

Informe de Proyecto de Investigación

Título del proyecto	Duración	Lugar de ejecución
Competitividad y desarrollo económico regional en Colombia	10	Bogotá

Nombre del Investigador principal	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
John Jairo Gómez Ríos	http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000967645	https://orcid.org/0000-0003-1831-9979	https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=john+jairo+gomez+rios&btnG=

División	Facultad	Programa	Línea activa	Campos de acción	Grupo de investigación
División de Ciencias Administrativas y Económicas	Facultad de Economía	Economía	Economía pública, social y de las organizaciones	Sociedad	Economía y humanismo

Nombre(s) CO-Investigadores	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
Henry Laverde Rojas	http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000426016	https://ORCID.ORG/0000-0002-6112-5259	https://scholar.google.es/citations?user=Tui-1kAAAAJ&hl=es

División	Facultad	Programa	Línea activa	Campos de acción	Grupo de investigación
División de Ciencias Administrativas y Económicas	Facultad de Economía	Economía	Economía pública, social y de las organizaciones	Sociedad	Economía y humanismo

Resumen de la propuesta	Palabras clave
El desarrollo económico colombiano ha mostrado una evolución heterogénea, evolucionando satisfactoriamente en algunos aspectos, pero desfavorablemente en otros. Así mismo, la evidencia encaminada a mostrar el estado de bienestar regional se ha centrado en mediciones monetarias, lo cual deja de lado otros aspectos importantes. Basados en la estimación del índice de complejidad económica propuesto por Hidalgo y Hausmann (2009), la presente investigación está encaminada a analizar la evolución general del desarrollo en las principales regiones de Colombia. Posteriormente, a través de estimaciones econométricas, se pretende encontrar la relación de este indicador con algunas variables de desarrollo económico y de esta manera ofrecer más y mejores herramientas de política pública encaminadas a mejorar el bienestar, la competitividad y el desarrollo económico en el ámbito regional colombiano.	Competitividad, desarrollo económico, complejidad económica, exportaciones

Planteamiento del problema y pregunta de investigación
¿En qué medida el desarrollo económico regional colombiano puede ser explicado a través de su competitividad?

Justificación
El PIB per cápita es un indicador referente y comúnmente utilizado para analizar el nivel de desarrollo de los países. Sin embargo, recientemente los esfuerzos para realizar un seguimiento más complejo en este aspecto se han centrado en la creación de indicadores que permitan ir más allá con respecto a las medidas de carácter monetario. Para lograr este fin, se han empleado metodologías sustentadas en ciencias naturales (física, ciencias naturales) o en ciencias de la complejidad (Hamermesh, 2013; Einav y Levin, 2014). En este sentido,

Hausman e Hidalgo (2009) desarrollan, desde una perspectiva del crecimiento y del desarrollo, un indicador que relaciona la complejidad de un país con sus niveles de ingreso, a través de dos aspectos: diversidad y ubicuidad en las exportaciones. Mientras un país presente una mayor diversidad de productos y, a su vez, sus exportaciones sean más competitivas, más compleja será su producción. Esto ha permitido desarrollar un campo de investigación encaminado a encontrar evidencia que relacione la complejidad económica con el desarrollo económico de un país. De esta manera, se puede hallar la relación que este indicador pueda tener con el crecimiento económico (Hidalgo y Hausmann, 2008), la desigualdad (Hartmann et al., 2017) y otros agregados macro (empleo – Yuan, 2016). Por su parte, Colombia ha basado su estructura exportadora en productos de poco valor agregado, en los cuales la incorporación de tecnología y mano de obra calificada es muy escasa. No obstante, cuando se realiza un análisis más detallado en el ámbito regional, se observan diferencias importantes en términos de productividad, destacándose regiones como la Andina (Bogotá, Medellín), las cuales, a su vez, evidencian un mayor grado de desarrollo. En ese orden de ideas, estas relaciones de causalidad podrían evidenciar una relación entre la complejidad económica y el desarrollo regional en Colombia, lo cual podría a su vez, dirigir los esfuerzos de política pública ha

Objetivo general

Determinar la relación entre complejidad económica y desarrollo económico para las regiones colombianas para el periodo 1990-2017.

Objetivos específicos

1. Estimar el índice de complejidad económica para las diferentes regiones de Colombia y mostrar la evolución de este indicador en el periodo subyacente. 2. Determinar si existe una conexión entre ICE y el crecimiento económico de las regiones colombianas. 3. Establecer el posible impacto que puede darse entre ICE y la distribución del ingreso en las regiones colombianas. 4. Evaluar la relación que se puede generar entre la complejidad económica de las regiones colombianas y las dinámicas de empleo de las mismas.

Marco teórico

El grado de complejidad de un país depende a su vez de la complejidad de los países que exportan. Existen varios indicadores para medir la intensidad relativa de conocimiento acerca de una economía o de un producto, entre los que se destacan el Índice de Complejidad Económica (ICE) y el Índice de Complejidad de Producto (ICP). El ICE mide la intensidad de conocimiento de una economía tomando en cuenta la los productos que exporta. El PCI mide la intensidad de conocimiento de un producto tomando en cuenta los países que lo exportan. Este argumento circular tiene trazabilidad matemática y se puede emplear para construir las medidas relativas de la intensidad de conocimiento de las economías y productos¹.

¹ Tomado de: <https://atlas.media.mit.edu/es/rankings/country/eci/>

² Borda (2017)

El ICE se ha validado como una medida económica relevante dada su habilidad para predecir el crecimiento económico futuro (Hidalgo y Hausmann, 2009), y explicar variaciones internacionales en la desigualdad del ingreso (Hartmann et al., 2017).

De acuerdo con Borda (2017), la construcción del índice de complejidad económica tiene como uno de sus fundamentos el índice de ventaja comparativa revelada de Balassa (1965). Este índice mide el grado de especialización productiva de un territorio con respecto a otro.

El índice puede ser entendido a través del siguiente conjunto de ecuaciones²: $p_{ij} = x_{ij}X_j$ (1) $p_i = \sum x_{ij}X_j$ (2) $vcr_{ij} = p_{ij}/p_i$ (3)

Donde:

p_{ij} : Participación del valor exportado de la mercancía i en el total exportado por el país j

p_i : Participación del valor exportado de la mercancía i en el total exportado por el mundo

vcr_{ij} : Índice de ventaja comparativa de la mercancía i para el país j con respecto al mundo

Con base en este índice, (Hausmann, Hwang, et al., 2007) elaboran un modelo de crecimiento económico a través del cual explican el papel de la ventaja comparativa revelada de las mercancías en la estructura productiva de la economía³.

³ Ibid, p. 8.

⁴ Ibid. P., 8

En dicho modelo interactúan dos sectores, un sector moderno que produce una amplia gama de bienes y uno tradicional que produce un bien homogéneo.

Para tal fin definen una medida de la productividad de un bien exportado en el PIB per cápita del país (PRODY) y la productividad de la canasta de bienes exportados por el país (EXPY)⁴.

Como resultado de las estimaciones, los autores encuentran que los bienes más productivos tienen un efecto duradero en el crecimiento económico de largo plazo, mientras que los bienes menos productivos tienen efectos en la tasa de crecimiento de corto plazo, desapareciendo en el de largo plazo.

En lo concerniente a la complejidad económica, la importancia del artículo presentado por Hausmann, Hwang y Rodrik radica en el uso del índice de Balassa sobre la información de comercio exterior para obtener una clasificación de la productividad de los países y los productos. De esta forma, Hausmann e Hidalgo presentan el Atlas de Complejidad Económica, en el cual definen la complejidad económica como el conjunto de conocimiento explícito y tácito que al trabajar de manera conjunta permite llevar a cabo diversas tareas (Hausmann, 2007).

Para ilustrar este mecanismo suponga el funcionamiento de una granja agrícola sencilla que requiere de tres procesos básicos: cultivo, logística y ventas. Estos tres procesos se originan en la formación colectiva de conocimiento. Por ejemplo, para el caso del cultivo, ha existido una serie de ensayos basados en prueba y error que desde sus inicios ha perfeccionado la humanidad para progresar desde la recolección rudimentaria de frutos salvajes para consumo propio hasta los procesos agrícolas comerciales o los orgánicos que se adelantan actualmente. Por su parte, el componente logístico requerirá de infraestructura (carreteras, vehículos, centros de acopio) que hace necesaria la existencia de una estructura de formación particular acorde a estas necesidades, igual que para el proceso de ventas. En ese orden de ideas, en la medida que existan sectores económicos más sofisticados en materia tecnológica, por ejemplo, será necesario un mayor acervo de conocimiento, por lo tanto, estos sectores implican una mayor complejidad (Borda, 2017).

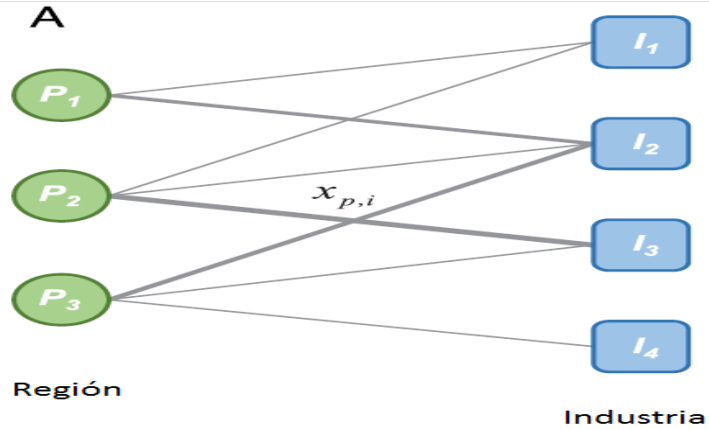
Debido a la heterogeneidad en las metodologías de cálculo de indicadores que hace difícil la medición de la complejidad económica de una manera comparable, Hausmann e Hidalgo (2009) encuentran que las cifras de comercio exterior permiten

la comparación entre territorios diversos, lo que posibilita plasmar el concepto de complejidad económica como producto de la interacción de las capacidades existentes al interior de un territorio para la producción de bienes exportables⁵.

⁵ Ibíd. P., 9

Los autores desarrollan una visión del crecimiento y el desarrollo económico que le dan un papel central a la complejidad de la economía de un país interpretando los datos comerciales como una red bipartita en la que los países están conectados a los productos que exportan, y muestran que es posible cuantificar la complejidad de la economía de un país caracterizando la estructura de esta red. Además, muestran que las medidas de complejidad desarrolladas están correlacionadas con el nivel de ingresos de un país y las desviaciones de estas son predictivas para el crecimiento futuro. Esto sugiere que los países tienden a converger al nivel de ingresos dictado por la complejidad de sus estructuras productivas, lo que indica que los esfuerzos para lograr el desarrollo deberían centrarse en generar las condiciones que permitan el surgimiento de la complejidad para así generar un crecimiento sostenido y próspero.

Metodología
Tipo de estudio Esta es una investigación deductiva de carácter cuantitativa y explicativa, en la cual se empleará datos secundarios. En este estudio para el procesamiento y análisis de los datos se emplearán herramientas estadísticas y modelamiento económico.
Población 32 Departamentos de Colombia. La información se obtendrá de las Estadísticas de Exportaciones del DANE
Técnicas para el análisis de resultados Medición del Índice de complejidad económica (ICE): La metodología planteada por Hidalgo y Hausman (2009) se basa en que las economías sofisticadas (en este caso las regiones) son altamente diversificadas y tienen industrias con baja ubicuidad. De esta manera, combinando información sobre la diversidad de una región y la ubicuidad de sus industrias se puede contar con una medida de sofisticación de la estructura productiva de la misma. Con base en la ciencia de redes, se puede estimar el ICE por medio de una cadena, en la cual las ponderaciones de las conexiones son definidas como el número de firmas pertenecientes a un tipo de industria y región correspondiente (Grafica A).



A continuación se transforma esta red bipartita en una matriz adyacente $M_{r,i}$, donde $M_{r,i} = 1$ si la región r tiene Ventajas Comparativas Reveladas (VCR) en la industria i (es decir si $VCR_{r,i} \geq 1$) y 0 en cualquier otro caso. VCR es definido como la proporción entre el número de firmas operando en una industria de una región determinada y el número esperado de firmas en esa industria en esa región. Formalmente, VCR para una región r en una industria i es definida como:

$$VCR_{r,i} = \frac{\frac{x_{r,i}}{\sum_i x_{r,i}}}{\frac{\sum_{r'} x_{r',i}}{\sum_{i'} \sum_{r'} x_{r',i'}}}$$

Donde $x_{r,i}$ es el número de firmas en la región r que opera en la industria i . además, la diversidad de una región r es definida como el número de industrias en las cuales la región tiene ventaja comparativa:

$$Diversidad = k_{r,0} = \sum_i M_{r,i}$$

La ubicuidad de la industria i es definida como el número de provincias con ventaja comparativa en esa industria:

$$Ubicuidad = k_{i,0} = \sum_r M_{r,i}$$

De esta manera, el Índice De Complejidad Económica (ICE) de la región r es definido como:

$$ICE_r = \frac{k_r - \langle \vec{k} \rangle}{std(\vec{k})} = \frac{m^2 k_r - m \sum_r k_r}{\sqrt{m \sum_r (m k_r - \sum_r k_r)^2}}$$

Donde m es el número de regiones, $\langle . \rangle$ y $std(.)$ son respectivamente las funciones de valor medio y desviación estándar que opera sobre los elementos en el vector $\vec{k}$, y este último es el autovector asociado con el segundo más grande autovalor de la matriz

$$\tilde{M}_{r,r'} = \frac{1}{k_{r,0}} \sum_i \frac{M_{r,i} M_{r',i}}{k_{i,0}}$$

De esta manera, la matriz $\tilde{M}_{r,r'}$ es definida en términos de conectar regiones que tienen similares industrias, ponderándolas por la inversa de la ubicuidad de una industria $k_{i,0}$ y normalizada por la diversidad de la región $k_{r,0}$.

Por otro lado, una vez calculado ICE, se empleará para la contrastación de las diferentes hipótesis se emplearan técnicas econométricas estándar, entre ellas: datos de panel (datos agrupados por MCO, efectos fijos y system GMM), regresión cuantílica, entre otras técnicas.

Estimaciones econométricas: Para los diferentes análisis de los datos recolectados se empleará herramientas estadísticas y econométricas tales como Método de Momentos Generalizado, Variables Instrumentales, Modelos Probit, Efecto Tratamiento, etc. El análisis central podrá realizarse con métodos de econometría espacial. Esta técnica parte del supuesto de independencia de los elementos en una muestra particular. Sin embargo, en la práctica este supuesto no se cumple. Si una observación i de un lugar particular depende de observaciones asociadas con otras localizaciones j :

$$y_i = f(y_j) \text{ para } i = 1, 2, \dots, n \text{ y } j \neq i$$

Entonces un modelo como:

$$y_i = X_i\beta_i + \varepsilon_i$$

Donde X_i es un vector de variables explicativas, β_i los parámetros a estimar y ε_i el termino de error, no puede ser estimado. El problema con esta función es que una observación ubicada en un punto espacial particular puede estar relacionado con otros puntos ubicados en otras regiones. Generalmente, se cree que estas dependencias pueden ser explicadas por tres razones. En primer lugar, por errores de medición en la construcción de los datos. En segundo lugar, por la agregación que generalmente se hacen de datos espaciales. Finalmente, esta dependencia se da por la misma dinámica espacial, dado que la zona de estudio puede influir sobre el comportamiento humano y económico general de la población observada, haciendo que estas unidades de análisis estén influenciadas por las características de la región.

En econometría espacial se suelen tener en cuenta los siguientes problemas y nociones a la hora de estimar un modelo de interés:

- Autocorrelación espacial: es la concentración o dispersión de los valores de una variable en un mapa.
- Heterogeneidad espacial: se refiere a la variación en las relaciones sobre el espacio.
- Heteroscedasticidad espacial: consiste en la ausencia de estabilidad en la dispersión de un fenómeno.
- Matriz de Contigüidad: se refiere al arreglo matricial entre las correlaciones de las regiones en un espacio.

Dado lo anterior, los modelos SEM son sistemas de ecuaciones estructurales que sintetizan las relaciones de causalidad entre variables latentes y observables permitiendo obtener dos tipos de estimaciones: una de la variable de interés, en este caso la pobreza, y una de los de impactos sobre la variable de interés. De esta manera, la implementación de esta metodología permitiría obtener una medida simple de pobreza para luego emplearla como instrumento para analizar los determinantes que inciden sobre este indicador. Adicionalmente, mediante este método es posible obtener las ponderaciones utilizadas en la construcción de la medida de una manera rigurosa y bien estructurada alejándose de las críticas y problemas que presentan las multidimensionales empleadas tradicionalmente por la literatura alrededor de la pobreza.

El método tradicional en la estimación de los parámetros de los modelos SEM es el enfoque estructural de covarianza. Sin embargo, con el desarrollo de la estadística computacional, tales como el desarrollo de algoritmos de cadenas de Markov- Monte Carlo, ha permitido que estos modelos se hayan vuelto populares y puedan ser aplicados a situaciones complejas, como la mayoría de las situaciones en economía. Estos modelos permiten hacer estimaciones directas de las variables latentes, las cuales no pueden ser obtenidas con los métodos tradicionales. Los BSEM modelan las variables observables con sus

variables latentes a través de ecuaciones de regresión tradicionales, de ahí que se pueda dar una interpretación más directa y se pueda utilizar técnicas comunes en regresión como outlier y análisis de residuales. Un punto importante para la implementación de esta metodología en este estudio está en que esta permite utilizar, además de información que se encuentra en la base de datos, información previa para encontrar resultados más robustos. Los modelos SEM son formulados con una ecuación de medida y una ecuación estructural relacionando variables observables y latentes, bajo el supuesto de que las primeras son continuas, independientes e idénticamente distribuidas. La ecuación de medida pueden ser escrita en formulación matricial como:

$$\mathbf{y} = \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\Lambda}\boldsymbol{\omega} + \boldsymbol{\epsilon}$$

Y la ecuación estructural como:

$$\boldsymbol{\eta} = \boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\delta}$$

Donde $\mathbf{y}$ es un $p \times 1$ vector aleatorio de variables observables, $\boldsymbol{\mu}$ es un $p \times 1$ vector de interceptos, $\boldsymbol{\Lambda}$ es una $p \times q$ matriz desconocida de cargas, $\boldsymbol{\omega}$ es un $q \times 1$ de variables latentes que se esperan sean formadas de las variables observadas $\mathbf{y}$, $\boldsymbol{\eta}$ y $\boldsymbol{\xi}$ son vectores aleatorios que contienen los resultados y variables latentes exploratorias en $\boldsymbol{\omega}$, $\boldsymbol{\Gamma}$ es una $p_1 \times q_2$ matriz desconocida de coeficientes de regresión, $\boldsymbol{\epsilon}$ y $\boldsymbol{\delta}$ son vectores aleatorios de errores. El enfoque tradicional para estimar los parámetros de interés en SEM (es decir, $\boldsymbol{\Lambda}$ y $\boldsymbol{\Gamma}$) está basado sobre la matriz de covarianza muestral ($\mathbf{S}$) y su distribución asintótica. Bajo algunos supuestos estándar por ejemplo que las observaciones aleatorias sean i.i.d., este enfoque funciona bien. Desafortunadamente, bajo situaciones más complejas este enfoque puede no ser eficiente y presenta algunos problemas computacionales. Este estudio propone emplear los modelos Bayesianos como un mecanismo más efectivo para estimar los parámetros de SEM, que a su vez se ajusta muy bien a las características de la estimación de un indicador de pobreza infantil para Colombia.

Resultados esperados		
Tipo de producto	Detalle	Cantidad
Generación de nuevo conocimiento	Artículos de investigación	2
	Libros de investigación	
	Capítulos de investigación	
	Productos tecnológicos patentados o en proceso	
	Variedades vegetales	
	Productos tecnológicos certificados o validos	

Actividades de investigación, desarrollo e innovación	Productos empresariales	
	Regulaciones, normas, reglamentos técnicos	
	Consultorías científicas y tecnológicas	
	Innovación social	
Apropiación social del conocimiento	Participación ciudadana	
	Transferencia del conocimiento	
	Gestión del conocimiento	
	Comunicación del conocimiento	1
	Circulación del conocimiento especializado	
Formación de recursos de formación	Tesis de doctorado	
	Tesis de maestría	
	Trabajos de grado	
	Proyectos de ID+i con formación	
	Apoyo a programas de formación	

Contribución del proyecto al cumplimiento con la misión institucional

De acuerdo con lo establecido por la misión institucional, la presente investigación pretende aportar soluciones a la problemática y necesidades del país, dada la baja competitividad de nuestros productos exportables, lo cual, a su vez, puede afectar el bienestar de la población a través de bajos niveles de ingreso.

Líneas del PIM con las que vincula el proyecto

3. Proyección social e investigación pertinentes

Acciones del Plan General de Desarrollo 2016-2019 con el que se articula el proyecto

- Establecer redes nacionales de investigación e innovación de carácter interdisciplinario que respondan a los campos de acción identificados
- Realizar convocatorias internas y participar en convocatorias externas multicampus - Incrementar el desarrollo de proyectos de investigación multicampus, con recursos propios y con financiación externa

FODEIN				
Concepto	Nombre	Escalafón	Horas mes	Total (\$)
Horas Nomina (Investigador Principal)	John Jairo Gómez Ríos	4	80	\$ 28.970.000
Horas Nomina (Co-Investigadores)	Henry Laverde Rojas	4	40	\$ 14.485.000

Concepto	Descripción	Total (\$)
Servicios técnicos	Traducción artículo	\$ 5.000.000
Movilidad académica	Presentación de ponencia	\$ 8.000.000
Total FODEIN	\$ 56.455.000	

CONTRAPARTIDA EXTERNA				
Concepto	Nombre	Escalafón	Horas mes	Total
Horas Nomina	John Alvaro Perez Cruz	Master 1	40	\$ 13.646.500

Concepto	Descripción	Total
		\$
Total Contrapartida externa	\$ 13.646.500	
TOTAL PROYECTO	\$ 70.101.500	

CRONOGRAMA		
Actividad	Fecha Inicio	Fecha Fin
Consecución y depuración de base de datos	2019-02-01	2019-02-28
Revisión de la literatura y estado del arte	2019-02-01	2019-03-31
Construcción del modelo matemático	2019-04-01	2019-05-31
Especificación del modelo y primeras estimaciones	2019-06-01	2019-06-30
Ajustes al modelo	2019-07-01	2019-07-31

Elaboración primer artículo	2019-07-01	2019-08-31
Segunda fase de estimaciones	2019-08-01	2019-09-30
Elaboración segundo artículo	2019-09-01	2019-10-31
Presentación en ponencia nacional o internacional	2019-11-01	2019-11-30

Posibles evaluadores
1. DIEGO ANDRÉS GUEVARA FLETCHER 2. MARCOS VERA LEYTON

Referencia(s)
Balassa, B. (1965). Trade Liberalisation and “Revealed” Comparative Advantage. The Manchester School, 33(2), 99–123. https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x Borda G (2017) Índice de complejidad económica para los departamentos de Colombia, evolución 2012 – 2015. Trabajo de grado presentado para optar el título de Magíster en ciencias económicas. Einav L., Levin J. (2014). “Economics in the age of big data Science”, 346 (6210), p. 1243089. Hidalgo C., Hausmann R (2009) <i>The building blocks of economic complexity</i>. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America - PNAS. Vol 106, No. 26. 10570 – 10575. Hidalgo C.A., Hausmann R. (2008). “A network view of economic development”, Dev. Altern., 12 (1), pp. 5-10 Hamermesh, D.S. (2013). “Six decades of top economics publishing: Who and how?”, J. Econ. Lit., 51 (1), pp. 162-172. Hartmann D., Guevara M.R., Jara-Figueroa C., Aristarán M., Hidalgo C.A. ”Linking economic complexity, institutions and income inequality”, World Dev., 93 (2017), pp. 75-93.

Hausmann, R., Hwang, J., & Rodrik, D. (2007). What You Export Matters. Journal of Economic Growth VO - 12, (1), 1. Retrieved from <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsjsr&AN=edsjsr.40216112&lang=es&site=eds-live>

Hausmann, R., Hidalgo, C. a., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez, J., ... Yildirim, M. a. (2007). the Atlas of Economic Complexity.

Yuan J., Zhang Q.-M., Gao J., Zhang L., Wan X.-S., Yu X.-J., Zhou T (2016). “Promotion and resignation in employee networks”, Physica A, 444, pp. 442-447

Documentos adjuntos		
Aval grupo de investigación-20180903180719.pdf	Acta comité de investigaciones-20180903180805.pdf	John Perez unisalle.pdf