de Campbell, Nix & Maguire (2018).

METODOLOGÍA

Datos

La información empleada provino de las noticias criminales en el Sistema Penal Oral Acusatorio (SPOA) por presuntos hechos delictivos que la Fiscalía General de la Nación conoció a partir de la entrada en vigencia de la Ley 906 de 2004 y la Ley 1098 de 2006 (Fiscalía General de la Nación, 2018). En la Tabla 1 se sintetizan las definiciones necesarias para la comprensión de los datos.

Tabla 1
Definiciones

Variable	Definición
Delito	Conducta humana que viola sin justa causa un bien jurídico. Se puede realizar a dolo, es decir, con la conciencia y la voluntad de efectuar la conducta, o por culpa, o sea, por imprudencia, negligencia, imprudencia, impericia o violación de reglamentos.
Imputado	Persona a quien se le atribuye la participación en el hecho contrario a la ley (delito).
Pena	Imposición de sanción penal respecto de quienes han ejecutado comportamiento delictivo o contravencional. La función punitiva es ejercida por el Estado a través de la rama judicial del poder público. Las sanciones se dividen en penas y medidas de seguridad: las penas se aplican a los sujetos imputables que, en el momento de ejecutar la conducta punible, tienen la capacidad de comprender su ilicitud y son determinadas de acuerdo con esa comprensión. Las medidas de seguridad se aplican a los sujetos inimputables, que no comprenden su comportamiento ilícito y no tienen capacidad de autodeterminación.
Víctima	Persona natural o jurídica y demás sujetos de derechos que, individual o colectivamente, sufran algún daño directo o indirecto como consecuencia de la conducta punible. La condición de víctima se tiene independientemente de lograr identificar, aprehender, enjuiciar o condenar al autor de la conducta punible e independientemente de la existencia de una relación familiar con este.

Fuente: Fiscalía General de la Nación (2018).

Modelo

Se emplearon dos modelos, uno de cambio estructural y otro de series de tiempo. En el primer caso, el objetivo consiste en encontrar el número de particiones óptimas basado en algún criterio de ajuste a los datos (R^2 , RSS, AIC, entre otros). En este caso se hizo uso del coeficiente de información Bayesiana (BIC). En cada partición, se asume un modelo lineal entre el tiempo y el número de crímenes mt , donde Y corresponde a la tasa de crímenes por mes, t corresponde al mes de ocurrencia de la tasa de

crímenes, m corresponde al incremento de la tasa de crímenes por mes y b corresponde a una tasa de crímenes base.

En el segundo caso, se empleó un modelo ARIMA estacional con componente de regresión lineal. En este modelo se asume que:

$$y_t - u = z_t + \frac{\theta(B)}{\varphi(B)} * w_t ,$$

Donde:

- y_t es la tasa de crimen observada en el tiempo t
- u es la tendencia
- $\theta(B)$ y $\varphi(B)$ son los polinomios del componente MA y AR, respectivamente (promedio móvil y autorregresivo).
- w_t corresponde al componente integrador (serie de diferencias entre tasas de crimen de tiempos consecutivos).
- Z_t representa la intervención en el fenómeno observado; en este caso hace referencia a la intervención que corresponde al efecto del proceso de paz en las tasas de crímenes y_t . En todo el estudio se asume Z_t como una función de paso unitario (step function), con cero antes del año 2012 y uno después del año 2012.

Este análisis se realizó con paquetes estándar de la herramienta estadística R (paquetes forecast y astsa)¹.

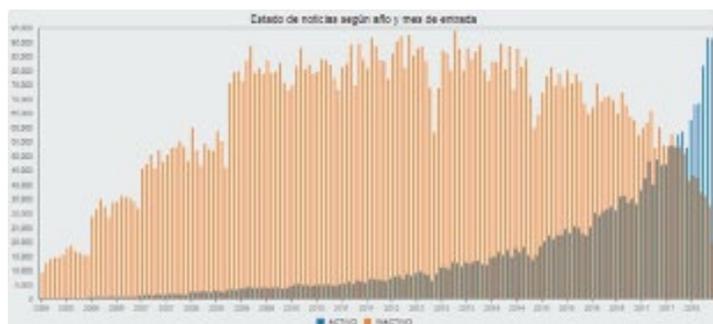
RESULTADOS

Evolución

En la Figura 1, se muestra la evolución mensual de las entradas de noticias criminales según el estado (activo o inactivo) al momento de la consulta de los datos en el sistema. Se puede calcular el stock o inventario de procesos activos y cuándo entraron. El comportamiento de los procesos activos corresponde a un crecimiento exponencial, pero es inferior al de total del procesos inactivos. Es preciso establecer la causa de este comportamiento.

Figura 1

Estado de noticias según año y mes de entrada



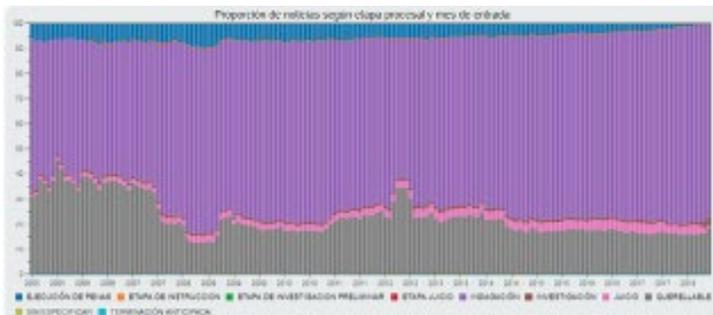
Fuente: Fiscalía General de la Nación (2018)

¹ El código que generó las figuras está disponible a petición de los interesados.

La Figura 2 corresponde a la proporción de casos según la etapa procesal en la que se encuentran al momento de la consulta de los datos en el sistema y el mes de la entrada. Incluye tanto casos activos como inactivos. La mayor parte (moprado) corresponde a procesos en indagación, querellable (gris).

Figura 2

Proporción de noticias según etapa procesal y mes de entrada

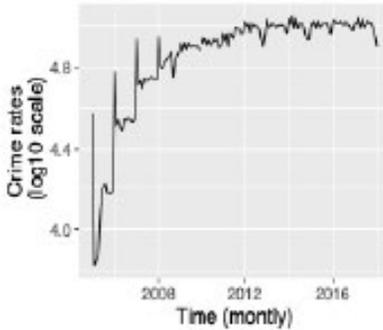


Fuente: Fiscalía General de la Nación (2018)

Impacto de la firma de los acuerdos de paz en las tasas de crimen en Colombia

Según se observa en la Figura 3, el número de crímenes por mes es creciente con saturación después del año 2012. Esta tendencia sugiere un posible cambio abrupto en la dinámica de las tasas de crimen en el año 2012. A continuación estudiaremos los posibles efectos provocados por el inicio del proceso de paz en Colombia en el año 2012.

Figura 3
Serie de tiempo de la tasa de crimen en Colombia
(Enero 2005 - Enero 2018)



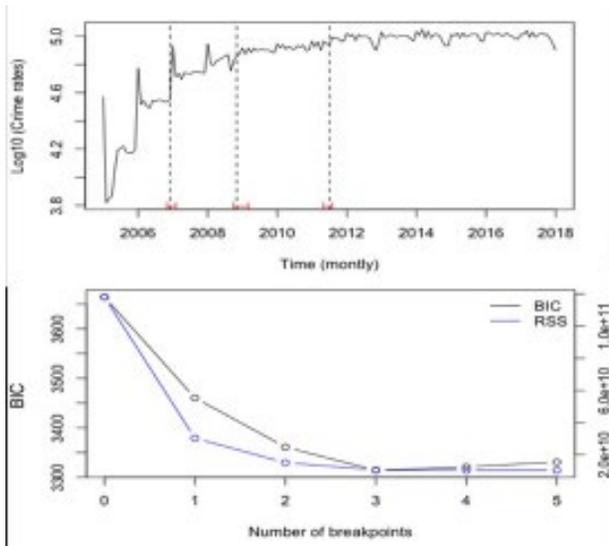
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Fiscalía General de la Nación (2018), usando R

Lo anterior condujo a establecer si existen cambios estructurales significativos en las series de tiempo de la tasa de crimen. La Figura 4 muestra los resultados del análisis estructural. Este análisis se basa en un modelo de regresión lineal y asume que las tasas de crimen entre los años donde se presentaron los cambios estructurales son constantes.

La Figura 4 reporta que un modelo con tres cambios estructurales es el que mejor explica los cambios en las tasas de crimen (coeficiente de información bayesiano mínimo, BIC). La Figura 4(a) muestra los meses y años de los cambios estructurales, y sus correspondientes intervalos de confianza (95 %). El último cambio estructural registrado corresponde al mes de julio de 2011 (el intervalo de confianza del 95 % comprende desde el mes de mayo hasta el mes de agosto de 2011).

Figura 4

Análisis estructural con tasas de crimen constante entre cambios estructurales. (a) Mes y año del cambio estructural y su correspondiente intervalo de confianza. (b) Coeficiente de información bayesiana y error residual cuadrático



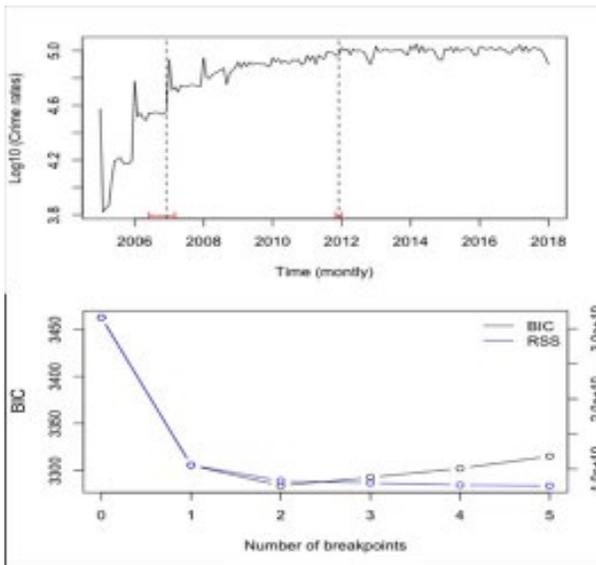
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Fiscalía General de la Nación (2018), usando R

Aunque este primer modelo estructural muestra que existen cambios significativos cercanos al comienzo del proceso de paz, es posible que la suposición de tasas de crimen constantes sobreestime el impacto del proceso de paz en el crimen. La Figura 5 muestra los resultados del análisis de cambios estructurales asumiendo que las tasas de crimen se comportan linealmente entre las fechas que suceden los cambios. Este análisis reporta una reducción en el número de cambios estructurales, con una disminución en el BIC, evidente en la Figura

5(b). La Figura 5(a) muestra las fechas de los cambios estructurales encontrados y sus intervalos de confianza. Note que el último cambio estructural registrado corresponde al mes de diciembre de 2011 (el intervalo de confianza del 95 % comprende desde el mes noviembre de 2011 hasta el mes de enero de 2012). El incremento por mes en la tasa de crímenes es significativamente menor después de enero de 2012 (306 crímenes por mes) si se le compara con el periodo estructural anterior (incremento de 7.771 crímenes por mes).

Figura 5

Análisis estructural con tasas de crimen lineal entre cambios estructurales. (a) Mes y año del cambio estructural y su correspondiente intervalo de confianza. (b) Coeficiente de información bayesiana y error residual cuadrático



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Fiscalía General de la Nación (2018), usando R

Análisis de intervención incluyendo la dinámica de las tasas de crimen

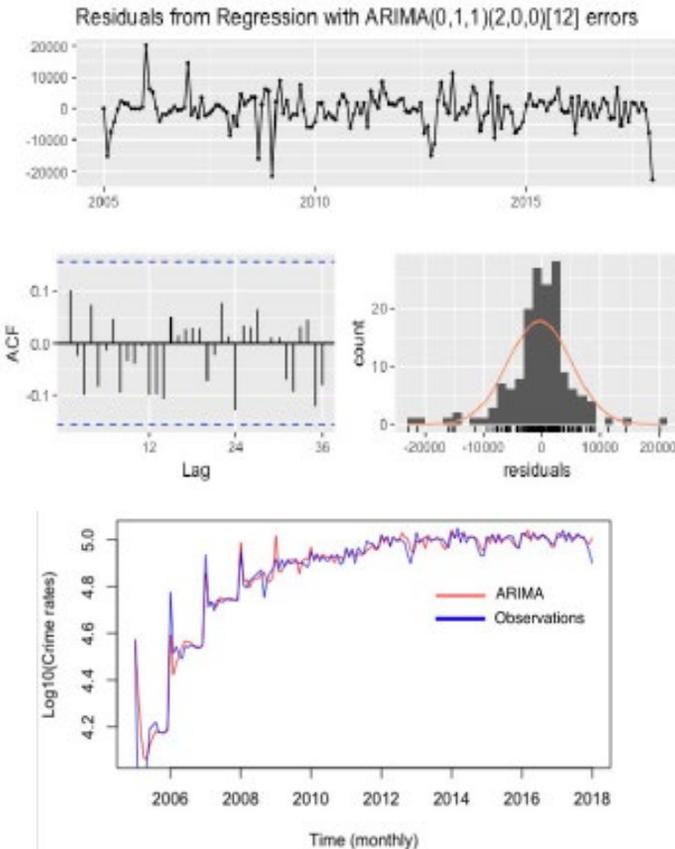
Los resultados anteriores no incluyen los efectos que produce la dinámica del crimen. Para las series de crimen, el test de Ljung-Box (1978) sugiere que los errores residuales en las regresiones realizadas se encuentran correlacionados en el tiempo. Lo anterior implica que el comportamiento estocástico no se ha modelado apropiadamente. Es posible que este comportamiento estocástico explique los cambios estructurales observados.

Para descartar si el componente estocástico de la serie de tiempo explica dichos cambios estructurales, ajustamos la serie de tiempo a un modelo ARIMA con componente de regresión lineal. El modelo ARIMA es capaz de manejar la naturaleza no estacionaria de la serie de tiempo del crimen (p -value del test de Dickey-Fuller para las series de tiempo es de 0.01). Este componente consiste en una función paso que es cero para tiempos menores a enero-noviembre de 2011 y uno para datos posteriores a dicho mes. Para determinar el modelo ARIMA y componente de regresión que mejor explica la dinámica de las tasas de crimen, se calculó el BIC de las posibles combinaciones con y sin incluir el componente de regresión. El menor BIC fue obtenido con un modelo ARIMA que incluye regresión lineal (p -value para el Test Ljung-Box Q es de 0.4957, lo que indica des-correlación de los residuos del modelo ARIMA con re-

gresión o estacionaridad). Este componente de regresión tuvo un valor de 692 (error estándar de 3,592). La Figura 6 muestra los resultados del ajuste a un modelo ARIMA con componente de regresión.

Figura 6

Ajuste a un modelo ARIMA con componente de regresión lineal, asumiendo intervención como función de paso. (a) Ajuste ARIMA de la serie de tiempo. (b) Comparación entre la serie de tiempo y la serie generada por el modelo con regresión



Por lo anterior, el modelo correspondería:

$$X_t = e + s_t - \varphi_1 s_{t-1} + \theta_1 X_{t-12} + \theta_2 X_{t-24}$$

Una posible explicación para el cambio de tendencia, podría estar relacionado con el hallazgo identificado por Escobedo David, Lis-Gutiérrez y Aguilera-Hernández (2017), asociado a que a partir del año 2011, hubo una reducción en el número de efectivos (8.943 a 6.225 en 2016) y milicianos (11.289 a 7.755 en 2016) de las Farc-EP, y un incremento en el número de neutralizados por parte de la Fuerzas Armadas.

CONCLUSIONES

Este estudio permitió establecer que los presuntos hechos delictivos que la Fiscalía General de la Nación conoció a partir de la entrada en vigencia de la Ley 906 de 2004 y la Ley 1098 de 2006, después de la puesta en marcha del Sistema Penal Oral Acusatorio (SPOA), en Colombia, entre 2005 y 2018, sigue un Proceso Estacional Autorregresivo Integrado y de Media Móvil ARIMA (0,1,1)(2,0,0)₁₂.

Aunque el estudio sugiere un cambio significativo en las tasas de crimen, el hecho de que el error estándar obtenido en el coeficiente de regresión sea mayor que el valor estimado del coeficiente de regresión impide

determinar si este cambio es un incremento o una reducción en las tasas de crimen; lo que debe explorarse en un futuro estudio.

Este estudio presentó algunas limitaciones tales como: (i) el empalme de las diferentes bases de datos suministradas por la Fiscalía General de la Nación (una por año); (ii) contar con una muestra de 18 meses posterior a la firma del proceso de paz.

Dentro de las opciones para futuros trabajos, se encuentran: (i) desagregar los diferentes tipos de crímenes y verificar si los cambios estructurales se mantienen para todos ellos; (ii) aplicar las técnicas de análisis espacial para la identificación de patrones espaciales; (iii) aplicar algoritmos de aprendizaje supervisado, para predecir el comportamiento de los delitos más frecuentes en el territorio nacional.

REFERENCIAS

- Ahmar, A. S., & Aidid, M. K. (2018). Crime Modeling using SpatialRegressionApproach. *Journal of Physics: Conference Series*, 954(1), 012-013. Recuperado de: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/954/1/012013/meta>
- Andresen, M. A. (2006). A spatial analysis of crime in Vancouver, British Columbia: A synthesis of social disorganization and routine activity theory. *The*

- Canadian Geographer/Le Géographe canadien*, 50(4), 487-502.
- Andresen, M. A., & Malleson (2011). Estimating the probability of local crime clusters: The impact of immediate spatial neighbours. *Journal of Criminal Justice*, 39(5), 394-404.
- Anselin, L. (2017). *A Local Indicator of Multivariate Spatial Association: Extending Geary's*. Recuperado de: http://priede.bf.lu.lv/ftp/pub/TIS/datu_analiize/GeoDa/LA_multivariateGearyI.pdf
- Brantingham, P. J. (2016). Crime diversity. *Criminology*, 54(4), 553-586.
- Campbell, B. A., Nix, J., & Maguire, E. R. (2018). Is the number of citizens fatally shot by police increasing in the post-Ferguson era? *Crime & Delinquency*, 64(3), 398-420.
- Chen, P., Yuan, H., & Shu, X. (2008). Forecasting crime using the arima model (pp.627-630). *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD'08), Fifth International Conference*, 5.
- Congreso de la República de Colombia (2004). Ley 906 de 2004, Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 45.657 Imprenta Nacional. Recuperado de: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_09060_204a.html
- Congreso de la República de Colombia (2006). Ley 1098 de 2006. Bogotá, Colombia: Diario Oficial No. 46.446 Imprenta Nacional. Recuperado de: <http://>

www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=22106

Cornish, D. B. & Clarke, R. V. (1987). Understanding crime displacement: An application of rational choice theory. *Criminology*, 25(4), 933-948.

Escobedo-David, L. R., Lis-Gutiérrez, J. P., y Aguilera-Hernández, D. (2017). Las milicias y su importancia en las FARC-EP. En Barbosa, G, Correa, M. y Ciro, A. (eds.). *Milicias guerrilleras: estudios empíricos y financieros*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia.

Fiscalía General de la Nación (FGN). (2018). *Estadísticas* [Base de datos]. Bogotá, Colombia: Fiscalía General de la Nación.

Gobierno Nacional de Colombia, FARC-EP y países garantes. (2016). *Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto y la Construcción de una Paz Estable y Duradera*. La Habana, Cuba. Recuperado de: [http://www.altocomisionadoparalapaz.gov.co/procesos-y-conversaciones/Documentos %20compartidos/24-II-2016NuevoAcuerdoFinal.pdf](http://www.altocomisionadoparalapaz.gov.co/procesos-y-conversaciones/Documentos%20compartidos/24-II-2016NuevoAcuerdoFinal.pdf)

Kinney, J.B., Brantingham, P.L., Wuschke, K., Kirk, M. G., & Brantingham, P. J. (2008). Crime attractors, generators and detractors: Land use and urban crime opportunities. *Built environment*, 34(1), 62-74.

Ljung, G. M. & Box, G. E. (1978). On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika*, 65(2), 297-303.

- Orong, M. Y., Sison, A. M., & Hernandez, A. A. (2018). Mitigating vulnerabilities through forecasting and crime trend analysis. 2018 5th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR), Bangkok, Thailand. 57-62. <https://doi.org/https://doi:10.1109/ICBIR.2018.8391166>
- Quick, M., Li, G., & Brunton-Smith, I. (2018). Crime-general and crime-specific spatial patterns: A multivariate spatial analysis of four crime types at the small-area scale. *Journal of Criminal Justice*, (58), 22-32. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0047235218301971>
- Roncek, D. W., & Maier, P. A. (1991). Bars, blocks, and crimes revisited: Linking the theory of routine activities to the empiricism of "hot spots". *Criminology*, 29(4), 725-753.
- Schmid, C. F. (1960). Urban crime areas: Part I. *American Sociological Review*, 25(5), 527-542.
- Schreck, C. J., McGloin, J. M., & Kirk, D. S. (2009). On the origins of the violent neighbourhood: A study of the nature and predictors of crime-type differentiation across Chicago neighbourhoods. *Justice Quarterly*, 26(4), 771-794.
- Vujić, S., Commandeur, J. J., & Koopman, S. J. (2016). Intervention time series analysis of crime rates: The case of sentence reform in Virginia. *Economic modelling*, (57), 311-323. Recuperado de: <https://>

www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264999316300281

Wang, B., Yin, P., Bertozzi, A. L., Brantingham, P. J., Osher, S. J., & Xin, J. (2017). Deep Learning for Real-Time Crime Forecasting and its Ternarization. arXiv preprint arXiv: 1711.08833.

Weisburd, D., Maher, L., Sherman, L., Buerger, M., Cohn, E., & Petrisino, A. (1992). Contrasting crime general and crime specific theory: The case of hot spots of crime. *Advances in criminological theory*, 4(1), 45-69.

Cómo citar este capítulo:

Vargas, C. A., Lis-Gutiérrez, J. P., Gaitán-Angulo M., Ignacio Balaguera, M., y Zapata Patarroyo, H. (2018). Evolución de la criminalidad en Colombia (2005-2018). En J.-P. Lis-Gutiérrez, C. Henao, y L. E. Malagón-Castro, (Edts.). *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas* (pp.229-247). Villavicencio: Corporación Universitaria del Meta-Unimeta.

Capítulo 8

Determinantes del gasto en innovación de la Industria Manufacturera en Colombia (2005-2016)

Carolina Henao, Carolina González, Jenny Paola Lis-Gutiérrez

INTRODUCCIÓN

Debido a que las empresas se innovan para sobrevivir a la competencia (Lee, Hyun Kim y Lee, 2017), es importante identificar los determinantes de la innovación en la industria colombiana, pues requiere que las organizaciones desarrollen una cultura que fomente el desempeño de la innovación para el desarrollo sostenible en medio de la competencia global (Shahzad, Yi Xiu y Shahbaz, 2017).

La gestión de la complementariedad entre la innovación de productos y procesos que faciliten una mejor interacción entre estos tipos de innovación tiene el potencial para el desarrollo de una ventaja competitiva duradera (Hullova, Don Simms, Trott, & Laczko,

2018). Sin embargo, aunque la literatura sugiere que la innovación tiene una relación positiva y significativa entre la estructura organizativa formal y el desempeño de la innovación, en algunos casos la evidencia empírica no apoya estos resultados (Kamasak, 2015). En este contexto este capítulo realiza la validación econométrica de los determinantes de las inversiones en innovación de la industria manufacturera en Colombia entre 2005 y 2015.

Este capítulo se divide en las siguientes secciones: en la primera sección se muestra la importancia de la innovación en la industria; en la segunda sección se realiza una revisión de los estudios más recientes sobre los determinantes de la innovación; en la tercera sección se muestran los datos, luego plantea un modelo econométrico para identificar los determinantes de la innovación en Colombia entre 2005-2016; por último se esbozan las conclusiones del trabajo.

MARCO TEÓRICO

La teoría postula que la innovación es un elemento dinamizador en el crecimiento industrial (Schumpeter, 1934). La difusión de innovaciones se identifica como un aspecto importante del cambio tecnológico y social, y se difunden a través de redes segmentadas de conocimiento que limitan el flujo de conocimiento

de cualquier dominio tecnológico a cualquier otro. A pesar de esta segmentación, algunas organizaciones son capaces de desarrollar piezas de conocimiento que superan estas limitaciones (Papazoglou y Spanos, 2018). Por ejemplo, Zopiatis & Theocharous (2018), estudiaron la industria de minerales de Noruega y encontraron que la asimilación depende de las rutinas establecidas para facilitar la difusión del conocimiento interno, mientras que la explotación se produce mediante el pilotaje de nuevas soluciones innovadoras.

Específicamente para Colombia, Gálvez y García (2012) verificaron la relación entre el grado de innovación de la empresa y su rendimiento, usando los datos de sesenta micro, pequeñas y medianas empresas de mediana y alta tecnología de la ciudad de Cali. Realizaron regresiones lineales múltiples por MCO y encontraron que la innovación en productos y en procesos ejerce una influencia positiva sobre el rendimiento de la mipyme.

Las diferentes características industriales generan diferentes impactos en la propensión a la innovación y el desempeño de la innovación (Cheng Guan y Pang, 2017). Como la innovación organizativa, las prácticas de innovación internas y externas, influyen en la probabilidad de obtener innovaciones de productos y procesos (Anzola-Román, Bayona-Sáez y García-Marco, 2018). Además, la innovación puede estar

dirigida también a las parte ambiental. Saunila, Ukko y Rantala (2018) examinaron la valoraciones de empresas de Finlandia de diferentes dimensiones de sostenibilidad y sus relaciones con la innovación verde y mostraron que cuanto más valora una empresa la sostenibilidad económica, institucional y social, más probable es que invierta en innovación ecológica.

ESTADO DEL ARTE

Tavassoli (2015) analizó la influencia de los determinantes de la innovación, que varía a lo largo del ciclo de vida de la industria en Suecia, al realizar la estimación de un modelo de innovación a nivel de empresa, encontró que los determinantes de la innovación varían a lo largo de las etapas del ciclo de vida de la industria; el tamaño y el capital humano son lo más importante para las empresas en industrias maduras y el comercio internacional es lo más importante para las empresas en industrias en declive.

Abdu y Jibir (2017) examinaron los determinantes de la innovación de una empresa en Nigeria, estudio que utilizó datos de encuestas empresariales desarrolladas por el Banco Mundial, y se analizaron utilizando modelos de regresión probit y tobit y mostraron que la inversión en investigación y desarrollo, capacitación formal, tamaño de la empresa, estado de exportación,

competencia, ubicación, tipo y sector, o actividad de las empresas, impulsa positivamente la propensión de una empresa a innovar. Sin embargo, el estudio estableció que la edad de la empresa y la educación de los empleados afectan negativamente las posibilidades de innovación.

Lee, Hyun Kim & Lee (2017) estimaron la eficiencia técnica de la industria coreana de tecnología de la información y la comunicación; usaron un análisis de la frontera estocástica, y las eficiencias de 2000 a 2013. Además, analizaron el efecto de las innovaciones que aumentan la función de producción en la eficiencia técnica y la eficiencia de la meta-frontera a través del modelo de mínimos cuadrados de dos etapas y encontraron que la inflación repentina de la relación de meta-tecnología causada por unas pocas empresas innovadoras automáticamente reduce el promedio de eficiencia técnica y competencia, y las innovaciones exitosas se transfieren a la industria en su totalidad a través de la imitación.

Shahzad, Yi Xiu y Shahbaz, (2017), al estudiar la industria del software en Pakistán, para 215 firmas mediante el uso de modelos de estadística descriptiva, correlación y regresión múltiple para determinar la asociación entre los factores explicativos de la cultura organizacional y el desempeño de la innovación, en-

contraron que el desempeño de la innovación organizacional está respaldado y afectado por la cultura organizacional y la flexibilidad y apoyo al cambio y el clima organizacional son los factores comparativamente significativos para el rendimiento de la creatividad y la innovación.

Yuan y Xiang (2018) emplearon los datos del panel de las industrias manufactureras chinas durante el periodo 2003-2014 para examinar los efectos de la regulación ambiental en la innovación industrial y el desarrollo verde; estos autores encontraron que a largo plazo, la regulación ambiental ha excluido la inversión en investigación y desarrollo, y la regulación ambiental ha inhibido los resultados de patentes.

Hui Huang & Tse Hou (2018) usaron datos de empresas manufactureras taiwanesas para el periodo 2000-2015, y por el método generalizado de momentos encontraron que la rentabilidad de las empresas innovadoras superó la de las empresas no innovadoras y las empresas que invirtieron en investigación y desarrollo obtuvieron patentes con éxito, y la protección otorgada por las patentes emitidas por el gobierno mejoró su rentabilidad.

Mahnken y Moehrle (2018) plantearon que son pocas las empresas que tienen acceso a toda la gama de co-

nocimientos disponibles; la mayoría están obligadas a obtener este conocimiento de otras empresas o institutos de investigación. Una forma de adquirir el conocimiento requerido es a través de la cooperación. Este tipo de innovación se refleja en muchos casos de patentes. Estudiaron las patentes de innovación multisectoriales en el mercado líder de los Estados Unidos, utilizando una búsqueda combinada de PATSTAT y Orbis en el periodo 1980-2015. Mostraron que existe un aumento en la aparición de patentes de innovación multisectoriales, donde los principales actores involucrados son las compañías japonesas, que aplican casi el 90 % de todas las patentes de innovación de múltiples industrias.

Szücs (2018) evaluó el impacto del Séptimo Programa Marco de la CE, un programa de subsidios a la investigación a gran escala, en las actividades de innovación de las empresas subvencionadas, con especial atención a las asociaciones entre la industria y las universidades. Al utilizar la estimación de coincidencia y diferencia en diferencia, halló un efecto positivo en una gama de indicadores de innovación, donde el número de participantes en el proyecto en general y los participantes universitarios en particular afectan positivamente el desempeño, sugiriendo efectos secundarios entre los miembros del proyecto. Los centros de investigación, por otro lado, no ejercen externalidades

positivas. Además, los beneficios de colaborar con las universidades se amplían por su calidad académica.

METODOLOGÍA

Datos

Los datos utilizados para los grupos industriales analizados fueron tomados de las estadísticas publicadas por el DANE en la Encuesta Anual Manufacturera y la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica. Para efectos del estudio se realizó el empalme de los datos clasificación CIUU revisión 4A. Los datos del índice de tasa de cambio real se obtuvieron en las estadísticas publicadas por el Banco Mundial.

El modelo

Se realizó un ejercicio econométrico para analizar los determinantes nacionales de la inversión en innovación de la industria entre 2005-2016 para Colombia. Para evitar este sesgo por la heterogeneidad de los grupos industriales se emplearon técnicas econométricas de datos panel, puesto que reducen los problemas relacionados con la identificación de los modelos. Los individuos analizados fueron los grupos industriales que aportaron más a la producción industrial nacional:

Tabla 1
Grupos industriales con mayor participación en la producción de la industria manufacturera en Colombia

101	Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos
102	Procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos
103	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal
104	Elaboración de productos lácteos
105	Elaboración de productos de molinería, almidones y productos derivados del almidón
106	Elaboración de productos de café
107	Elaboración de azúcar y panela
108	Elaboración de otros productos alimenticios
109	Elaboración de alimentos preparados para animales
110	Elaboración de bebidas
139	Fabricación de otros productos textiles
141	Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel
170	Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón
181	Actividades de impresión y actividades de servicios relacionados con la impresión
192	Fabricación de productos de la refinación del petróleo
201	Fabricación de sustancias químicas básicas, abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados, plásticos y caucho sintético en formas primarias
202	Fabricación de otros productos químicos
210	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico
222	Fabricación de productos de plástico
239	Fabricación de productos minerales no metálicos n.c.p.
241	Industrias básicas de hierro y de acero
242	Industrias básicas de metales preciosos y de metales no ferrosos
251	Fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor
259	Fabricación de otros productos elaborados de metal y actividades de servicios relacionadas con el trabajo de metales
291	Fabricación de vehículos automotores y sus motores

Fuente: Elaboración propia

La variable dependiente usada fue el monto invertido en actividades científicas, tecnológicas y de innovación (mi).

Las variables explicativas son :

Dmfp: es una variable Bernulli que toma el valor de uno si el grupo industrial recibe financiamiento del sector público y cero para cualquier otro caso.

Pos: corresponde al personal ocupado en las empresas industriales, por nivel educativo de posgrado.

ta: total de activos; se usa como proxy de la relación capital-producto puesto que la consolidación de la industria está relacionada con el avance en la inversión sectorial y se muestra cuando el sector productivo de una región se expone a la competencia externa, donde es necesaria una mayor inversión doméstica que permita lograr procesos de adaptación tecnológica y desarrollar ventajas competitivas dinámicas (Cardona y Cano, 2005).

tc: índice de tasa de cambio real efectiva 2010=100.

clup: Costo laboral unitario, tomado como un reflejo de la productividad del trabajo, definido como la relación del costo de la mano de obra requerido para la fabricación de un de producto, porque mide la relación entre producción y remuneración (Cardona y Cano, 2005).

Las estadísticas descriptivas son:

Variable | Obs Mean Std. Dev. Min Max

-----+-----
lmi | 217 17.60088 1.347759 11.31447 20.41155

dmfp | 217 .6589862 .4751461 0 1

lpos | 162 6.086615 .9281847 1.386294 9.921622

lta | 240 21.71408 .9885836 19.43171 23.96294

ltc | 220 4.530875 .1043871 4.321383 4.670978
-----+-----

El modelo se especifica como sigue:

$$lmi_{jt} = \beta_0 + \beta_1 dmfp_{jt} + \beta_2 lpos_{ct} + \beta_3 lta_{ct} + \beta_4 ltc_{jt} + \beta_5 lclup_{jt} + \eta_j + \varepsilon_{jt}$$

lmi_{jt} es el logaritmo del monto invertido en actividades científicas, tecnológicas y de innovación del grupo industrial j en el año t , $dmfp_{jt}$ es una variable Bernulli que toma el valor de uno si el grupo industrial recibe financiamiento del sector público y cero para cualquier otro caso; para cada grupo industrial j en el año t , $lpos_{jt}$ es el logaritmo del personal ocupado en las empresas industriales, por nivel educativo de posgrado en cada grupo industrial j en el año t , lta_{jt} es el logaritmo del total de activos del grupo industrial j en el año t , ltc_{ct} es el logaritmo natural del índice de tasa de cambio real efectiva en Colombia en el año t , $lclup_{jt}$ es el logaritmo del costo laboral unitario, del grupo industrial j en el año t , η_j es los efectos que varían con el tiempo no observados, ε_{jt} es una perturbación aleatoria que se supone $\varepsilon_{jt} \sim N(0, \sigma^2)$.

RESULTADOS

Al realizar la Prueba del Multiplicador de Lagrange para Efectos Aleatorios, no se pudo rechazar la hipótesis nula. No se deben usar efectos aleatorios, sino una regresión agrupada (*pooled ols*). Sin embargo, al realizar la estimación por efectos fijos se rechaza la hipótesis nula (o sea, que todas las variables dicotómicas estatales son iguales a cero) de la prueba F restrictiva; por lo tanto, es necesario utilizar el método de efectos fijos.

El test de Hausman (Tabla 2) determina un χ^2 de 33.50 y una $\text{Prob} > \chi^2$ igual a 0.000, lo cual lleva a rechazar la hipótesis nula, es decir, se debe seleccionar el estimador para efectos fijos lo que ratifica que existen condiciones previas que son constantes en el tiempo.

Al aplicar pruebas de Wald para homocedasticidad, de Wooldridge para autocorrelación y de Pesaran para la dependencia transversal en modelos de datos de panel se determinó que existían problemas de heterocedasticidad y correlación contemporánea en el modelo planteado (Tabla 2). Para corregir estos problemas se usaron estimadores de errores estándar corregidos para panel, aunque no se calculaban efectos fijos directamente. No se introdujeron variables dicotómicas de tiempo, puesto que al realizar la prueba F para la significancia conjunta de estas variables no se pudo rechazar la hipótesis nula.

Tabla 2
Pruebas Estadísticas Realizadas al Modelo

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects	$lmi[gp,t] = Xb + u[gp] + e[gp,t]$ Estimated results: Var sd = sqrt(Var) -----+----- lmi 1.586111 1.259409 e .464463 .6815152 u .0076972 .0877338 Test: Var(u) = 0 chibar2(01) = 1.42 Prob > chibar2 = 0.1167
Test de Hausman	hausman fe re ---- Coefficients ---- (b) (B) (b-B) sqrt(diag(V_b-V_B)) fe re Difference S.E. -----+----- dmfp .3062344 .5370857 -.2308513 .0401204 lpos .0463401 .102931 -.0565909 .0457817 lta .625788 .8616599 -.2358719 .3901449 ltc -.8899296 -4.86611 3.976181 .7125873 lculp -2.576581 .5876583 -3.16424 .7671464 -----+----- b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg Test: Ho: difference in coefficients not systematic $chiz(5) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$ = 33.50 Prob>chiz = 0.0000 (V_b-V_B is not positive definite)
Test de Wooldridge	Wooldridge test for autocorrelation in panel data Ho: no first-order autocorrelation F(1, 19) = 2.317 Prob > F = 0.1445
El test de Wald	Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity in fixed effect regression model Ho: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all i $chiz(20) = 3628.54$ Prob>chiz = 0.0000
Test de Pesaran (2015)	Pesaran (2015) test for weak cross sectional dependence Unbalanced panel detected, test adjusted. Ho: errors are weakly cross sectional dependent. CD = 2.577 p-value = 0.010

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3
 linear regression, correlated panels
 corrected standard errors (PCSEs)

Group variable: gp Number of obs = 162
 Time variable: ao Number of groups = 20
 Panels: correlated (unbalanced) Obs per group:
 Autocorrelation: no autocorrelation min = 3
 Sigma computed by casewise selection avg = 8.1
 max = 9
 Estimated covariances = 210 R-squared = 0.6728
 Estimated autocorrelations = 0 Wald chi2(10) = 2953.99
 Estimated coefficients = 13 Prob > chi2 = 0.0000

 | Panel-corrected

lmi | Coef. Std. Err. z P>|z| [95 % Conf. Interval]

-----+-----
 dmfp | .521902 .1901068 2.75 0.006 .1492995 .8945045

lpos | .1245971 .0781799 1.59 0.111 -.0286326 .2778268

lta | .8696645 .0623273 13.95 0.000 .7475052 .9918238

ltc | -7.320821 1.137344 -6.44 0.000 -9.549973 -5.091668

lculp | .6954355 .1349617 5.15 0.000 .4309154 .9599556

ao |

2007 | .7074197 .1157437 6.11 0.000 .4805662 .9342732

2008		.3573153	.1619417	2.21	0.027	.0399154	.6747152
2009		.0854939	.137677	0.62	0.535	-.1843482	.3553359
2010		.7572609	.2460885	3.08	0.002	.2749362	1.239585
2011		.417088	.2714383	1.54	0.124	-.1149212	.9490972
2012		.848969	.3190084	2.66	0.008	.223724	1.474214
2013		.358336	.3278525	1.09	0.274	-.284243	1.000915
2014		0 (omitted)					
_cons		23.41614	5.999586	3.90	0.000	11.65717	35.17511

Fuente: Cálculos propios

El financiamiento del sector público es significativo y guarda una relación positiva con las inversiones que realizan las empresas en innovación tecnológica, lo que corrobora que el papel del Estado es fundamental como promotor del avance tecnológico.

El costo laboral unitario resulta significativo en el modelo, a un nivel de significancia del 1 %; sin embargo, no mostró el signo esperado, lo que indica que la evidencia empírica no comprueba que el costo laboral unitario guarda una relación positiva con el valor agregado industrial, lo que implica que los grupos industriales con mayores salarios invierten más en innovación tecnológica.

El índice de tasa de cambio real efectiva es significativa en el modelo a un nivel de significancia del 1 % y presenta una relación negativa con el monto invertido en innovación, lo que muestra que a medida que la moneda se devalúa aumentan este tipo de inversiones; muy probablemente las inversiones en innovación se realizan en bienes y servicios extranjeros.

El total de activos es significativo en el modelo a un nivel de significancia del 1 % y presenta una relación positiva, lo que ratifica que la consolidación de la industria está relacionada con el avance en la inversión sectorial, donde es necesaria una mayor inversión doméstica que permita lograr procesos de adaptación tecnológica y desarrollar ventajas competitivas dinámicas (Cardona y Cano, 2005).

Por último, el personal ocupado en las empresas industriales, por nivel educativo de posgrado no resultó significativo a un nivel de significancia del 5 %; por ende, se pudo concluir que las personas más capacitadas no generan incentivos a la innovación en sus entornos de trabajo.

REFERENCIAS

Abdu, M. & Jibir, A. (2017). Determinants of firms innovation in Nigeria. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 39(3), 448-456.

- Anzola-Román, P., Bayona-Sáez, C., & García-Marco, T. (2018). Organizational innovation, internal R&D and externally sourced innovation practices: Effects on technological innovation outcomes. *Journal of Business Research*, (91), 233-247.
- Cardona, M. y Cano, C. (2005). *Dinámica industrial, crecimiento económico y Pymes: un análisis de Datos de Panel para el caso colombiano 1980-2000*. Observatorio de la Economía.
- Cheng Guan, J. & Pang, L. (2017). Industry specific effects on innovation performance in China. *China Economic Review*, (44), 125-137.
- Gálvez, E. y García, D. (2012). Impacto de la innovación sobre el rendimiento de la MIPYME: un estudio empírico en Colombia. *Estudios gerenciales*, 28(122), 11-27.
- Hui Huang, C., & Tse Hou, T.C. (2018, october). Innovation, research and development, and firm profitability in Taiwan: Causality and determinants. *International Review of Economics & Finance*, 59, 385-394.
- Hullova, D., Don Simms, C., Trott, P. & Laczko, P. (2018). Critical capabilities for effective management of complementarity between product and process innovation: Cases from the food and drink industry. *Research Policy*, 48(1), 339-354.
- Kamasak, R. (2015). Determinants of innovation Performance: A Resource-based Study. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (195), 1330-1337.

- Lee, C., Hyun Kim, J. & Lee, D. (2017). Intra-industry innovation, spillovers, and industry evolution: Evidence from the Korean ICT industry. *Telematics and Informatics*, 34(8), 1503-1513.
- Mahnken, T. & Moehrle, M. (2018). Multi-cross-industry innovation patents in the USA - A combination of PATSTAT and Orbis search. *World Patent Information*, (55), 52-60.
- Papazoglou, M. & Spanos, Y. (2018). Bridging distant technological domains: A longitudinal study of the determinants of breadth of innovation diffusion. *Research policy*, 47(9), 1713-1728.
- Saunila, M., Ukko, J. & Rantala, T. (2018). Sustainability as a driver of green innovation investment and exploitation. *Journal of Cleaner Production*, (179), 631-641.
- Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Shahzad, F., Yi Xiu, G. & Shahbaz, M. (2017). Organizational culture and innovation performance in Pakistan's software industry. *Technology in Society*, (51), 66-73.
- Szücs, F. (2018). Research subsidies, industry-university cooperation and innovation. *Research Policy*, 47(7), 1.256-1.266.

- Tavassoli, S. (2015). Innovation determinants over industry life cycle. *Technological Forecasting and Social Change*, (91), 18-32.
- Yuan, B. & Xiang, Q. (2018). Environmental regulation, industrial innovation and green development of Chinese manufacturing: Based on an extended CDM model. *Journal of Cleaner Production*, (176), 895-908.
- Zopiatis, Anastasios & Theocharous, Antonis. (2018). PRAXIS : The determining element of innovation behavior in the hospitality industry. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 35. 9-16. [10.1016/j.jhtm.2017.12.004](https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2017.12.004).

Cómo citar este capítulo:

Henao, C., González, C., y Lis-Gutiérrez, J. P. (2018). Determinantes del gasto en innovación de la Industria Manufacturera en Colombia (2005-2016). En J.-P. Lis-Gutiérrez, C. Henao, y L. E. Malagón-Castro, (Edts.). *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas* (pp.249-267). Villavicencio: Corporación Universitaria del Meta-Unimeta.

Sección III.
Técnicas avanzadas
de simulación y
proyección

Capítulo 9

SIMSHOT, Sistema para el modelado y la simulación de mercados hoteleros. Un prototipo basado en agentes

Manuel Ignacio Balaguera-Jiménez, María Cristina Vargas Chaparro, María Andreína Moros-Ochoa, Mercedes Gaitán-Angulo, Jenny Paola Lis-Gutiérrez

EL MERCADO HOTELERO: UN SISTEMA COMPLEJO

El turismo bien concebido, planificado, implementado y operado es una industria potencialmente limpia y altamente productiva; una alternativa ideal para sociedades ricas en capital humano, valores culturales y diversidad natural. Junto a estos grandes y estratégicos potenciales, una industria de turismo mal orquestada puede significar grandes peligros y amenazas para la sostenibilidad de recursos no renovables, de riquezas culturales y del bienestar de las comunidades por lo que su implementación y operación re-

quiere de conocimiento y herramientas que permitan prever y pronosticar las consecuencias y el impacto de todas sus acciones implicadas (Bao, 2018; Yaw, 2003).

Como en muchas otras áreas de la actividad humana –prácticamente todas– el conocimiento disponible sobre los sistemas sociales, y en particular sobre los mercados, debiendo ser tan evolutivo, cambiante y dinámico como la realidad misma es, está atascado en la quimera reduccionista de la ley determinista que funciona perfectamente para ciertos contextos de tiempo, lugar y escalas, bajo los presupuestos de estabilidad permanente, linealidad y unicidad (ergodicidad). Este reduccionismo le queda muy corto a los urgentes retos que confronta la humanidad actual, ligados ya no solamente al carácter dócil de la parte simple del mundo físico, explicable y controlable mediante el conocimiento sobre la estructura de la materia y la dinámica de la energía, sino que concierne en gran medida a sistemas complejos: mundos tan caprichosos como el clima, la vida, los ecosistemas, los individuos y la sociedad humana (Castellani & William, 2009).

Como alternativa al enfoque reduccionista del conocimiento humano, desde hace unas pocas décadas re-

cientes se viene consolidando el nuevo paradigma de los sistemas complejos, en el que ciencia e ingeniería conforman una simbiosis esencial por la cual una es soporte y sentido de la otra, evolucionando conjuntamente para soportar una humanidad que existe en el “borde del caos”. La investigación de operaciones que, en su más amplia y auténtica concepción va más allá de los modelos probabilísticos, los procesos estocásticos y las cadenas de Markov: es el arte y la ciencia de la toma de decisiones para el tratamiento de problemas complejos, problemas con ninguna o una infinidad de posibles soluciones que obligan a quien los confronta a “podar” el espacio de soluciones usando criterios de optimización multiobjetivo que, junto a la no linealidad, a la contingencia, a los fenómenos emergentes y bifurcaciones dinámicas, hacen insuficiente el uso exclusivo de las matemáticas teniendo que optar por el complemento ineludible de la computación científica, de la cual el Modelado Basado en Agentes es un componente de gran acogida en la comunidad científica, capaz de seguir el paso a las dinámicas caprichosas que produce el comportamiento de los agentes autónomos, entre ellos, individuos, organizaciones y demás sistemas sociales (Anderson, 1999; Nemiche, 2017).

MODELADO BASADO EN AGENTES DE UN MERCADO HOTELERO

Complejidad y sistemas complejos

Dado que la complejidad es una característica de los sistemas, de muchos sistemas reales a los que llamamos “complejos”, es oportuno hacer referencia al concepto primario de “sistema”. De la manera más sucinta y general posible, un sistema es un objeto con estructura, es decir, un objeto compuesto por otros objetos, sus componentes, relacionados entre sí de manera que constituyen un todo: el sistema.

Un sistema complejo es un caso particular de sistema en el que sus componentes son muchos y diversos, organizados en niveles jerárquicos con ontologías de nivel, desconectadas de manera que, a diferencia de como lo hace la ciencia reduccionista, lo que ocurre en un nivel no se puede entender completamente sin tener en cuenta fuerzas y perturbaciones que surgen en otros niveles, que proviniendo de diversas y diferentes dinámicas, no se superponen de manera que la “suma de las partes no coincide con el todo”. Esto es, dos de los rasgos esenciales de los sistemas complejos con su naturaleza jerárquica y su no-linealidad (Johansen, 2007).

Además de su naturaleza jerárquica y de su no-linealidad, los sistemas complejos presentan “emergencias”. A diferencia de su connotación cotidiana, “emergencia” es un término filosófico para referir nuevas propiedades, eventos, procesos y características que surgen de los comportamientos colectivos de sus componentes. Según Haken, las emergencias provienen de las sinergias originadas en la interacción entre las partes de un sistema, en particular las de diferente naturaleza, por lo cual las emergencias son una manifestación de la inhomogeneidad, anisotropía y no ergodicidad de los sistemas (Anderson, 1999).

Complejidad y sistemas sociales

Un sistema social es un sistema compuesto por individuos provistos de autonomía, la que en el caso de los individuos humanos y otros individuos inteligentes, es una “autonomía racional” que consiste en que la respuesta de un individuo a un estado, señal o estímulo no es aleatoria sino que se ajusta a un conjunto de reglas de comportamiento regular: “principios” y a la asignación de pesos a las características de su estado o del estado de su entorno, es decir a “escalas de valores”. Son estos principios y escalas de valores las características intrínsecas de los “individuos inteligentes” o “agentes racionales” que producen las emergencias en los sistemas sociales, en particular las más notables:

regulación, adaptación y evolución, y en general las muchas otras como cooperación, solidaridad, conflicto, etc. (Castellani & William, 2009).

Es evidente que los sistemas sociales se organizan en estructuras jerárquicas: ecosistemas, continentes, países, instituciones y organizaciones, clanes, tribus y familias, parejas, etc. En lo referente a la no-linealidad en los sistemas sociales, basta con reflexionar en un simple ejemplo económico: si dos empresas (A y B) que, operando aisladamente, producen ganancias (o pérdidas) $G(A)$ y $G(B)$ si se integran en un consorcio (AB) que opera integradamente, sus ganancias y/o pérdidas difícilmente serán la simple suma de las obtenidas en la operación independiente; más aún, no serán las únicas: $G(AB) <> G(A) + G(B)$. Por todo lo anterior y muchos otros análisis que escapan al alcance del presente documento, los sistemas sociales (y todas sus instancias) son sistemas complejos.

Modelado Basado en Agentes de sistemas sociales

El campo de investigación, desarrollo e innovación denominado “Ingeniería de Software Orientada a Agentes” busca desarrollar conceptos, principios y métodos, la mayoría de ellos provenientes de la Inteligencia Artificial, para la creación de agentes artificiales de software de una manera sistemática, medible y reproducible.

Gross y Strand definen el Modelado Basado en Agentes (MBA) como:

el conjunto de técnicas en las cuales las relaciones y descripciones mediante variables globales se reemplazan por representaciones explícitas de las características microscópicas de un sistema, típicamente en forma de entidades microscópicas ('agentes') que interactúan entre sí y con su entorno de acuerdo con un conjunto de reglas (a menudo muy simples) en un espacio-tiempo discreto. (Nicholls, Amelung, & Student, 2017)

De acuerdo con esa definición, el MBA es una forma de representar sistemas complejos, por ejemplo mercados turísticos, compuestos por agentes autónomos para simular los resultados de sus comportamientos e interacciones mediante la implementación de sistemas de decisión (por lo general llamados "motores de decisión") basados en reglas.

Ontología de un mercado hotelero en el universo de discurso del Modelado Basado en Agentes

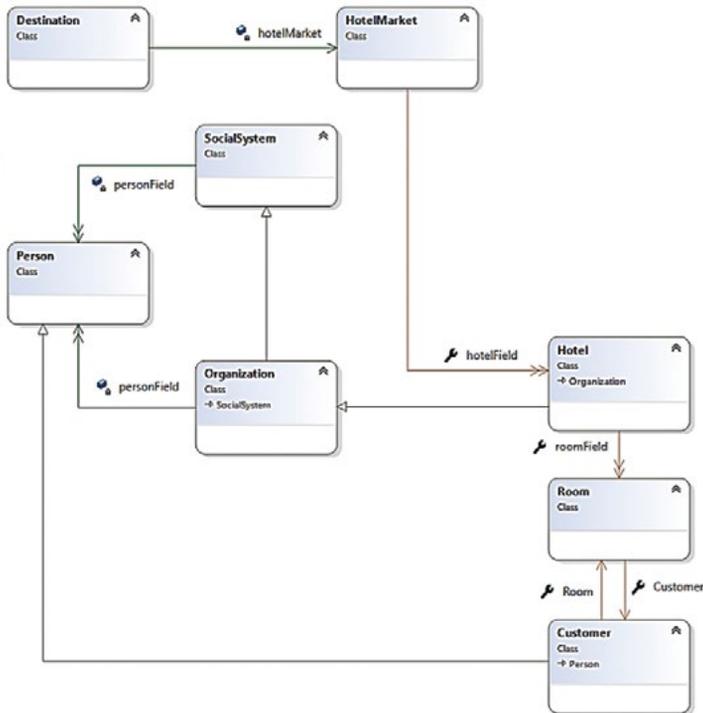
La Figura 1 presenta un "diagrama de clases" de un mercado hotelero, un tipo de diagrama del repertorio de UML (siglas en inglés de *Unified Modeling Language*: Lenguaje de Modelado Unificado) mediante el cual se representan las categorías de entidades que conforman un sistema y sus principales relaciones: de composición, de herencia y de asociación.

Como su nombre lo indica, una relación de composición establece que uno o varios objetos de una clase son componentes de otra (Parunak & Odell, 2002).

En la Figura 1, todo destino turístico (“*destination*”) tiene un mercado hotelero (“*HotelMarket*”), todo sistema social (“*SocialSystem*”) y organización (“*organization*”) tiene componentes que son colecciones de personas (“*person field*”); finalmente para el caso de las relaciones de composición, un hotel tiene componentes de la clase habitación (“*roomField*”). En el diagrama aparecen también representadas las relaciones de “herencia” entre clases. Estas relaciones de herencia se refieren a clases especializadas a partir de una clase más general, o “superclase”, lo cual facilita el modelado pues al crear una clase heredada de otra solo hay que especificar los atributos y comportamientos adicionales que constituyen la especialización de la nueva clase.

En el diagrama de clases presentado en la Figura 1, las relaciones de herencia son: la clase “hotel”, que es una clase derivada de la clase “organización”, hereda de esta y la clase “organización” hereda de la clase “sistema social”. Finalmente, el diagrama de clases muestra una relación recíproca de “asociación” entre las clases “habitación” (“*room*”) y “cliente” (“*customer*”) ya que a cada cliente corresponde una habitación y a cada habitación un cliente (aunque puede hospedarse más de una persona en una habitación, el cliente es quien paga y es solo uno).

Figura 1
Diagrama de clases de un mercado hotelero



SIMSHOT: UN TOY-MODEL PARA UN MERCADO HOTELERO

Diseño funcional

La Figura 2 ilustra la interfaz de usuario de SIMSHot. En la zona marcada con (1) los objetos de diálogo de entrada, mediante los cuales el usuario ingresa sus decisiones sobre los valores de los parámetros generales del mercado (Figura

3), siendo las tres últimas entradas, los pesos de inversión en los tres factores de calidad considerados: servicio, equipamiento y localización, los valores cuyo impacto se quiere evaluar mediante la simulación.

En el sector (2), presentado a escala real en la Figura 4, se tiene una representación visual del mercado hotelero generado con los parámetros de entrada establecidos. El mercado hotelero generado se representa visualmente en cuatro sectores correspondiendo a los rangos de costo: bajo, medio bajo, medio alto y alto. En cada uno de los sectores, los cuadros (“parches” en el lenguaje de NetLogo (Wilensky & Rand, 2015), el lenguaje en que se implementa el sistema) de color más intenso representan las habitaciones disponibles, que cuando sean ocupadas adquirirán un color de fondo negro indicando que están ocupadas. Los clientes están representados por íconos de personas.

Figura 2
Interfaz completa de SIMSHot



Figura 3
Sector de la interfaz de usuario para la entrada de datos

INFORMACIÓN GLOBAL CLIENTES

No. Clientes: 100

UMBRALES DE SATISFACCIÓN

Presupuesto Bajo: 0.2

Presupuesto Medio: 0.5

Presupuesto Alto: 0.8

INFORMACIÓN GLOBAL HOTELES

HABITACIONES POR RANGO DE PRECIO

Bajo: 20

Medio bajo: 30

Medio alto: 30

Alto: 20

Tarifa de base: 50

Peso de inversión Servicio: 5

Peso de inversión Equipamiento: 10

Peso de inversión Ubicación: 5

Figura 4
Sector (2) de la interfaz de usuario, representación visual del mercado hotelero

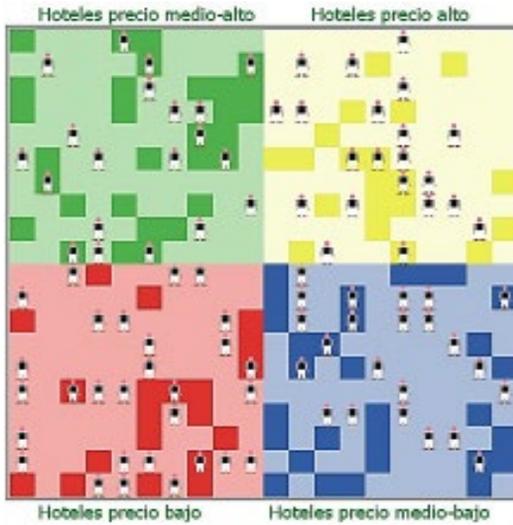


Figura 5
Curva porcentaje de ocupación vs tiempo

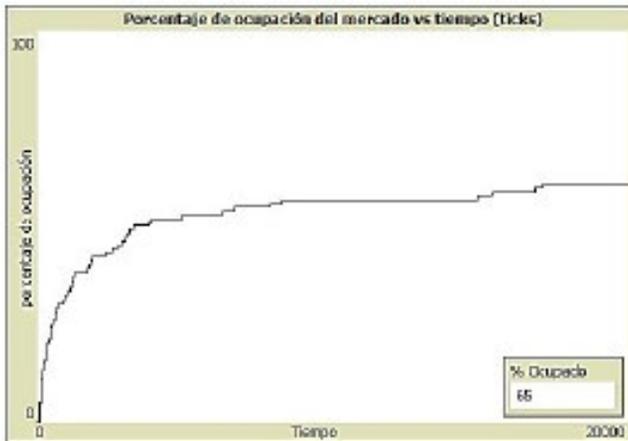


Figura 6
Curva porcentaje de clientes hospedados vs tiempo

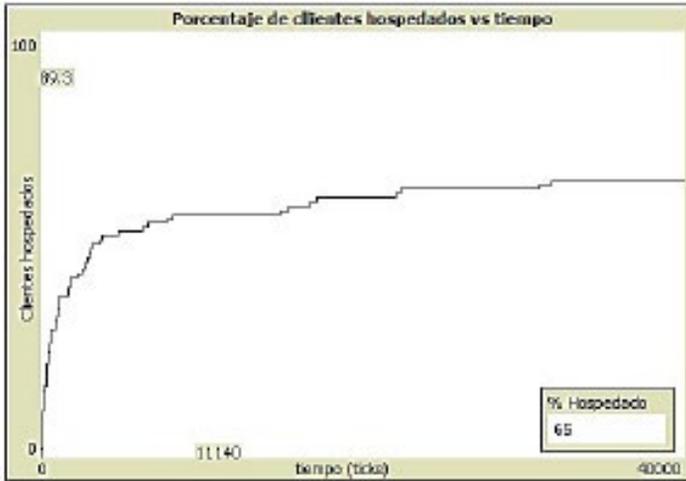
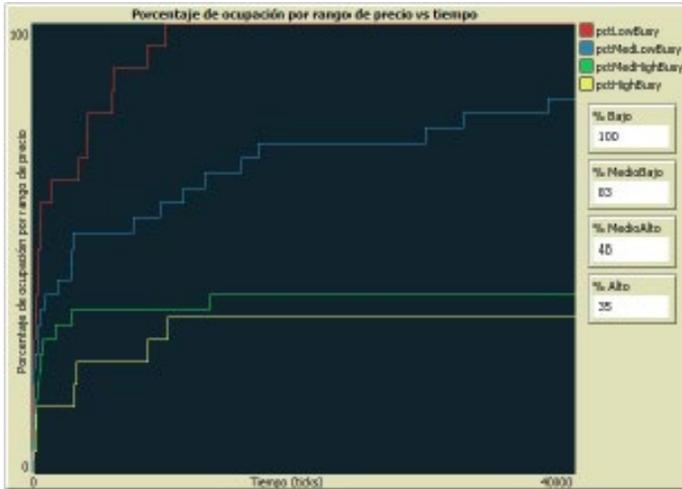


Figura 7
Porcentaje de ocupación por rango de precios vs tiempo



Finalmente, las gráficas de las Figuras 5, 6 y 7 muestran curvas obtenidas como resultado de una simulación, para los porcentajes de ocupación total (Figura 5), para el porcentaje de clientes hospedados (Figura 6) y para los porcentajes de ocupación discriminada por rango de tarifa (Figura 7).

Figura 8
Bloques de código de la aplicación

```

1  globals                ; Variables globales del mercado hotelero
2  [
35  breed [customers customer] ; Agentes móviles, "tortugas" en NetLogo
36
37  customers-own          ; Atributos, clase "cliente"
38  [
55
56  patches-own           ; Atributos, clase "patch"="habitación"
57  [
64
65  to setup              ; Inicialización de modelo y visualización
78
79  to setupBlocks        ; Configuración rangos de tarifa hotelera
186
187  to setupOneBlock     ; Configura cada sector de tarifa hotelera
283
284  to setupcustomers    ; Configuración de clientes
231
232  to go                ; Ejecución de la simulación

```

Descripción del código fuente y algoritmos implementados

La Figura 8 muestra los 9 bloques que conforman el código de SIMShot. El lenguaje de programación de NetLogo es una variante de Logo, un lenguaje de programación simple pero poderoso y versátil de muy alto nivel en el sentido de su proximidad al lenguaje natural humano. Esta estructura de bloques, primer nivel de descripción del código del sistema de

software, es común a todos los desarrollos elaborados en NetLogo y consta de:

1. Bloque “*globals*” (“globales”), línea 1, en el que se declaran todas las variables globales, variables a las que cualquier componente del sistema tiene acceso y que, excepto algunas variables auxiliares usadas para conteo y memoria de corto plazo en los cálculos, caracterizan al “mundo modelado”:

Figura 9
Bloque de código “*globals*”

```

1  globals ; Declaración de variables del mercado hotelero
2  ZE [
3    ; Variables temporales genéricas
4    t j k l x y z w1 w2 w3 ; Variables temporales genéricas
5    row ; Índice de fila
6    col ; Índice de columna
7    x0 ; Coordenada x del origen de un bloque
8    y0 ; Coordenada y del origen de un bloque
9    blockColor ; Color de un bloque
10   random1 random2 random3 ; Variables aleatorias temporales
11
12  ; Variables globales asociadas al mercado hotelero
13  nrkRooms ; No. total de habitaciones en el mercado
14  nrkHostedCustomers ; Total de clientes del mercado hospedados
15  nrkBusyRooms ; Total de habitaciones del mercado ocupadas
16  pctBusyRooms ; Porcentaje de ocupación del mercado
17  pctHostedCustomers ; Porcentaje de clientes hospedados
18
19  ; Variables de rango de hotel (o de "bloque")
20  roomRangeIdx ; Índice de rango de habitación
21  ;0: bajo, 1: medio bajo, 2: medio alto, 3: alto
22  roomRange ; Variable temporal para el rango de habitación activa
23  lowBusy ; Habitaciones ocupadas rango bajo
24  pctLowBusy ; Porcentaje habitaciones ocupadas rango bajo
25  medLowBusy ; Habitaciones ocupadas, rango medio-bajo
26  pctMedLowBusy ; Porcentaje habitaciones ocupadas rango medio-bajo
27  medHighBusy ; Habitaciones de media-alta categoría ocupadas
28  pctMedHighBusy ; Porcentaje habitaciones ocupadas, rango medio-alto
29  highBusy ; Habitaciones ocupadas rango alto
30  pctHighBusy ; Porcentaje habitaciones ocupadas rango alto
31
32  ; Variables de relación hotel-cliente
33  rhFit ; Índice de ajuste habitación-cliente
34 ]

```

La clase más general del que tiene como componentes a las demás clase en el sistema, en este caso, la clase “MercadoHotelero”.

La Figura 9 muestra el contenido del bloque “*globals*”. Es importante anotar que a las variables del mundo modelado presentes en el bloque “*globals*” se agregan las presentes en la interfaz de usuario que correspondan a esta, la clase más general.

Figura 10
Bloque de código “*customers-own*”

```

37 customers-own ; Atributos de la clase "cliente"
38 [
39 ; Atributos generales del cliente
40 isHosted ; Variable booleana, cliente (si/no) hospedado
41 rateIdx ; Índice de capacidad de pago del cliente
42 ; 0: baja, 1: media-baja, 2: media-alta, 3: alta
43 budget ; Presupuesto para pago de hotel
44 customerfit ; Umbral de satisfacción del cliente
45 ; Pesos de sensibilidad a las características del hotel
46 wcServ ; Sensibilidad al servicio
47 wcEquip ; Sensibilidad al equipamiento
48 ; (muebles, aire acondicionado, TV, Internet)
49 wcLoc ; Sensibilidad a la ubicación
50 ; (sector geográfico de ubicación del hotel)
51
52 room ; Coordenadas, habitación tomada por el cliente
53 roomRate ; Precio que paga por la habitación
54 ]

```

2. Bloque “*customers own*” (“los clientes tienen”), líneas 37 a 54 en las que se declaran las variables que caracterizan a cualquier agente de la clase “cliente” (“*customer*”).

Figura 11
Bloque de código “*patches-own*”

```

56 patches-own          ; Atributos, clase "patch"="habitación"
57m [
58   rate                ; Precio de la habitación
59   rangeIdx            ; Índice de rango de precio de la habitación
60                       ; 0:bajo 1:medioBajo 2:medioAlto 3:alto 4:no habitación
61   isRoom              ; Variable booleana parche (es/no es) habitación
62   isIdle              ; Variable booleana habitación (sí/no) vacante
63   ownerWho           ; Huésped de la habitación
64 ]

```

3. Bloque “*patches own*” (“los parches tienen”) en las líneas 56 a 64, Figura 11, se declaran las variables que guardan los valores de los atributos de la clase “*patch*” (“parche”) que en el contexto de SIMSHot puede tener instancias que son ubicaciones del mercado vacías (lo cual no necesariamente significa que representen algo así como un terreno, aunque pueden considerarse en ese sentido) o habitaciones. En el universo de discurso de NetLogo, la clase “*patch*” se considera un agente estático.

Figura 12
Bloque de código “*to setup*”

```

66 to setup              ; Inicialización de modelo y visualización
67   clear-all
68   ; Cálculo de nrkRooms: número total de habitaciones
69   ; en el mercado hotelero modelado
70   set nrkRooms (roomsLow + roomsMedLow + roomsMedHigh + roomsHigh)
71
72   set nrkHostedCustomers 0
73   set nrkBusyRooms 0
74   set lowBusy 0
75   set medLowBusy 0
76   set medHighBusy 0
77   set highBusy 0
78   setupBlocks
79   setupcustomers
80   reset-ticks         ; Inicialización, cronómetro del observador
81 end

```

4. Bloque ***“to setup”*** (“configuración” general), líneas 66 a 81, es el paso previo a la inicialización de la simulación. En este bloque de código se crea el escenario de la simulación dándole valores a los parámetros del modelo, entre ellos a las condiciones iniciales y también a las variables cuyos valores representan la hipótesis del problema de ocupación que se quiere explorar.
5. Bloque ***“to setupBlocks”*** (“configurar bloques”), líneas 83 a 189. La Figura 13 ilustra la preparación de las características de los sectores de tarifas en el mercado hotelero modelado así como de su representación visual en NetLogo. La Figura solo incluye hasta la línea 113 porque el código restante es una repetición del código de las líneas 90 a 113 para los valores de los diferentes sectores tarifarios. En esta Figura, las líneas que no tienen comentarios (“documentación”) contienen información que ya fue referenciada en otros bloques de código.

Figura 13
 Bloque de código “to setupBlocks”

```

83M to setupBlocks          ; Configuración rangos de tarifa hotelera
84
85   ask patches [set isRoom false] ; Marca todos los parches como no-habitación
86   ask patches [set isIdle false] ; Marca todos los parches como no disponibles
87   ask patches [set rangeIdx 4]   ; rangeIdx = 4, parche que no es habitación
88   ask patches [set rate 0]      ; Inicializa las tarifas en cero
89
90   set row 0
91   set col 0
92   set x0 0
93   set y0 0
94   set blackColor 18
95   set k 0
96   setupOneBlock
97   set l 0
98   while [l < roomsLow]
99   [
100    set x random 10
101    set y random 10
102    if not ([isIdle] of patch (x0 + x) (y0 + y))
103    [
104     ask patch (x0 + x) (y0 + y)
105     [
106      set pcolor 15
107      set rangeIdx k
108      set isRoom true
109      set isIdle true
110      set l (l + 1)
111     ]
112    ]
113 ]

```

Figura 14.
 Bloque de código “to setuponeBlocks”

```

191M to setupOneBlock      ; Configura cada sector de tarifa hotelera
192   set row 0
193   repeat 10
194   [
195     set col 0
196     repeat 10
197     [
198       ask patch (x0 + row) (y0 + col) [set isRoom false]
199       ask patch (x0 + row) (y0 + col) [set roomRange k]
200       ask patch (x0 + row) (y0 + col) [set pcolor blackColor]
201       ask patch (x0 + row) (y0 + col) [set rate (k + 1) * baseRate]
202       set col col + 1
203     ]
204     set row row + 1
205   ]
206 and

```

6. Bloque “*to setupOneBlock*”, líneas 191 a 206, establece las propiedades genéricas para los bloques de tarifas.

Figura 15
Bloque de código “*to setupCustomers*”

```

208 to setupcustomers      ; Configuración de clientes
209   create-customers mkCustomers
210   [
211     set isHosted false      ; Marca al cliente como no-hospedado
212
213     set random1 random 3    ; random1 un entero aleatorio entre 0 y 2
214     set rateIdx random1     ; Índice de capacidad de pago = random1
215     ; rateIdx 0: baja, 1: media, 2: alta
216     set budget ((1 + random1) * (0 * baseRate) / 3) ; Presupuesto cliente
217
218     ; Umbrales de satisfacción para el cliente según su capacidad de pago
219     if (random1 = 0) [set customerFit fitLow] ; fitLow a customerFit bajo
220     if (random1 = 1) [set customerFit fitMed] ; fitMed a customerFit medio
221     if (random1 = 2) [set customerFit fitHigh] ; fitHigh a customerFit alto
222
223     setxy random pccor random pycor      ; Ubicación aleatoria del cliente
224
225     ; Asigna aleatoriamente pesos de preferencia, satisfacción del cliente
226     set wServ (random 11) / 30 ; Importancia que el cliente da al servicio
227     set wEquip (random 11) / 30 ; Importancia que el cliente da al equipamiento
228     set wLoc (random 11) / 30 ; Importancia que el cliente da a la ubicación
229
230     ; Establece dirección de avance inicial
231     set heading 0
232     ; Asigna icono para la visualización gráfica del cliente en NETLOGO
233     set shape "sperson"
234   ]
235 end

```

7. Bloque “*to setupCustomers*”, líneas 208 a 235, asigna valores aleatorios para los umbrales de satisfacción asociados a la capacidad de pago del cliente, lo ubica aleatoriamente en el mercado hotelero para que desde ahí inicie su búsqueda, asigna valores aleatorios a sus preferencias en las características de la habitación de hotel que busca e inicializa la primera dirección de avance en su recorrido de búsqueda de habitación en el mercado hotelero.

Figura 16
 Bloque de código “to go”

```

237 to go ; ejecución de la simulación
238 set i random arkCustomers ; Selección un cliente al azar
239 set x (([azar] of customer i) ; Obténase la coordenada x del cliente seleccionado
240 set y (([azar] of customer i) ; Obténase la coordenada y del cliente seleccionado
241 set s1 ([[service] of customer i) ; s1 peso del servicio en la preferencia del cliente
242 set s2 ([[equip] of customer i) ; s2 preferencia del cliente, peso del equipamiento
243 set s3 ([[price] of customer i) ; s3 preferencia del cliente, peso de la ubicación
244
245 ; Si el cliente no está hospedado y el parche donde está en una habitación disponible
246 if (not ([[hosted] of customer i]) and ([[idle] of patch x y])
247 and (([target] of customer i) >= ([rate] of patch x y))
248 [
249 set chFit (s1 + s2serv + s2 * s1Equip + s3 * s1Loc) ; Preferencias cliente-hotel
250 set z ([[customerFit] of customer i) ; z umbral de satisfacción
251 if z >= (chFit / 10)
252 [
253 ask customer i
254 [
255 set isHosted True
256 set room patch x y
257 set roomRate (([rate] of patch x y)
258 ]
259 ask patch x y
260 [
261 set color black
262 set lizard sause
263 set owner i
264 ]
265 set arkHostedCustomers (arkHostedCustomers + 1)
266 set arkBusyRooms (arkBusyRooms + 1)
267 set pctHostedCustomers (100 * arkHostedCustomers / arkCustomers)
268 set pctBusyRooms (100 * arkBusyRooms / arkRooms)
269
270 if (([rangeLow] of patch x y) = 0)
271 [
272 set lowBusy (lowBusy + 1)
273 set pctLowBusy (100 * lowBusy / roomLow)
274 ]
275 if (([rangeMid] of patch x y) = 1)
276 [
277 set medLowBusy (medLowBusy + 1)
278 set pctMedLowBusy (100 * medLowBusy / roomMedLow)
279 ]
280 if (([rangeHigh] of patch x y) = 2)
281 [
282 set medHighBusy (medHighBusy + 1)
283 set pctMedHighBusy (100 * medHighBusy / roomMedHigh)
284 ]
285 if (([rangeExt] of patch x y) = 3)
286 [
287 set highBusy (highBusy + 1)
288 set pctHighBusy (100 * highBusy / roomHigh)
289 ]
290 ]
291 ]

```

8. Bloque “to go”, Figura 16, líneas 237 a 302, es el código en el cual se ejecuta la simulación en la que primero se selecciona al azar uno de los clientes en el mercado y se obtienen sus propiedades y preferencias (líneas 238 a 243) y luego de verificar en la línea 246 que no esté hospedado, calcula la función de ajuste clien-

te-hotel, chFit, línea 248, valor según el cual reserva la habitación (líneas 247 a la 290) y se actualizan todos los valores de las variables del mercado mediante las cuales se hace el seguimiento al estado del mercado hotelero y se registra su evolución dinámica. Si el valor de la función chFit no fue satisfactorio para el cliente activo, en las líneas 292 a 302 se le hace avanzar, una distancia fija en dirección aleatoria, a otro parche para continuar su búsqueda.

RESULTADOS Y VERIFICACIÓN DE SiMSHot

Figura 17
Verificación, escenario 1

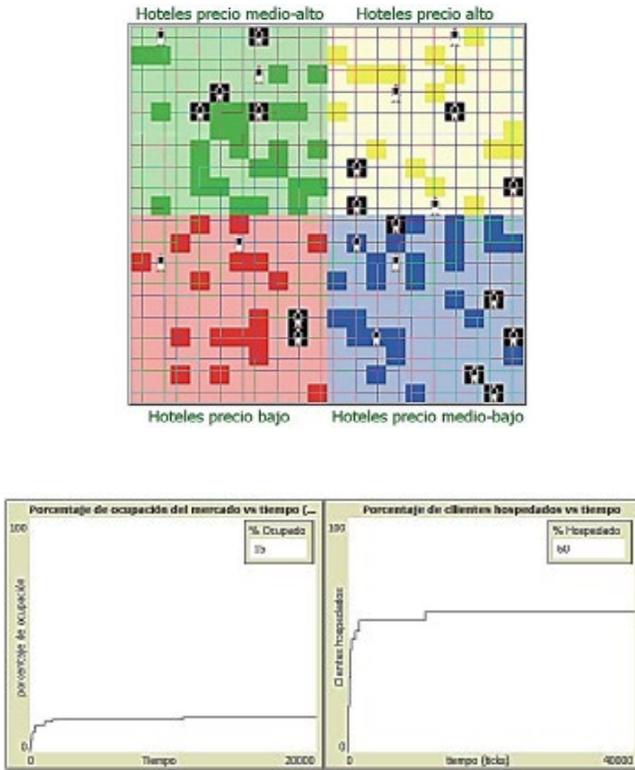


Figura 18
Verificación, escenario 2

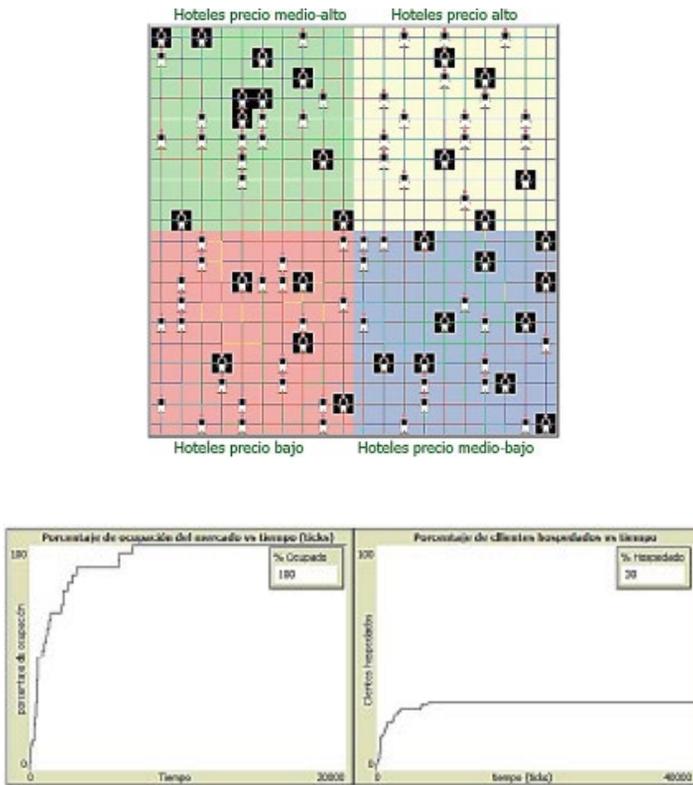


Figura 19
Verificación, escenario 3

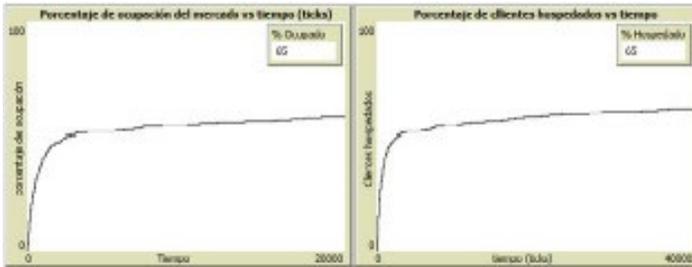
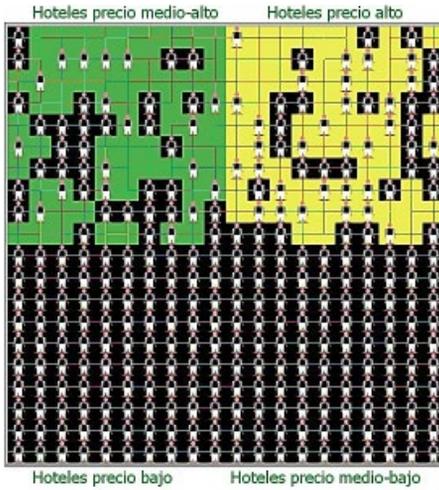


Figura 20
Verificación, escenario 3, valores de equilibrio (metaestable) por sector de tarifa

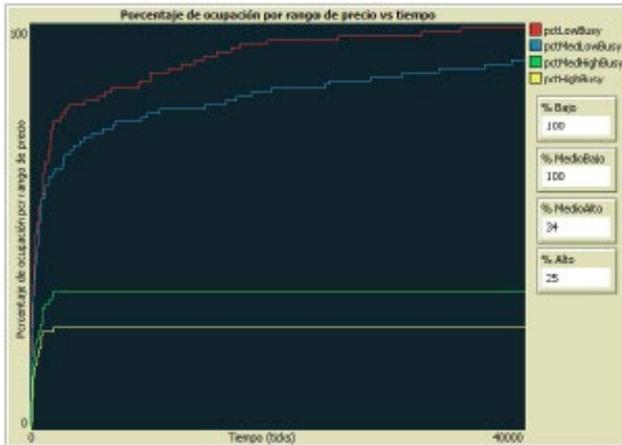


Figura 21
Verificación, escenario 4, valores de equilibrio (metaestable) por sector de tarifa



Figura 22
Verificación, escenario 5, valores de equilibrio (metaestable) por sector de tarifa



Es importante indicar que en su actual estado de desarrollo, desarrollo incipiente, SIMSHOT más que un simulador listo para generar resultados que reproduzcan escenarios reales, es un *framework* de software y un “*toy model*”, pues el alcance del presente trabajo tiene que ver con la arquitectura del sistema y no con la calidad de los modelos usados para los agentes, en particular para sus reglas de decisión. Por esta razón, se hace verificación del sistema y no validación. El objetivo de la verificación no es reproducir datos coincidentes con la realidad sino generar dinámicas que razonablemente se pueden esperar bajo condiciones extremas que son las que producen resultados que se repiten con mayor regularidad.

Los escenarios descritos en las Figuras 17 a 21 son:

Escenario 1: alta oferta, baja demanda, exigencia media, inversión en calidad media.

Escenario 2: alta demanda, baja oferta, exigencia media, inversión en calidad media.

Escenario 3: alta demanda, alta oferta, exigencia media, inversión en calidad media.

Escenario 4: alta demanda, alta oferta, exigencia alta, inversión en calidad media.

Escenario 3: alta demanda, alta oferta, exigencia baja, inversión en calidad media.

Cabe anotar que los resultados obtenidos para las simulaciones son muy sensibles a pequeñas variaciones en los valores numéricos, lo que refleja lo absolutamente básico de los modelos matemáticos implementados.

En un análisis superficial de los resultados que las gráficas obtenidas muestran dinámicas de ocupación razonablemente coherentes con lo que el sentido común y la experiencia permiten esperar. Un análisis profundo con los datos generados no tiene mucho sentido ya que las pequeñas variaciones pueden estar ocasiona-

das más en causas de naturaleza computacional que en eventos originados en la calidad de representación de los modelos.

CONCLUSIONES

1. Se concibió, desarrolló, implementó y operó un sistema de software que abstrae los rasgos esenciales de un mercado hotelero figurado con el cual se realizaron simulaciones que entregaron, a nivel superficial, resultados razonables.
2. Se encuentra que el modelado basado en agentes permite representar, sin mucha complicación, los rasgos esenciales de un mercado hotelero que por su naturaleza es un sistema complejo.
3. La facilidad de implementación y el alto nivel semántico de sus estructuras hace del modelado, basado en agentes, un paradigma de alto potencial como escenario de abstracción e integración de conocimiento sobre sistemas complejos, facilitando de manera notable el trabajo transdisciplinar.
4. Aunque NetLogo tiene extraordinarias prestaciones, es poderoso y altamente amigable al desarrollador y a los usuarios finales en los aplicativos con él desarrollados, tiene la limitación esencial de que no está orientado a objetos dificultando así la representación de sistemas heterogéneos con una

alta variedad de agentes, por lo que se recomienda como una primera aproximación al modelado basado en agentes y el uso posterior de herramientas similares pero más adecuadas a la realidad de los sistemas complejos como Repast Symphony.

5. SIMSHot puede ser usado como un sistema que apoye la toma de decisiones en el diseño de cuestionario para obtener información real mediante encuestas.

REFERENCIAS

- Anderson, P. (1999). Complexity Theory and Organization Science. *Organization Science*, 10(3), 216-232.
- Bao, J. (2018). Study on green technologies and skills of tourism enterprises in Huangshan City based on environmental protection perspective. {IOP} Conference Series: *Earth and Environmental Science*, 108, 42010. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/108/4/042010>
- Castellani, B. & William, H. (2009). *Sociology and Complexity Science*. Berlin, Germany: Springer Verlag.
- Johansen, O. (2007). *Introducción a la Teoría General de Sistemas*. México: Limusa.
- Nicholls, S., Amelung, B. & Student, J. (2017). Agent-Based Modeling: A Powerful Tool for Tourism Researchers. *Journal of Travel Research*, 56(1) 3-15.
- Parunak, H. & Odell, J. (2002). Representing social structures in UML. In International workshop on

agent-oriented software engineering (pp. 1-16). Springer, Berlin, Heidelberg.

Wilensky, U., & Rand, W. (2015). *An Introduction to Agent-Based Modeling Natural, Social, and Engineered Complex Systems with NetLogo*. Cambridge, MA, USA: The MIT Press.

Yaw, F. (2003). Cleaner technologies for sustainable tourism: Caribbean case studies. *Journal of Cleaner Production*, 13(2), 117-134 DOI <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2003.12.019>.

Cómo citar este capítulo:

Balaguera-Jiménez, M. I., Vargas Chaparro, M. C., Moros-Ochoa, M. A., Gaitán-Angulo, M. y Lis-Gutiérrez, J. P. (2018). Simshot. Sistema para el modelado y la simulación de mercados hoteleros. Un prototipo basado en agentes. En J.-P. Lis-Gutiérrez, C. Henao, y L. E. Malagón-Castro, (Edts.). *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas* (pp.271-301). Villavicencio: Corporación Universitaria del Meta-Unimeta.

Capítulo 10

Ingreso de la
población víctima de
desplazamiento que
retornó a La Palma,
Cundinamarca (2018):
Una aplicación de
Machine Learning

Jenny Paola Lis-Gutiérrez, Jenny Cubillos Díaz, Juan Carlos Rincón
Vásquez, Mercedes Gaitán-Angulo, Melissa Lis-Gutiérrez,
Carolina Henao, Manuel Ignacio Balaguera

INTRODUCCIÓN

El desplazamiento forzado es uno de los hechos victimizantes más recurrentes en el conflicto armado interno colombiano (García-Chavarro et al., 2018; Lis-Gutiérrez et al., 2018). Es un fenómeno derivado de la violencia que tiene estrecha relación con la pobreza y las violaciones a los derechos humanos de las poblaciones en condición de vulnerabilidad. En Colombia, este fenómeno se acentuó durante los años

más agudos de la violencia, generando situaciones en las cuales comunidades enteras tuvieron que cambiar su lugar de residencia, dejando así sus pertenencias, trabajos, redes de apoyo y la cultura construida en su territorio (Monsalve, Castaño y Tirado, 2018). La Palma (Cundinamarca) fue uno de los territorios más afectados por este hecho, ya que hasta el año 2015 se reportan 13.848 personas desplazadas y 2.698 hectáreas registradas como abandonadas (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2015); sin embargo, en la actualidad el municipio es pionero en restitución de tierras y retorno al territorio de la población que fue víctima.

En la Ley 1448 de 2011 (Congreso de la República de Colombia, 2011), el desplazamiento forzado está contemplado como un hecho que viola los derechos fundamentales y causa daños psicosociales a la víctima, por lo tanto es un hecho que debe ser reparado y se deben concretar acciones que propendan por el goce efectivo de los derechos de esta población en situación de desplazamiento (art. 60). A pesar de ello, el panorama al que se enfrentan los pobladores al retornar está lleno de dificultades para su adaptación (conseguir trabajo, devolución de sus tierras, ingresar a educación superior, entre otras), hay barreras constantes que imposibilitan el pleno goce de sus derechos y una reparación integral y efectiva que mitigue las condi-

ciones de vulnerabilidad en las que se encuentran, no solo por ser víctimas de desplazamiento, sino porque este hecho está fuertemente relacionado con las condiciones de pobreza y desigualdad (Fernández, 2010).

Las poblaciones víctimas de hechos como el desplazamiento que retornan a los territorios, afrontan dificultades para adaptarse, sobre todo por la inclusión laboral (Depetris-Chauvin, y Santos, 2018). Estos cambios de contexto transformaron no solo las dinámicas sociales sino las económicas; los ingresos mensuales a los cuales tiene acceso la población en condición de desplazamiento por lo general se debe a trabajos informales que acentúan las condiciones de vulnerabilidad a las que se encuentran expuestos (Falla, Chávez y Molano, 2003). Esta situación no mejora al retornar, ya que las poblaciones en la mayoría de casos demoran varias generaciones en adaptarse nuevamente al territorio. Por ende, las acciones enmarcadas en la reparación integral de este tipo de población, deben estar sujetas a políticas públicas que reconozcan la complejidad de factores que interactúan en el desarrollo económico de estas comunidades (Ariza, 2018).

En este sentido, el desplazamiento forzado es un fenómeno migratorio particular en el cual las poblaciones son víctimas de la violencia armada. En Colombia,

este fenómeno se dio de manera interna y afectó a alrededor de 7.446.404 personas (Unidad de Víctimas, 2018). Por ende y para términos de esta investigación, el conflicto interno armado colombiano es el generador del desplazamiento forzado.

Con base en este planteamiento esta investigación quiere conocer cuáles son las variables que permiten predecir el nivel de ingresos en 2018, de la población víctima de desplazamiento que retornó a La Palma (Cundinamarca), dar respuesta a esta pregunta implica conocer la forma en que las dinámicas económicas influyen en el desarrollo social y territorial, y de esta manera comprender la forma en que los ingresos de una población tienen relación con las condiciones históricas de vulneración de sus derechos.

Para dar respuesta a este interrogante, se emplearon diferentes algoritmos de *Machine Learning* o aprendizaje automático, pudiendo definirse como “la ciencia de cómo los sistemas dan sentido a los datos mediante algoritmos y modelos de analítica [...] permite a los sistemas cognitivos aprender, razonar e interactuar con nosotros de forma más natural y personalizada” (IBM, 2018, sp).

El documento se encuentra organizado en cuatro partes. La primera corresponde al marco teórico, la

segunda a la metodología, la tercera a los resultados y la cuarta a las conclusiones.

MARCO TEÓRICO

Los conflictos armados internos generan afectaciones importantes en la población civil. Las acciones realizadas por los grupos armados para controlar el territorio (Escobedo-David, Lis-Gutiérrez, y Aguilera-Hernández, 2017), y debilitar a sus oponentes resultan en hechos como el desplazamiento forzado. Los hogares desplazados se enfrentan a condiciones deficientes de bienestar porque por lo general son personas que se encuentran en condición de pobreza extrema y tienen limitada capacidad para obtener ingresos. Las oportunidades de empleo son insuficientes ya que los hogares desplazados en su mayoría provienen de áreas rurales, por lo cual las capacidades agrícolas que poseen no son solicitadas en áreas urbanas (Ibáñez y Moya, 2010).

El desplazamiento forzado es un hecho estrechamente relacionado con las condiciones de pobreza. Un estudio realizado por Ochoa y Orjuela (2013) evidencia que económicamente las mujeres en condición de desplazamiento son más propensas a sufrir condiciones de pobreza extrema, que las personas en condición de pobreza. También debe considerarse que la

población desplazada no es un grupo completamente homogéneo; su desarrollo en otros contextos depende de variables como el lugar de procedencia, las características identitarias, la edad, el número de hijos y el nivel de escolaridad, entre otras (ACNUR, 2014).

Por otra parte, autores como Depetris-Chauvin y Santos (2018) señalan que el desplazamiento es un fenómeno social y económico que transforma las ciudades que reciben a los migrantes internos. La importancia de las políticas públicas para la atención y estabilización de la población desplazada es vital si se quiere hablar de una construcción de paz integral; sin embargo, el estado ha proporcionado ayudas humanitarias que parecen insuficientes. Un estudio realizado por Roodman (2011) sobre las aspiraciones económicas de las personas víctimas del conflicto armado frente a las personas en condición de pobreza encontró que “las personas que viven en contextos con un mayor nivel de conflicto armado tienen menores aspiraciones económicas que quienes no” (p. 3).

Los procesos de retorno a los territorios han sido paulatinos e independientes y se han encontrado con situaciones hostiles para la población retornante (Fernández, 2010). En la mayoría de los casos no pueden acceder a un empleo estable y les cuesta emprender

algún tipo de iniciativa económica ya que no poseen los recursos iniciales para ello.

METODOLOGÍA

En esta sección se presentan los datos, variables y método empleado para el análisis.

Datos

Las variables consideradas provinieron de la información obtenida en un trabajo de campo realizado en el municipio de La Palma entre julio y septiembre de 2018, en el cual participaron 100 voluntarios tomados al azar que cumplían con las siguientes condiciones: (i) residir en 2018 La Palma (Cundinamarca), (ii) hacer parte del Registro Único de Víctimas por haber sido desplazado, (iii) tener más de 18 años; (iv) pertenecer a los niveles socioeconómicos 1 y 2.

El cálculo de la muestra se realizó tomando como base un tamaño de población de $N=8.730$ personas habitantes del municipio. Teniendo definido el rango de población objetivo con las condiciones anteriormente predichas, se precede a calcular la potencia de la muestra, empleando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z_a^2 N p q}{e^2 (N-1) + Z_a^2 p q}$$

Donde

N: es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados) = 8.730.

$Z_{\alpha} = 95 \%$

$e = 10 \%$, es el error muestral deseado.

$p = 50 \%$ proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio; dado que se desconoce el parámetro exacto, se emplea el 50 %.

$q = 50 \%$ proporción de individuos que no poseen en la población la característica de estudio.

n: tamaño de la muestra.

Solo se requerían 95 individuos para garantizar un margen de error de 10 % y 95 % de nivel de confianza. Dada la muestra de 100 individuos, el nivel de confianza asciende a 95 %, y el margen de error se reduce a 9,75 %.

El instrumento aplicado (encuesta), contó con la validación de contenido de tres jueces expertos, y una prueba piloto aplicada a 12 personas para testear el nivel de comprensión del instrumento. La encuesta

que fue utilizada para la recolección de la información, estaba compuesta por tres secciones. La primera estaba orientada a conocer las características socio-demográficas de la población (edad, nivel de escolaridad, lugar de nacimiento, etc.). La segunda estaba relacionada con preguntas enmarcadas en el proceso de restitución de derechos como comunidad víctima de desplazamiento. Y la última buscaba conocer el tipo de ingresos económicos mensuales y las condiciones económicas del hogar.

El instrumento fue aplicado por dos conocedores del tema, con experiencia en el manejo de personas en campo. La encuesta se efectuó en forma presencial donde el entrevistador diligenció el instrumento, con una duración de 23,5 minutos. Los datos fueron digitados y consolidados en un archivo de Excel y se verificaron en cuanto a su consistencia.

Cada uno de los participantes realizó la encuesta siguiendo la secuencia que se presenta a continuación:

1. Se hizo la lectura del consentimiento informado.
2. Aplicación del filtro para validación de criterios de inclusión y exclusión.
3. Lectura de las instrucciones generales.
4. Aplicación del instrumento.

Para la aplicación del instrumento, y según lo establecido en la Ley 1090 de 2006 (Congreso de la República de Colombia, 2006) del ejercicio profesional del psicólogo, desde el punto de vista ético y procedimental se cumplió con lo siguiente:

1. Se suministró información clara acerca del tipo de investigación realizada, los responsables y la institución para la cual se estaba llevando a cabo.
2. Se informó también el carácter confidencial de la información suministrada y de uso exclusivo de los investigadores.
3. Se brindó información suficiente en la que se explicó el propósito de la investigación.
4. Se informó la duración promedio de la prueba, se explicó la tarea a realizar, y se informó que esta no implicaba ningún efecto secundario o perjuicio de salud en los participantes.
5. Se dejó explícita la manifestación de participación voluntaria en la investigación.
6. Igualmente se informó que se podía abandonar la prueba en cualquier momento de manera voluntaria.

Variables empleadas

Las variables que fueron analizadas en el documento fueron las siguientes (Tabla 1):

Tabla 1
Variables para el estudio

Variable	Tipología
¿Cuál es su lugar de nacimiento?	Categoría
Según las facturas de servicios públicos de su casa, ¿qué estrato es?	Categoría
¿Cuántos años tiene?	Numérica
¿A qué sexo pertenece?	Categoría
Actualmente vive en	Categoría
¿Cuál es su ocupación?	Categoría
¿Cuántas personas conforman su hogar?	Numérica
De estas personas ¿cuántas dependen económicamente de usted?	Numérica
¿Cuál es el nivel máximo de escolaridad titulada que usted alcanzó?	Categoría
¿En qué año fue admitido como víctima ante el RUV?	Fecha
¿Por qué hecho se encuentra registrado ante el RUV?	Categoría
¿En qué año tuvo que desplazarse del municipio?	Fecha
¿A la fecha cuenta con alguna medida de reparación integral?	Categoría
Si su respuesta fue sí ¿Cuál de las siguientes medidas han hecho parte de esta reparación integral?	Categoría
Si la respuesta fue “indemnización económica” ¿Podría especificar si el monto compensó el daño?	Categoría
Si su respuesta fue “Ya he hecho uso de estos recursos en otras inversiones” ¿podría describirnos en cuáles inversiones?	Categoría
¿Ha recibido alguna clase de acompañamiento por parte del Estado en la inversión o el gasto de estos recursos?	Categoría
Si su respuesta fue “sí”, por favor describa el tipo de acompañamiento.	Categoría
¿En qué año fue beneficiario de la reparación?	Fecha
¿Esta reparación fue? (individual o colectiva)	Categoría
Normalmente ¿a cuánto ascienden los ingresos mensuales de este hogar? (rangos)	Categoría
Normalmente ¿a cuánto equivalen los ingresos mensuales del hogar por concepto de?	Categoría
¿Algún miembro del hogar tiene créditos o deudas con entidades, parientes, amigos o personas?	Categoría
Si su respuesta a la anterior pregunta fue Sí, especifique el valor del crédito o la deuda.	Numérica
¿Ha hecho uso de los recursos económicos del crédito en alguna iniciativa de negocio?	Categoría

Fuente: Elaboración propia.

Algoritmos utilizados

Para el procesamiento de la información se aplicaron distintos métodos (algoritmos) de aprendizaje supervisado, los cuales se sintetizan en la Tabla 2.

Tabla 2.
Algoritmos de aprendizaje supervisado

Método	Síntesis
AdaBoost	Es un algoritmo de aprendizaje adaptativo que combina clasificadores débiles y se adapta a la dureza de cada muestra de entrenamiento, logrando clasificadores robustos. Fue formulado por Freund y Schapire (1999). Permite la clasificación binaria y multiclase.
Random Forest	Emplea un conjunto de árboles de decisión para la clasificación y proyección. Es un procedimiento no paramétrico, que puede usarse cuando: (I) hay variables correlacionadas; (II) pocos datos; (III) interacciones complejas; (IV) datos faltantes.
SVM (Support Vector Machines)	Permite la clasificación binaria y multiclase. Hace uso del análisis de regresión y clasificación.
Red neuronales	Hace uso del algoritmo de perceptrón multicapa (MLP) con retropropagación. La ventaja es que puede aprender modelos no lineales.
KNN	Este mecanismo de reconocimiento de patrones no paramétrico, se basa en las instancias de entrenamiento más cercanas, siendo un algoritmo de k vecinos más cercanos. También se conoce como aprendizaje perezoso.
Naive Bayes	Un clasificador probabilístico rápido y simple basado en el teorema de Bayes con la suposición de independencia de características. Se asume que la ausencia o presencia de una característica no está relacionada con la presencia o ausencia de otra característica. Su ventaja es que requiere de pocos datos para el entrenamiento.
Algoritmo de aprendizaje del árbol de decisión	Se emplea para datos discretos y continuos. Se basa en la predicción del valor de una variable de destino en función de diversas variables de entrada.

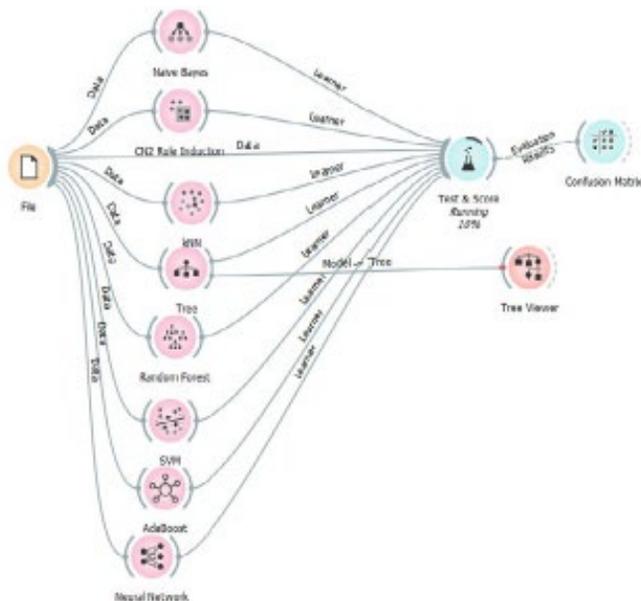
Fuente: Lis-Gutiérrez, Aguilera-Hernández y Escobedo-David (2018).

RESULTADOS

En la Figura 1 se muestran los diferentes algoritmos de aprendizaje y predicción empleados y en la Figura 2 los cálculos de precisión. Cabe aclarar que se hizo uso de la opción de validación cruzada aleatoria. Este método consistió en dividir aleatoriamente el conjunto de datos de entrenamiento y prueba, mediante 10 iteraciones. El ajuste se obtiene de la media aritmética de los valores obtenidos para cada una de las iteraciones. En la Figura 3 se aprecia la matriz de confusión para cada algoritmo.

Figura 1

Imagen de la representación del modelo usando Orange



Fuente: Elaboración propia usando Orange (Demsar et al., 2013)

Confusion Matrix

Confusion matrix for Random Forest (showing proportion of predicted)

		Predicted			Σ
		0 a 500,000	1,000,001 a 2,000,000	500,001 a 1,000,000	
Actual	0 a 500,000	83.1 %	0.0 %	33.3 %	71
	1,000,001 a 2,000,000	2.4 %	81.8 %	0.0 %	11
	500,001 a 1,000,000	14.5 %	18.2 %	66.7 %	18
Σ		83	11	6	100

Confusion Matrix

Confusion matrix for AdaBoost (showing proportion of predicted)

		Predicted			Σ
		0 a 500,000	1,000,001 a 2,000,000	500,001 a 1,000,000	
Actual	0 a 500,000	89.0 %	0.0 %	37.5 %	71
	1,000,001 a 2,000,000	0.0 %	90.9 %	6.2 %	11
	500,001 a 1,000,000	11.0 %	9.1 %	56.2 %	18
Σ		73	11	16	100

Confusion Matrix

Confusion matrix for SVM (showing proportion of predicted)

		Predicted			Σ
		0 a 500,000	1,000,001 a 2,000,000	500,001 a 1,000,000	
Actual	0 a 500,000	77.8 %	0.0 %	33.3 %	71
	1,000,001 a 2,000,000	4.4 %	100.0 %	0.0 %	11
	500,001 a 1,000,000	17.8 %	0.0 %	66.7 %	18
Σ		90	7	3	100

Confusion Matrix

Confusion matrix for Neural Network (showing proportion of predicted)

		Predicted			Σ
		0 a 500,000	1,000,001 a 2,000,000	500,001 a 1,000,000	
Actual	0 a 500,000	82.3 %	11.1 %	41.7 %	71
	1,000,001 a 2,000,000	3.8 %	66.7 %	16.7 %	11
	500,001 a 1,000,000	13.9 %	22.2 %	41.7 %	18
Σ		79	9	12	100

Confusion Matrix

Confusion matrix for Naive Bayes (showing proportion of predicted)

		Predicted			Σ
		0 a 500,000	1,000,001 a 2,000,000	500,001 a 1,000,000	
Actual	0 a 500,000	87.9 %	35.0 %	42.9 %	71
	1,000,001 a 2,000,000	0.0 %	55.0 %	0.0 %	11
	500,001 a 1,000,000	12.1 %	10.0 %	57.1 %	18
Σ		66	20	14	100

Confusion Matrix

Confusion matrix for CN2 rule inducer (showing proportion of predicted)

		Predicted			Σ
		0 a 500,000	1,000,001 a 2,000,000	500,001 a 1,000,000	
Actual	0 a 500,000	82.6 %	46.2 %	44.4 %	71
	1,000,001 a 2,000,000	4.3 %	23.1 %	27.8 %	11
	500,001 a 1,000,000	13.0 %	30.8 %	27.8 %	18
Σ		69	13	18	100

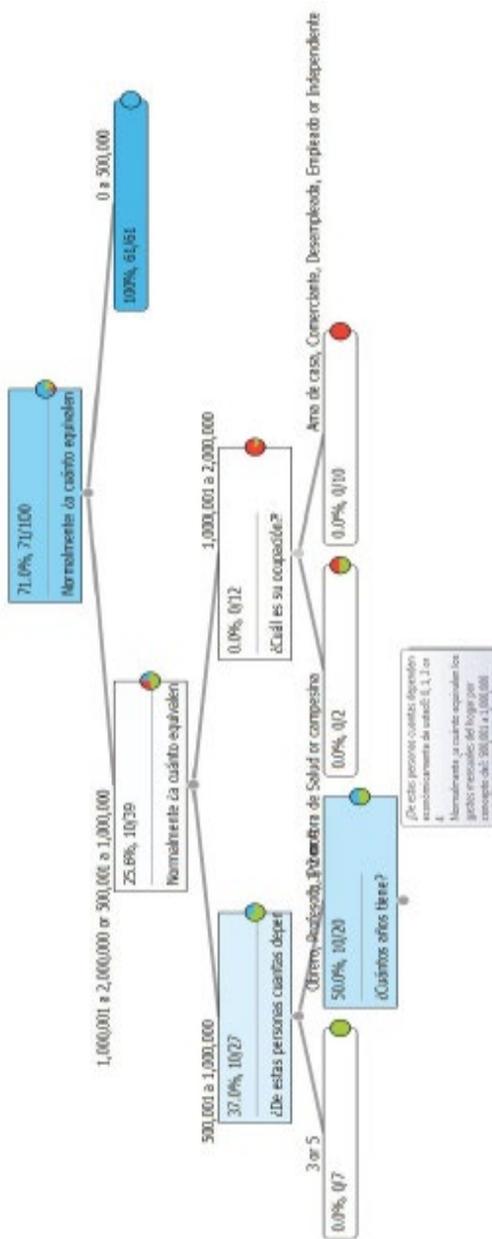
Confusion Matrix

Confusion matrix for kNN (showing proportion of predicted)

		Predicted			Σ
		0 a 500,000	1,000,001 a 2,000,000	500,001 a 1,000,000	
Actual	0 a 500,000	72.9 %	33.3 %	0.0 %	71
	1,000,001 a 2,000,000	10.4 %	0.0 %	100.0 %	11
	500,001 a 1,000,000	16.7 %	66.7 %	0.0 %	18
Σ		96	3	1	100

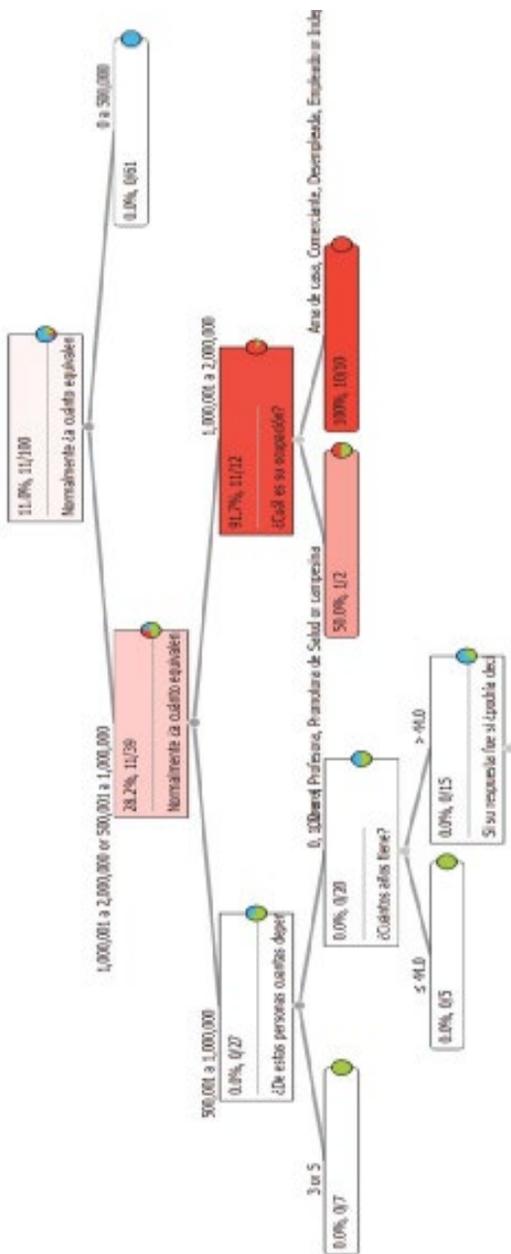
Fuente: Elaboración propia usando Orange (Demsar et al., 2013).

Figura 4
 Árbol de decisión para personas con ingresos
 entre 0 y 500.000 mensuales



Fuente: Elaboración propia usando Orange (Demsar, 2013).

Figura 6
 Árbol de decisión para personas con ingresos
 entre 1.000.000 y 2.000.000 mensuales



Fuente: Elaboración propia usando Orange (Demšar, 2013).

Después de aplicados los 8 algoritmos de aprendizaje supervisado a la información de las encuestas, fue posible identificar que:

1. Al considerar los resultados promedio, los siguientes algoritmos tienen una capacidad predictiva entre 80 % y 90,6 %: Árbol de decisión, AdaBoost y Random Forest; y entre 75 % y 79 % tenían una capacidad de predicción SVM, Naive Bayes (Figura 2).
2. El algoritmo con menor capacidad de predicción fue el KNN.
3. Considerando la Figura 3, es posible indicar que:
 1. Los mejores algoritmos para la predicción del rango de ingresos entre 0 y 500.000 pesos fueron:
 1. El árbol de decisión: 92 %
 2. AdaBoost: 89 %
 3. Naive Bayes: 87,9 %
 4. Random Forest: 83,1 %
 5. CN2: 82,6 %
 6. Redes Neuronales: 82,3 %
 2. Los mejores algoritmos para la predicción del rango de ingresos entre 500.001 y 1.000.000 pesos fueron:
 1. El árbol de decisión: 84,6 %

3. Los mejores algoritmos para la predicción del rango de ingresos entre 1.000.001 y 2.000.000 pesos fueron:

1. SVM: 100 %
2. El árbol de decisión: 91,7 %
3. AdaBoost: 90,9 %
4. Random Forest: 81,8 %

4. El KNN no predice ninguno de los tres rangos con una precisión superior al 80 %, por lo tanto, no deberían tenerse en cuenta.

Ahora bien, con respecto a la Figura 4, se encuentra el Árbol de decisión para las variables que permiten predecir en 92 %, la población que obtiene mensualmente entre 0 y 500.000. Sus características son las siguientes:

5. Los gastos del hogar oscilan entre 500.000 y 1.000.000 pesos, lo que implica que los gastos son superiores a los ingresos de las familias.
6. El número de dependientes oscila entre 1 y 2.
7. La edad de los respondientes era superior a 44 años.

Con relación a la Figura 5, se encuentra el Árbol de decisión para las variables que permiten predecir en 84,6 % la población que obtiene mensualmente entre

500.001 y 1.000.000 pesos. Sus características son las siguientes:

8. Los gastos del hogar oscilan entre 500.001 y 1.000.000 pesos. Lo que implica que los gastos son equivalentes a los ingresos de las familias.
9. Cuentan con personas a cargo.
10. La edad de los respondientes era inferior a 44 años.

Finalmente, en la Figura 6 se muestra la aplicación del Árbol de decisión para las variables que permiten predecir en 91,7 %, la población que obtiene mensualmente entre 1.000.001 y 2.000.000 pesos. Sus características son las siguientes:

11. Los gastos del hogar oscilan entre 1.000.001 y 2.000.000. Lo que implica que los gastos son equivalentes a los ingresos de las familias.
12. Las actividades económicas más frecuentes son: ama de casa, comerciante, empleado o independiente.

CONCLUSIONES

En este capítulo se buscó identificar las variables que permitían explicar el comportamiento de los ingresos de las víctimas que retornaron a La Palma (Cundinamarca). Se logró identificar que los tres mejores algoritmos de aprendizaje supervisado, para el prome-

dio, fueron el Árbol de decisión, AdaBoost y Random Forest.

El árbol de decisión es el único algoritmo que permite predecir con un 84,6 % de precisión el rango de ingreso medio (entre 500.001 y 1.000.001 pesos). Para la predicción del rango de ingresos entre 1.000.001 y 2.000.000 pesos el SVM tuvo una capacidad predictiva del 100 %.

La originalidad de este trabajo se encuentra enmarcada en dos elementos: (I) trabajo directo con la comunidad; (II) el uso de una técnica de análisis no usada hasta ahora para comprender la relación entre el desplazamiento y los ingresos de la población.

Dentro de las recomendaciones para futuros estudios se encuentran: (i) ampliar la muestra, para tener más potencia predictiva y reducir el margen de error de 9,75 % a 5 %; (II) replicar este estudio en otras poblaciones y verificar si los algoritmos identificados predicen de manera eficiente los niveles de ingreso de la población que retornó. En cualquiera de los casos, se requiere transferir los hallazgos a la comunidad.

REFERENCIAS

Agencia de Naciones Unidas para los refugiados (ACNUR). (2014). *La población desplazada por la vio-*

- lencia en Bogotá una responsabilidad de todos: Proyecto Bogotá cómo vamos.* Bogotá, Colombia: Profamilia.
- Ariza Cepeda, E. A. (2018). *Análisis de los efectos económicos en Colombia por la implementación de un acuerdo de paz con la guerrilla de las FARC.* Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/18135/1129572174.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Centro Nacional de Memoria Histórica (CNMH). (2015). *Una nación desplazada: informe nacional del desplazamiento forzado en Colombia.* Bogotá, Colombia: CNMH-UARIV. Recuperado de: <http://www.centrodememoriahistorica.gov.co/descargas/informes2015/nacion-desplazada/una-nacion-desplazada.pdf>
- Congreso de la República de Colombia (2006). Ley 1090 de 2006, Bogotá, Colombia: Diario Oficial 46.383 Imprenta Nacional. Recuperado de: http://colpsic.org/aym_image/files/LEY_1090_DE_2006.pdf
- Congreso de la República de Colombia (2011). Ley 1448 de 2011, Bogotá, Colombia: Diario Oficial 48096 Imprenta Nacional. Recuperado de: <https://www.unidadvictimas.gov.co/sites/default/files/documentosbiblioteca/ley-1448-de-2011.pdf>
- Demsar, J., Curk, T., Erjavec, A., Gorup, C., Hocevar, T., Milutinovic, M., Mozina, M., Polajnar, M., Toplak, M., Staric, A., Stajdohar, M., Umek, L., Zagar, L., Zbontar, J., Zitnik, M. & Zupan, B. (2013, august)

- Orange: Data Mining Toolbox in Python. *Journal of Machine Learning Research*, (14), 2349-2353.
- Depetris-Chauvin, E. y Santos, R. (2018). Unexpected guests: The impact of internal displacement inflows on rental prices in Colombian host cities. *Journal of Development Economics*, (134) 289-309. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2018.05.006>
- Escobedo-David, L. R., Lis-Gutiérrez, J. P. y Aguilera-Hernández, D. (2017). Aproximación a las milicias de las FARC-EP, ELN y EPL, y el sistema de puntos del clan del golfo: los casos de Cauca, Arauca y Urabá. En Barbosa, G., Correa, M. y Ciro, A. (eds.). *Milicias guerrilleras: estudios empíricos y financieros*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia.
- Falla-Ramírez, U., Chávez-Plazas, Y. A., & Molano-Beltrán, G. (2003). Desplazamiento forzado en Colombia. Análisis documental e informe de investigación en la Unidad de Atención al Desplazado (UAID). *Tabula Rasa*, (1), 221-234. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/396/39600111.pdf>
- Fernández, H. (2010). Características del desplazamiento forzado en Colombia. *Revista Le Bret*, (2), 103-127. Recuperado en: <http://revistas.ustabuca.edu.co/index.php/LEBRET/article/view/667>
- International Business Machine Corporation (IBM). (2018). *Machine learning*. Recuperado de: <https://www.ibm.com/analytics/es/es/technology/machine-learning/>

- Ibáñez, A. & Moya, A. (2010). Vulnerability of Victims of Civil Conflicts: Empirical Evidence for the Displaced Population in Colombia. *World Development*, 4(38), 647-663. doi: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2009.11.015>
- Lis-Gutiérrez, J. P., Aguilera-Hernández, D. y Escobedo-David, R. (2018). *Demandas de los integrantes del Ejército en calidad de víctimas (1997-2017): Una aplicación de machine learning* [Mimeo].
- Lis-Gutiérrez, J.-P., Rincón-Vásquez, J. C., Gaitán-Angulo, Mercedes Cubillos Díaz, J. K., y Vargas, C. A. (2019). Hechos victimizantes en Colombia: antes, durante y después de la firma del acuerdo de paz en La Habana. En G. A. Campos Avendaño, M. A. Castaño Hernández, M. Gaitán Ángulo, y V. Sánchez Méndez (Eds.), *Diálogos sobre investigación: avances científicos Konrad Lorenz* (pp. 25-50). Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Bogotá, Colombia. https://blogs.konradlorenz.edu.co/files/book_interactivo_dialogos_en_investigacion.pdf
- Monsalve, I., Castaño, J., Tirado, J., & Buriticá, D. (2018). ¿Qué es y qué se está haciendo para mitigar el desplazamiento forzado en Colombia? *Revista CIES*, 9(1), 140-148. <http://www.escolme.edu.co/revista/index.php/cies/article/viewFile/190/211>
- Ochoa, D., & Orjuela, O. (2013). El desplazamiento forzado y la pobreza de la mujer colombiana. *Entramado*, 1(9), 66-83. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v9n1/v9n1a05.pdf>

Roodman, D. (2011). Fitting Fully Observed Recursive Mixed-Process Models with CMP. *The Stata Journal*, 11(2), 159-206.

Unidad de Víctimas (2018). Registro Único de Víctimas [Base de datos]. Bogotá: Unidad de Víctimas. Recuperado en: <https://www.unidadvictimas.gov.co/es/registro-unico-de-victimas-ruv/37394>

Cómo citar este capítulo:

Lis-Gutiérrez, J. P., Cubillos Díaz, J., Rincón Vásquez, J. C., Gaitán-Angulo, M., Lis-Gutiérrez, M., Henao, C., y Balaguera, M. I. (2018). Ingreso de la población víctimas de desplazamiento que retornó a La Palma Cundinamarca (2018): Una aplicación de Machine Learning. En J.-P. Lis-Gutiérrez, C. Henao, y L. E. Malagón-Castro, (Edts.). *Técnicas de análisis cuantitativo aplicadas a las Ciencias Contables y Económicas* (pp.303-329). Villavicencio: Corporación Universitaria del Meta-Unimeta.

EFFECTOS DE LA LEY 1819 DE 2016 EN LAS SOLICITUDES Y REGISTRO DE SOFTWARE EN COLOMBIA

El software en Colombia se encuentra protegido por las leyes de propiedad intelectual, y de acuerdo con el uso o explotación que se le dé dependerá su tratamiento fiscal. Hasta el año 2016, las operaciones de venta o cesión de software no se encontraban gravadas con IVA, pero con la Ley 1819 de 2016, se incluyó en el artículo 420 como hecho generador de IVA, la venta o cesión de software asociado a propiedad industrial. Por lo anterior, el propósito de este documento es determinar cuáles son los efectos de la reforma tributaria (Ley 1819 de 2016) sobre el número de registros de software en Colombia. Para ello, la metodología empleada correspondió a la aplicación de la prueba no paramétrica de Friedman a los reportes de la Dirección Nacional de Derechos de Autor entre enero de 2012 y septiembre de 2018. Esto, con el fin de establecer si existe un cambio en la tendencia de comportamien-

to de los registros de software antes y después de la ley. Dentro de los principales hallazgos identificados se encuentran que la exención en renta otorgada en el 2002 y prorrogada en 2012 coincide con la reforma tributaria de 2012 (Ley 1607), y con el incremento en la cantidad de registros de la misma época; igualmente concurren la eliminación de esta exención a partir del año 2017 (Ley 1819) con la disminución en los registros de la misma época. A pesar de este hallazgo, se quiso establecer si también había una correspondencia con un descenso en el número de solicitudes de registros. Aplicando la misma prueba no paramétrica, a un nivel de confianza del 1 % se logró identificar que hay un cambio en los dos periodos analizados, ya que los dos tratamientos tienen distribuciones con medianas diferentes. A pesar de esto, vale la pena indicar que se explica, no por un descenso en el número de solicitudes, sino por un aumento entre 2017 y 2018.

ANÁLISIS DEL CONTRABANDO EN COLOMBIA: UNA APLICACIÓN MULTIVARIANTE

El contrabando es una de las principales amenazas en el escenario de posacuerdo, el cual debe ser enfrentado para garantizar el control institucional del territorio y el manejo de las amenazas híbridas en un es-

cenario VICA (volátil, incierto, complejo y ambiguo). Por ello, este capítulo pretende establecer cuáles son las variables que mejor explicarían la dinámica del contrabando en 2015 y 2016, en 41 municipios de Colombia, haciendo uso de un análisis de componentes principales. Se identificaron como las variables más importantes el valor y las cantidades de aprehensiones en 2015 y 2016, la participación de cada municipio en dichas variables y el tamaño de la población.

DETERMINANTES DEL GASTO EN INNOVACIÓN DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN COLOMBIA (2005-2016)

En este capítulo se realiza una validación econométrica de los determinantes de las emisiones de CO₂ en los países latinoamericanos, utilizando una estimación de mínimos cuadrados ordinarios. Los autores concluyen que existe evidencia empírica para los países latinoamericanos, que el agotamiento neto de recursos forestales, el PIB per cápita, el valor agregado industrial, las rentas mineras e inversión extranjera directa presenta una relación negativa con las emisiones de CO₂, mientras que las rentas de los recursos naturales y el consumo de energía generan más contaminación.

MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS GEOGRÁFICOS APLICADOS A LOS REGISTROS DE MARCAS EN COLOMBIA (2017)

La presente investigación pretende establecer cómo se relacionó la protección de propiedad intelectual para signos distintivos en el caso colombiano, con el nivel socioeconómico, el sistema financiero, la competitividad y la población a nivel departamental, en 2017 en Colombia. Para ello, se emplea una metodología cuantitativa, de diseño no experimental, transeccional y con alcance correlacional, explicativo y predictivo. El modelo cuantitativo empleado corresponde a la aplicación de mínimos cuadrados ordinarios geográficos. En los resultados obtenidos se reveló que las variables Cuentas de ahorro tradicionales y el Índice de Competitividad (IDC) afectan negativamente la propiedad intelectual, pero las variables de población, número de corresponsales bancarios y número de patentes presentan una relación significativa y positiva.

REGRESIÓN PONDERADA GEOGRÁFICAMENTE: UNA APLICACIÓN PARA EL CASO DEL CONTRABANDO EN COLOMBIA (2016)

El contrabando emerge como una opción de intercambio de bienes de manera ilícita, del cual se iden-

tifica inicialmente una afectación de tipo económico producida por el menor pago de derechos e impuestos a la importación o la imitación, que impacta negativamente las condiciones comerciales, de empleo y de producción en la industria y el comercio formal (legalmente organizado) y que cumple con sus obligaciones de tipo tributario, aduanero, terminando en graves afectaciones de tipo recaudatorio en materia de ingresos tributarios. En este contexto, es valioso indagar por cuáles son los determinantes que permiten explicar el valor de las aprehensiones de mercancías de contrabando en Colombia en 2016. La metodología empleada para el desarrollo del documento es de tipo correlacional y explicativo, aplicando la metodología de regresión ponderada geográficamente. Se encontró que el valor del avalúo de las mercancías incautadas en 2016 es explicado en 82,14 %, con un margen de error del 5 %, por las siguientes variables: población, valor agregado del municipio, ingresos corrientes de libre destinación. En los diferentes modelos probados no fueron significativas las variables de: cantidad y valor de aprehensiones en el periodo anterior, el peso relativo municipal en el Valor Agregado departamental, el índice de NBI o Pobreza Multidimensional, la categoría del municipio.

ANÁLISIS DEL ENDEUDAMIENTO DE LOS HOGARES DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN EN EL AÑO 2017

Este estudio realizó un análisis econométrico de los determinantes de endeudamiento de los hogares de Medellín en el año 2017, que permitió identificar las particularidades económicas presentes en esta ciudad, que afectan la toma de decisiones de los consumidores con respecto a su nivel de consumo y endeudamiento. La estimación se realizó por medio de un modelo de regresión logística que se ejecutó en datos de encuestas, para 11.473 miembros de 8.781 hogares. Se pudo concluir que el gasto en educación, el poseer tarjeta de crédito, el gasto mensual que el individuo realiza en servicios públicos como agua, luz y gas, aumentan la probabilidad de que las deudas superen sus ingresos. Mientras que el número de personas que integran el núcleo familiar, el valor de los activos, el conocimiento financiero y la cultura del ahorro, disminuyen la probabilidad de un endeudamiento no sostenible. Contario a lo que se esperaba, el gasto mensual en recreación, internet, TV por cable y telefonía local, servicio doméstico y teléfono celular no se subsidia con endeudamiento, aunque este tipo de consumos no se consideran como básicos. El nivel de ingresos no resultó significativo en la probabilidad de endeudamiento.

EVOLUCIÓN DE LA CRIMINALIDAD EN COLOMBIA (2005-2018)

La comprensión de los fenómenos de la criminalidad en Colombia es uno de los grandes retos que se presentan en el escenario de posacuerdo, dado que comprender las dinámicas de los delitos permitirá desarrollar estrategias más efectivas para su control y erradicación. Por lo anterior, el presente capítulo pretende establecer cuál ha sido la evolución temporal de los presuntos hechos delictivos que la Fiscalía General de la Nación conoció a partir de la entrada en vigencia de la Ley 906 de 2004 y la Ley 1098 de 2006, después de la puesta en marcha del Sistema Penal Oral Acusatorio (SPOA), en Colombia, entre 2005 y 2018. Para este estudio se utilizaron modelos estándar en econometría como: análisis de cambios estructurales y modelos ARIMA que incluyen tanto componentes estacionales como de regresión. La metodología utilizada consiste en la construcción de modelos sencillos y gradualmente se incluyen variables que mejoran la explicación de las series de tiempo. La comparación entre los modelos resultantes se hace bajo la métrica del coeficiente de información Bayesiana. Este análisis sugiere la existencia de un cambio en la tendencia del crimen en Colombia, después de la firma del acuerdo de paz (2016), y que los presuntos hechos delictivos que la Fiscalía General de la Nación conoció

a partir de la Ley 906 de 2004 y la Ley 1098 de 2006, después de la puesta en marcha Sistema Penal Oral Acusatorio (SPOA), en Colombia, entre 2005 y 2018, sigue un Proceso Estacional Autoregresivo Integrado y de Media Móvil ARIMA $(0,1,1)(2,0,0)I2$.

SIMSHOT. SISTEMA PARA EL MODELADO Y LA SIMULACIÓN DE MERCADOS HOTELEROS: UN PROTOTIPO BASADO EN AGENTES

En este capítulo se realiza un prototipo basado en agentes, puesto que, la investigación de operaciones va más allá de los modelos probabilísticos, los procesos estocásticos y las cadenas de Markov: es el arte y la ciencia de la toma de decisiones para el tratamiento de problemas complejos, problemas con ninguna o una infinidad de posibles soluciones que obligan a quien los confronta a “podar” el espacio de soluciones usando criterios de optimización multiobjetivo junto a la no linealidad, a la contingencia, a los fenómenos emergentes y bifurcaciones dinámicas. Los autores concibieron, desarrollaron, implementaron y operaron un sistema de software que abstrae los rasgos esenciales de un mercado hotelero figurado, con el cual se realizaron simulaciones que entregaron, a nivel superficial, resultados razonables.

INGRESO DE LA POBLACIÓN VÍCTIMA DE DESPLAZAMIENTO QUE RETORNÓ A LA PALMA (CUNDINAMARCA) (2018): UNA APLICACIÓN DE MACHINE LEARNING

En este trabajo se emplearon diferentes algoritmos de *Machine Learning* o aprendizaje automático, que permite a los sistemas cognitivos aprender, razonar e interactuar con nosotros de forma más natural y personalizada, con el fin de establecer cuáles son las variables que permiten predecir el nivel de ingresos en 2018, de la población víctima de desplazamiento que retornó a La Palma, Cundinamarca. Las variables consideradas provinieron de la información obtenida en un trabajo de campo realizado en el municipio de La Palma entre julio y septiembre de 2018, en el cual participaron 100 voluntarios tomados al azar que cumplieran con las siguientes condiciones: (I) residir en 2018 La Palma (Cundinamarca); (II) hacer parte del Registro Único de Víctimas por haber sido desplazados, (III) tener más de 18 años; (IV) pertenecer a los niveles socioeconómicos 1 y 2. Se logró identificar que los tres mejores algoritmos de aprendizaje supervisado, para el promedio, fueron el Árbol de decisión, AdaBoost y Random Forest. Igualmente, se estableció que el Árbol de decisión es el único algoritmo que permite predecir con un 84,6 % de precisión el rango de ingreso medio (entre 500.001 y 1.000.001 peos). Para la predicción del rango de ingresos entre 1.000.001 y 2.000.000 pesos el SVM tuvo una capacidad predictiva del 100 %.

Acerca de los autores

Jenny Paola Lis-Gutiérrez

Candidata a doctora en Ingeniería – Industria y Organizaciones (Universidad Nacional) Magíster en Análisis de Problemas Políticos, Económicos e Internacionales (Universidad Externado e Instituto de Altos Estudios para el Desarrollo) Magíster en Sociedades Contemporáneas Comparadas, Especialidad en Geografía y Planeación (Universidad de la Sorbona). Economista (graduada con honores de la Universidad Nacional). Dentro de su trayectoria de investigación ha sido reconocida como investigadora en la más alta categoría de Colciencias (investigadora Senior) y ha trabajado en investigaciones financiadas por la Agencia Nacional de la Investigación Francesa y la Cooperación Holandesa.

Se desempeñó varios años como editora asociada de la revista *Cuadernos de Economía*; recientemente ha sido Directora de Gestión y Transferencia del Conocimiento y Directora del Centro de Investigaciones de la Escuela de Negocios de la Universidad Konrad Lorenz.

También ha sido docente de posgrado en la Universidad Externado de Colombia, del Instituto de Altos Estudios para el Desarrollo, la Escuela Superior de Guerra y la Universidad Central, y docente de pregrado en la Universidad Nacional, la Universidad Central y la Universidad Konrad Lorenz. En tanto funcionaria pública se ha desempeñado como analista económica en la Federación Nacional de Departamentos, Asesora de la Dirección de Planeación del SENA, miembro del Grupo de Estudios Económicos de la Superintendencia de Industria y Comercio, y Decana de Investigaciones de la Escuela Superior de Administración Pública. Es miembro del Comité de Altos Estudios para el Fortalecimiento Institucional del Ejército Nacional desde 2016, docente investigadora de la Escuela de Negocios de la Universidad Konrad Lorenz, docente de posgrado de la Universidad Central y Externado de Colombia, Docente visitante de la Corporación Universitaria del Meta y editora de la revista académica *Suma de Negocios*.

Carolina Henao

Economista de la Universidad Nacional de Colombia y Magíster en Economía de la Universidad Externado de Colombia. Docente investigador del programa de Contaduría Pública de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Ha sido docente de pregrado en la

Universidad Santo Tomás, la Universidad Externado de Colombia y la Corporación Universitaria Minuto de Dios, y de Posgrado en la Universidad Central. En 2018, fue distinguida con el Premio a la Excelencia como mejor investigadora en la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Cuenta con amplia experiencia en investigación y estimación de modelos econométricos, mediante el uso de diferentes técnicas, como: datos panel estáticos y dinámicos, series de tiempo, ecuaciones estructurales y regresiones no paramétricas.

Mercedes Gaitán-Angulo

Doctora en Administración (*Cum Laude*) de la Universidad San Pablo -CUE España- Madrid. Magíster en Derecho con Énfasis en Tributación en la Universidad Externado de Colombia. MBA Universidad Sergio Arboleda. Especialización en Administración Financiera y Gestión de Proyectos de la EAN. Contador Público de la Universidad Central. Se desempeñó varios años como Subgerente de empresas del sector gráfico en Colombia (Dvinni S.A., Legis S.A.). También ha sido docente de posgrado en la Universidad Sur Colombiana, Universidad Javeriana, como docente en pregrado en la Universidad Central, Javeriana y Distrital y ha sido clasificada como investigadora Junior por Colciencias. Actualmente, es la Directora del Centro de

Investigaciones de la Escuela de Negocios de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, docente investigadora de la Escuela de Negocios de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz y de CUES, y docente visitante de la Corporación Universitaria del Meta.

Leonor Mojica Sánchez

Abogada de la Corporación Universitaria del Meta, Especialista en Contratación Estatal y Derecho Administrativo de la Universidad Externado de Colombia. Doctora en Educación de la Universidad de Salamanca. Se ha desempeñado como ponente nacional e internacional en diferentes eventos científicos y académicos relacionados con la Educación Superior. Cuenta con amplia trayectoria en cargos académicos y administrativos, asimismo como par académica del Ministerio de Educación Nacional. Entre sus principales líneas de investigación se encuentra la política, sociedad, jurisprudencia y ciencia e innovación en Educación. Se hizo acreedora al Premio Extraordinario Doctorado 2014–2015 otorgado por la Universidad de Salamanca, España, y al reconocimiento Condecoración Liderazgo del año 2017. Actualmente es la Rectora de la Corporación Universitaria del Meta.

Luz Elena Malagón-Castro

Administradora, especialista en Finanzas, en Ecología y Medioambiente, y en Pedagogía de la Educación Superior. Magíster en Ciencias de la Université du Québec a Chicoutimi y en Gestión de Organizaciones de la Universidad EAN. Doctora en Educación de la Universidad de la Salle de San José de Costa Rica. Con amplia trayectoria en el sector académico, más de diecisiete años en la docencia a nivel de pregrado y posgrado en diferentes universidades del país. En su trayectoria laboral ha tenido cargos en la dirección de áreas académicas, administrativas, financieras y de mercadeo en instituciones de educación superior. Se ha desempeñado como par académico del Ministerio de Educación Nacional. Actualmente se desempeña como Vicerrectora Académica de la Corporación Universitaria del Meta y profesor investigador. Ha realizado investigaciones en el ámbito de la planeación estratégica, la innovación en la gestión educativa y ciencias sociales y humanas.

Manuel Ignacio Balaguera

Experto en Física Computacional y aplicada, Modelado y simulación de sistemas complejos, Mecánica computacional de materiales y Estructuras complejas y Biomecánica. Físico, MSc en Ciencias Físicas, Doctor en Ingeniería, Posdoctorado de un año en el Institu-

to de Biocomplejidad de la Universidad de Indiana (USA), Especialización en Dinámica de Sistemas, reconocido como investigador asociado en Colciencias. Desde 2014 al presente: docente investigador de la Facultad de Matemáticas e Ingenierías y del CIMI (Centro de Investigaciones en Matemáticas e ingenierías) de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, y docente visitante de la Corporación Universitaria del Meta. 1998-2014 profesor de tiempo completo e investigador del Centro de Investigaciones Odontológicas de la Pontificia Universidad Javeriana, 2005 a 2014 Investigador de CEIBA (Centro de Excelencia Colciencias de Investigación Básica y Aplicada en Sistemas Complejos). 1994 a 1998: profesional especializado de la Unidad de Planeación Energética de la Empresa de Energía de Bogotá y EMGESA S.A. E.S.P, 1992 a 1994: Investigador Red Sismológica Nacional de Ingeominas. Amplia trayectoria en el trabajo en equipo transdisciplinar y en la enseñanza de las ciencias físico-matemáticas y computacionales a diversas disciplinas y niveles académicos.

Melissa Lis-Gutiérrez

Ingeniera Agrónoma, egresada de la Universidad Nacional de Colombia. Magíster en Ciencias Agrarias-Línea Suelos y Aguas de la Universidad Nacional de Colombia, estudiante Doctoral en Ciencias Agra-

rias-Línea Suelos y Aguas de la Universidad Nacional de Colombia, acreditada como consultora en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y miembro activo de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Actualmente se desempeña como docente del área de suelos del programa de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales –UDCA, y docente visitante de la Corporación Universitaria del Meta. También trabajó como docente de la asignatura Edafología por más de un año en la Universidad ECCI, donde apoyó adicionalmente labores académicas relacionadas con salidas de campo gracias a su conocimiento en descripción de suelos, análisis físicos, químicos y mineralógicos de suelos y en evaluación biofísica de tierras. Cuenta con experiencia en campo en cultivos de calabacín y hierbabuena. También ha realizado asesorías agronómicas a fincas en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, que buscan mantener una producción sostenible, algunas enfocadas al manejo integrado orgánico y otras con tradicional.

Juan Manuel Guío

Profesor Asociado y Director del Departamento de Economía de la Universidad Central. Doctor en Economía (*Cum Laude*) y Master en Economía de la Universitat de Barcelona. Economista de la Universidad de Los Andes. Ha sido investigador del Centro Tecno-

lógico del Agua (CETAqua) y está vinculado al Instituto de Economía de Barcelona (IEB). Sus principales áreas de investigación son Economía Laboral, Economía de la Educación, y temas de género y discriminación.

Henry Zapata Patarroyo

Analista y docente de inteligencia, experto en seguridad y análisis de información. Con experticia en temas de liderazgo, manejo de crisis, contexto de información, derechos humanos y derecho internacional humanitario, conflicto armado y seguridad nacional. Reconocido por las Fuerzas Militares de Colombia por las labores desarrolladas en la búsqueda de la paz, el orden y la democracia de la nación. Especialista en contexto histórico del conflicto armado en Colombia y el manejo de finanzas de las organizaciones ilegales.

Andrea González

Doctora en *Government* de la Universidad de Essex, Magíster en Estudios Políticos y Economista de la Universidad Nacional. Cuenta con más de 10 años de experiencia profesional en el sector público y privado. Ha liderado diferentes proyectos de investigación sobre democracia, violencia, y evaluación de política pública, entre otros. Ha publicado en el *Social Indicators Research*, y *LSE Research Online Documents on Economics*.

Actualmente es docente de la Universidad Central, Javeriana y Gran Colombia.

María Andreína Moros Ochoa

Doctora en Economía y Dirección de Empresas de la Universidad de Deusto, España; Especialista en Competitividad y Desarrollo Regional Universidad de Deusto-Universidad de Harvard; Licenciada en Administración y Dirección de Empresas Universidad del País Vasco; Licenciada en Contaduría Pública, Licenciada en Administración Mención Finanzas, Universidad Católica del Táchira, Venezuela. Actualmente, se desempeña como docente investigadora en la Fundación Universitaria Konrad Lorenz (FUKL). Es también Directora de la línea de investigación Marketing en las organizaciones y pertenece al grupo de investigación CIEN-K (categoría A1 de Colciencias) en la misma Institución.

Su desarrollo profesional ha sido en empresa y en la academia. Ha sido asesor en diferentes instituciones en calidad de servicio, liderazgo y competitividad. Durante su carrera, también se ha interesado por ejercer como Contador Público y Auditora.

Es profesora investigadora con experiencia a nivel internacional. Por lo cual, ha sido invitada a otras uni-

versidades para compartir su experiencia en los trabajos realizados.

Andrés Camilo Aponte López

Profesional en Administración de Negocios Internacionales (Universidad de Ibagué), Especialista Tecnológico en Gerencia de Proyectos (SENA), Magíster en Estudios Interdisciplinarios sobre Desarrollo (Universidad de los Andes). Becario del programa Formación de Talento Humano de Alto Nivel liderado por la Gobernación del Tolima y ejecutado por la Universidad del Tolima, con la participación de la Universidad de Ibagué y la Fundación CEIBA para los programas: Formación en Segunda Lengua y Maestría en el País. Exdocente universitario en la Corporación Universitaria Minuto de Dios, en Objetos y Sistemas Relacionales SAS en convenio con la Universidad Tecnológica de Pereira, joven investigador del Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Ibagué. Docente titular del Programa de Administración de Empresas, CUN Regional Tolima, miembro GIDECER, UNIDERE y Comunicación en Ciencia, Tecnología Sociedad. Director del proyecto: Caracterización de las empresas familiares más relevantes en la ciudad de Ibagué y tutor del semillero Empresas Familiares de Impacto para el Tolima (EFIT).

César Augusto Vargas

Ingeniero de Sistemas, Magíster en Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Industrial de Santander y PhD en Eléctrica y Computación de la universidad de Delaware en Estados Unidos. Profesor asistente del programa de matemáticas de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, e investigador del Centro de Investigaciones de la Facultad de Matemáticas e Ingeniería de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, y docente visitante de la Corporación Universitaria del Meta. Cuenta con amplia experiencia en investigación en Bioinformática, Biología Computacional, Ecología y Análisis y procesamiento digital de señales.

Cuenta con amplia experiencia en investigación; ha sido asistente de investigación en la Universidad de Delaware y la Universidad Industrial de Santander. Cuenta con varios reconocimientos nacionales e internacionales, entre ellos: (I) Academic excellence award, High Dimensional Signal Processing Research Group, Universidad Industrial de Santander, 2016; (II) Bioengineering Faculty Award, University of Delaware, Fall 2013; (III) Meritorious graduation work, Universidad Industrial de Santander, December 2012; (IV) Research Assistant Scholarship, ECE, UDEL, Fall 2012; (V) Best poster presentation in session “Functional

genomics and systems biology”, ISCB Latin America 2012 Conference on Bioinformatics, 2012; (VI) Personal Support Scholarship, Universidad Industrial de Santander, 2009-2010. Dentro de sus habilidades se encuentra el manejo de C, Matlab, Mathematica, R, Python, LATEX, entre otros.

María Cristina Vargas Chaparro

Terapeuta Ocupacional de la Universidad del Rosario, Magíster en Ciencias Biomédicas de la Universidad de Los Andes con una amplia trayectoria académica e investigativa; dentro de las áreas de interés se encuentran los procesos de inclusión social de poblaciones diversas, discapacidad, rehabilitación, tecnología de apoyo e ingeniería biomédica. Con la Universidad del Rosario y la Universidad de los Andes desarrolló una Patente de la silla INCLUCHAIR, que favorece la posición sedente activa de niños en edad escolar con parálisis cerebral de grado leve o moderado y otras alteraciones. En la Universidad Manuela Beltrán, además del trabajo académico e investigativo, lideró los procesos de construcción de la maestría en Neurorehabilitación y la creación del CIAPAT en convenio con la OISS. Actualmente desempeña el cargo de Decana de la Facultad de Terapia Ocupacional de la Escuela Colombiana de Rehabilitación.

Juan Carlos Rincón Vásquez

Ingeniero de Sistemas, Especialista en Administración de bases de datos y auditoría de la Universidad Nacional de Colombia, Especialista en Gestión de Estrategias y de Comercialización de la UPB, el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, el Innovation Creativity and Capital Institute of Texas at Austin. Especialista en Mercados de la Universidad EAFIT. Magíster en Ciencias Estadísticas de la Universidad Nacional. Ha sido docente e investigador de la Universidad Nacional, como también Auditor de Colombia Móvil OLA y en Telecom con cargos de Líder de Negocios de Larga Distancia; Asesor de la Dirección General de Imagen Corporativa y Líder de Investigación de Mercados, y Jefe de Sistemas en el ICA. Actualmente es docente de la Maestría en Psicología del Consumidor y Consultor.

Carolina González

Contadora Pública de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, especialista en gerencia educativa y maestrante en educación. Docente investigador del programa Contaduría Pública de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Amplia experiencia en el sector educativo, y en investigación. Actualmente se desempeña como coordinadora del programa Conta-

duría Pública de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Jhensus Elías Carvajal

Doctor en Ciencias Económicas y Administrativas de Universidad para la Cooperación Internacional, México. Magíster en Ciencias Administrativas y Finanzas internacionales de la Universidad de Viña del Mar. Administrador de Empresas de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Director del Centro Regional Soacha, Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Luz Adriana Ayala Manzanares

Contadora Pública de la Universidad Nacional (2010). Especialista en Gerencia y Administración Tributaria de la Universidad Externado de Colombia (2012). Estudiante de la Maestría en Tributación de la Universidad Central (2018).

Experiencia profesional en el sector real como jefe de Contabilidad en empresas del área de la construcción y agropecuaria.

Jenny Cubillos Díaz

Psicóloga de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz, Especialista en Acción sin Daño y Construc-

ción de Paz de la Universidad Nacional de Colombia. Joven investigadora de Colciencias y docente en formación de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Cuenta con varias publicaciones en Scopus relacionadas con el posacuerdo, víctimas del conflicto armado e innovación social.

Edwin Enrique Prada González

Profesional en negocios internacionales graduado como uno de los mejores ECAES del país; actualmente en proceso de grado de la maestría en Análisis de problemas políticos y económicos de la Universidad Externado de Colombia en cooperación con la Universidad de Paris III. Cuenta con experiencia en diferentes sectores como el aéreo, de transporte, financiero y educativo.