

Gómez-Zaldívar, Manuel; Chávez-Martín del Campo, Juan Carlos; Mosqueda  
Chávez, Marco Tulio

**Working Paper**

## Complejidad económica y crecimiento regional, evidencia de la economía Mexicana

Working Papers, No. 2016-17

**Provided in Cooperation with:**

Bank of Mexico, Mexico City

*Suggested Citation:* Gómez-Zaldívar, Manuel; Chávez-Martín del Campo, Juan Carlos; Mosqueda  
Chávez, Marco Tulio (2016) : Complejidad económica y crecimiento regional, evidencia de la  
economía Mexicana, Working Papers, No. 2016-17, Banco de México, Ciudad de México

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/174447>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen  
Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle  
Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich  
machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen  
(insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten,  
gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort  
genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal  
and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to  
exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the  
internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content  
Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise  
further usage rights as specified in the indicated licence.*

Banco de México  
Documentos de Investigación

Banco de México  
Working Papers

N° 2016-17

Complejidad Económica y Crecimiento Regional,  
Evidencia de la Economía Mexicana

Manuel de Jesús Gómez  
Zaldívar  
Banco de México

Juan Carlos Chávez Martín del  
Campo  
Banco de México

Marco Tulio Mosqueda Chávez  
Banco de México

Octubre 2016

La serie de Documentos de Investigación del Banco de México divulga resultados preliminares de trabajos de investigación económica realizados en el Banco de México con la finalidad de propiciar el intercambio y debate de ideas. El contenido de los Documentos de Investigación, así como las conclusiones que de ellos se derivan, son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente las del Banco de México.

The Working Papers series of Banco de México disseminates preliminary results of economic research conducted at Banco de México in order to promote the exchange and debate of ideas. The views and conclusions presented in the Working Papers are exclusively the responsibility of the authors and do not necessarily reflect those of Banco de México.

## Complejidad Económica y Crecimiento Regional, Evidencia de la Economía Mexicana\*

Manuel de Jesús Gómez Zaldívar<sup>†</sup>    Juan Carlos Chávez Martín del  
Banco de México                                  Campo<sup>‡</sup>

Banco de México

Marco Tulio Mosqueda Chávez<sup>§</sup>

Banco de México

**Resumen:** En este estudio utilizamos información de la estructura productiva de las entidades mexicanas para calcular una medida de complejidad económica, de cada una de ellas y de cada una de las actividades económicas que éstas desarrollan. Los resultados indican que las entidades de la República son diversas en las actividades en las que se especializan, y por lo tanto, también discrepan en términos de su complejidad económica. Tal y como se ha mostrado en estudios previos, a nivel internacional, existe evidencia para afirmar que la medida de complejidad es relevante para explicar las disparidades económicas que se observan, ya que esta medida está positivamente relacionada tanto con el nivel de riqueza como con la tasa de crecimiento de las entidades.

**Palabras Clave:** Diversidad; Ubicuidad, Complejidad; Crecimiento Económico

**Abstract:** In this study we use data on the productive structure of Mexican states to compute a measure of economic complexity for each, as well as for each economic activity conducted there. The results show that the states differ in terms of the economic activities in which they specialize and, therefore, also in terms of their economic complexity. As previous studies have shown, at an international level, there is evidence to affirm that the measure of economic complexity is relevant in explaining the observed economic disparities, since it is positively related to both the levels of wealth and the growth rates of the states.

**Keywords:** Diversity; Ubiquity; Complexity; Economic Growth

**JEL Classification:** O10; O14; O47

---

\*Agradecemos a dos dictaminadores anónimos por sus comentarios y sugerencias.

<sup>†</sup> Dirección de Investigación Económica, Banco de México. Correo electrónico: manuel.gomez@ugto.org.mx.

<sup>‡</sup> Dirección de Investigación Económica, Banco de México. Correo electrónico: jchavezm@banxico.org.mx.

<sup>§</sup> Dirección de Investigación Económica, Banco de México. Correo electrónico: m.mosqueda@banxico.org.mx.

## 1. Introducción

Durante las últimas tres décadas México ha adoptado medidas para transformarse en una economía abierta y más orientada hacia el mercado con la finalidad de incrementar su crecimiento económico,<sup>1</sup> sin embargo, consistentemente ha fallado en alcanzar sus metas de crecimiento. Las estadísticas de crecimiento a nivel nacional no reflejan lo que sucede en las diversas regiones del país, donde se pueden observar dos o tres diferentes Méxicos que se desarrollan a velocidades divergentes. Por un lado, existen regiones florecientes con industrias que emplean un alto nivel de tecnología y mano de obra calificada. Por otro lado, hay regiones menos dinámicas, que se basan en actividades primarias, como la explotación de recursos naturales, agricultura y la elaboración de bienes con poco valor agregado, por lo tanto, sus ingresos dependen en gran medida de los volátiles precios internacionales.

Nuestro objetivo es ampliar la comprensión de los determinantes de los niveles de riqueza y de las tasas de crecimiento de las entidades Mexicanas, proporcionando un argumento basado en una justificación más estructural. La hipótesis implica que la distribución o localización de las actividades económicas sobre el territorio nacional explica, en parte, la diversidad de tasas de crecimiento que observan las entidades. Esto está en línea con lo argumentado por Vesti (2015), quien sostiene que las disparidades observadas en términos de PIB per cápita y tasas de crecimiento en México dependen principalmente de la composición sectorial del empleo,<sup>2</sup> i.e., la estructura económica en cada economía refleja los conocimientos productivos que cada entidad posee y, consecuentemente, eso se manifiesta tanto en el nivel de riqueza como en la tasa de crecimiento. Para encontrar confirmación de esto hacemos uso de una metodología, relativamente nueva, propuesta por Hausmann e Hidalgo (2009),

---

<sup>1</sup> Entrada al Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT), la privatización de las empresas estatales, la firma de diferentes acuerdos de comercio exterior y de inversión, y el logro de la disciplina fiscal, entre otras medidas.

<sup>2</sup> El menciona que en 2012 el porcentaje de población ocupada en el sector primario era de 13.6% a nivel nacional; sin embargo, en algunos estados de la región sur este porcentaje era mucho más alto—Chiapas (41%), Guerrero (31%) y Oaxaca (30%). En cambio, en los estados de la región norte, que comprende las entidades que tienen frontera con los Estados Unidos y en el Distrito Federal, era menor al 10%. De manera similar, el porcentaje de personas empleadas en el sector de manufacturero era 15% a nivel nacional, sin embargo, en la mayoría de los estados de la región sur este porcentaje era menor al 10%. En tanto, entidades como Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Guanajuato y Querétaro tenían un porcentaje superior a 20%.

HH de aquí en adelante, quienes argumentan que es posible cuantificar las capacidades productivas de las economías (medida de complejidad económica).<sup>3,4</sup> Esta medida se estima a partir de la estructura económica relativa de las entidades, a través de su diversidad o número de actividades económicas en las que se especializan y de la localización de las actividades económicas o número de entidades que están especializadas en cada actividad. Una vez calculada la medida de complejidad se muestra evidencia que ésta está positivamente relacionada con las tasas de crecimiento observadas, esto se hace a través de regresiones de crecimiento.

Nuestro trabajo pertenece a literatura que explica el crecimiento económico utilizando características de las economías que analiza, y complementa las explicaciones previas que se han dado respecto al desempeño económico de las Regiones Mexicanas. En particular, Chiquiar (2005) argumenta que en el periodo posterior a la implementación de las reformas comerciales 1985-2001, las entidades que más crecieron, en términos de PIB per cápita, fueron las que contaban con una mejor dotación de capital humano y físico y mejores niveles de infraestructura en comunicaciones y transporte. Los resultados de nuestro trabajo nos permiten añadir que estas entidades, principalmente del norte y las regiones centrales, eran las únicas con el conocimiento productivo para producir una mayor variedad de bienes, con el suficiente valor agregado para afrontar el naciente reto de competir internacionalmente.

El resto del artículo está organizado de la siguiente forma. En la Sección II, describimos el Método de Reflexiones (MR), empleado para calcular la complejidad económica de las entidades y de las actividades económicas; incluimos un apéndice en el cual añadimos una explicación intuitiva de dicho método. En la sección III presentamos los resultados: i) mostramos la evolución de la complejidad económica a través del tiempo, 1998, 2003, 2008 y 2013, de cada una de las entidades del país; ii) presentamos evidencia que permite afirmar que existe una relación positiva entre el nivel de complejidad económica de las entidades y su nivel de riqueza; iii) mostramos que el nivel de complejidad de las actividades económicas,

---

<sup>3</sup> HH argumentan que la complejidad económica contribuye a explicar y predecir las tasas de crecimiento de las economías, y muestran evidencia empírica a nivel internacional para el periodo 1978-2008.

<sup>4</sup> No tenemos conocimiento de alguna otra metodología que estime la capacidad productiva de una economía a partir de lo que realmente produce.

en que se especializa cada entidad, también está relacionado con su nivel de riqueza y; iv) presentamos evidencia para afirmar que el nivel de complejidad de las entidades es un determinante de las tasas de crecimiento observadas en las distintas regiones, la cual se obtiene mediante una regresión de crecimiento usando datos de panel, una manera estándar en la literatura para determinar los factores que explican el crecimiento.<sup>5</sup> Los comentarios finales se presentan en la Sección IV.

## 2. Enfoque Metodológico para el Cálculo de la Complejidad Económica

La obtención de la medida de complejidad, de las entidades y de las actividades económicas, se lleva a cabo en dos pasos: i) se estima una matriz binaria que describe la composición económica de las diversas regiones del país y al mismo tiempo expone la localización de las diversas actividades económicas que se llevan a cabo en el país; ii) usando la matriz previamente calculada se aplica el MR para obtener las medidas de complejidad, de las economías y las actividades económicas.

### 2.1 Cálculo de la Matriz que Define la Estructura Económica de las Entidades

La matriz binaria,  $M_{s,a}$ ,<sup>6</sup> que indica las actividades económicas en las que se especializa cada entidad se construye usando el índice de ventaja comparativa revelada,  $VCR_{s,a}$ , (Balassa 1965), que se define de la siguiente manera,

$$VCR_{s,a} = \frac{\frac{p_{s,a}}{\sum_{a=1}^n p_{s,a}}}{\frac{\sum_{s=1}^{32} p_{s,a}}{\sum_{s=1, a=1}^{s=32, a=n} p_{s,a}}} \quad (1)$$

---

<sup>5</sup> Diversos trabajos han calculado medidas de complejidad y éstas han sido utilizadas para predecir el crecimiento futuro de las economías, entre ellas: Ourens (2013) estima el nivel de complejidad de países utilizando el MR, y encuentra que la medida de complejidad estimada está relacionada con el ingreso per cápita y también puede ser empleada para predecir el crecimiento futuro, usando regresiones de crecimiento como las estimadas en este trabajo. Felipe *et al.* (2012) calcula la complejidad de las actividades económicas (con el MR) y encuentra que existe una relación positiva entre el desempeño económico de los países y el nivel de complejidad de las actividades que estos desarrollan. Por su parte, Tachella *et al.* (2012) propone el método Fitness, un algoritmo alternativo al MR para calcular la complejidad, sin embargo, éste tiene el mismo fundamento, calcular complejidad a partir de la diversidad de las economías y ubicuidad de las actividades económicas.

<sup>6</sup> La dimensión de la matriz, M, es 32\*n; el número de renglones, 32, es el número de entidades en la República Mexicana y el número de columnas, n, representa el número de actividades económicas que se consideran.

donde  $p_{s,a}$  es el número de personas empleadas en la actividad económica  $a$  en la entidad  $s$ ;  $\sum_{a=1}^n p_{s,a}$  es el número total de personas empleadas en la entidad  $s$ ;  $\sum_{s=1}^{32} p_{s,a}$  es el total de personas empleadas en la actividad económica  $a$  en el país;  $\sum_{s=1, a=1}^{s=32, a=n} p_{s,a}$  es el total de personas empleadas en el país.

Cada entrada de la matriz,  $M_{s,a}$ , se define: 
$$m_{s,a} = \begin{cases} 1 & \text{si } VCR \geq R^* \\ 0 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

HH proponen usar  $R^* = 1$  como umbral; esto implica que la entidad,  $s$ , está especializada en la actividad económica,  $a$ , si la proporción de personas empleadas en esta actividad con respecto al total de personas empleadas en la entidad es mayor o igual a la proporción análoga a nivel nacional.

## 2.2 Método de Reflexiones (MR)

Una vez construida la matriz binaria,  $M_{s,a}$ , definimos las dos dimensiones necesarias para calcular las medidas de complejidad usando el MR,

$$\text{Diversidad:} \quad \kappa_{s,0} = \sum_{a=1}^n m_{s,a} \quad (2)$$

$$\text{Ubicuidad:} \quad \kappa_{a,0} = \sum_{s=1}^{32} m_{s,a} \quad (3)$$

La diversidad es un vector de  $1 \times 32$ , cuyas entradas pueden tomar valores entre uno y  $n$ . Cada una de las entradas indica el número de actividades económicas en las que está especializada cada entidad. La ubicuidad es un vector de  $1 \times n$ , cuyas entradas toman valores entre uno y 32. Cada una de sus entradas indica el número de entidades que están especializadas en cada actividad económica.

El MR consiste en calcular iterativamente el valor promedio de los valores previos de diversidad y ubicuidad, comenzando con los valores iniciales definidos en las Ecuaciones (2) y (3). El proceso iterativo está definido de acuerdo a:

$$\kappa_{s,N} = \frac{1}{\kappa_{s,0}} \sum_{a=1}^n M_{s,a} \cdot \kappa_{a,N-1} \quad (4)$$

$$\kappa_{a,N} = \frac{1}{\kappa_{a,0}} \sum_{s=1}^{32} M_{s,a} \cdot \kappa_{s,N-1} \quad (5)$$

para  $N \geq 1$ , donde  $N$  es el número de la iteración. Las iteraciones continuarán hasta que no se puedan obtener más información a partir de ellas. Esto sucede cuando la clasificación de la complejidad de las entidades,  $\kappa_{s,N}$ , no cambia en tres iteraciones consecutivas. Las iteraciones pares ( $\kappa_{s,0}, \kappa_{s,2}, \kappa_{s,4}, \dots$ ) son usadas para clasificar a las entidades de acuerdo a su nivel de complejidad, y las iteraciones nones ( $\kappa_{a,1}, \kappa_{a,3}, \kappa_{a,5}, \dots$ ) son usadas para clasificar a las actividades económicas.

Intuitivamente, la complejidad inicial de las entidades está dada por la medida de diversidad, y ésta se va enriqueciendo con la información que aporta la ubicuidad en cada una de las iteraciones. De esta manera, una entidad se moverá hacia arriba en la clasificación de complejidad mientras más diversa sea y esté especializada en actividades en las que ningún otra entidad se especialice; de igual manera, si está especializado en actividades en las que también estén especializadas otras entidades igualmente diversas.<sup>7</sup>

### 3. Datos y Resultados

Para el cálculo de la complejidad usamos datos de los Censos Económicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).<sup>8</sup> Estos consisten en el número de personas empleadas en cada clase de actividad económica por entidad. El número de actividades económicas son 797, 866, 882 y 883, en los censos del 1998, 2003, 2008 y 2013, respectivamente.

Una característica importante que distingue este estudio del de HH, es que nosotros empleamos datos sobre la población ocupada, en tanto, ellos utilizan datos de comercio internacional (exportaciones). Por lo tanto, los datos que utilizamos incluyen más actividades económicas, servicios y actividades no comerciables, que contribuyen con información valiosa, ya que representan conocimiento productivo que tienen las entidades y constituyen una porción importante del PIB con un gran número de personas empleadas. Este conjunto

---

<sup>7</sup> El apéndice 1 presenta un ejemplo hipotético en el que se amplía la explicación intuitiva del MR.

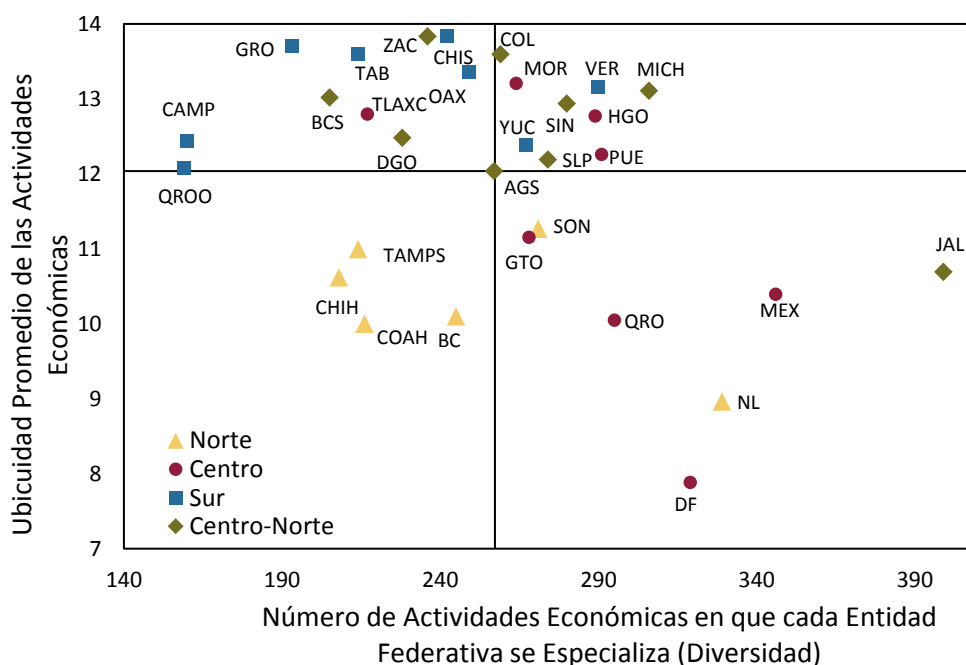
<sup>8</sup> Las actividades económicas están clasificadas de acuerdo a Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), desagregadas a 6 dígitos. Utilizamos el nivel de desagregación más alto ya que es el más adecuado para el MR.



de datos es apropiado, ya que caracteriza adecuadamente la estructura económica de las diferentes entidades.

Con los datos del Censo de 2013 ilustramos los resultados de las primeras iteraciones. Estos resultados nos dan una idea del tipo de capacidades que los estados tienen. La Figura 1 muestra el número de actividades en que cada entidad se especializa, diversidad ( $\kappa_{s,0}$ ), y la ubicuidad promedio de las actividades en que cada estado está especializado, ( $\kappa_{s,1}$ ).<sup>9</sup> La relación negativa entre estas dos variables indica que los estados más diversificados están más especializados en actividades menos ubicuas.<sup>10</sup>

**Figura 1. Diversidad de las Entidades y Ubicuidad Promedio de las Actividades Económicas, 2013**



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

<sup>9</sup> Mientras más alta sea la ubicuidad promedio, mayor es el número de entidades que se especializan en las mismas actividades en las que está especializada la respectiva entidad.

<sup>10</sup> Los resultados son presentados usando el sistema de regionalización utilizado por Banco de México. **Norte:** Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas; **Centro Norte:** Aguascalientes, Baja California Sur, Colima, Durango, Jalisco, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas; **Centro:** Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala; **Sur:** Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán. Es importante aclarar que los resultados obtenidos no dependen de ninguna manera del enfoque de regionalización utilizado, y que solo se utiliza con fines descriptivos.

Las entidades menos diversificadas y que desarrollan actividades más ubicuas (cuadrante superior izquierdo) pertenecen, principalmente, a la región sur. Además de ser menos diversificadas, el hecho que realicen actividades más ubicuas hará que estas entidades tiendan a moverse a las posiciones bajas en la clasificación de complejidad. Las entidades más diversificadas y que desarrollan actividades menos ubicuas (cuadrante inferior derecho) pertenecen, principalmente a la región norte y centro. Estas dos características de estas entidades en las mencionadas regiones contribuirán a que tiendan a ocupar el nivel superior en la clasificación de complejidad.

### 3.1 Complejidad de las Entidades

La clasificación de las entidades de acuerdo a su nivel de complejidad, en 1998, 2003, 2008 y 2013, se muestra en la Tabla 1. Para tener una idea de cómo cambia la clasificación a través del tiempo, estimamos la correlación de rango usando la clasificación de las entidades en los diferentes años.<sup>11</sup> La correlación entre la clasificación en 1998 y 2013 es 0.96; entre 2003 y 2013 es 0.97; y entre 2008 y 2013 es 0.98. Las correlaciones son altas, lo que indica que no existen cambios significativos en las clasificaciones. HH explican que esto sucede porque las economías acumulan lentamente las capacidades productivas para desarrollar nuevas actividades económicas. Esto implica que es muy improbable observar cambios bruscos en la clasificación para cortos periodos de tiempo.<sup>12</sup>

**Tabla 1. Evolución de la Complejidad en las Entidades, 1998-2013<sup>1</sup>**

<b>Entidad</b>	<b>1998</b>	<b>2003</b>	<b>2008</b>	<b>2013</b>
Nuevo León	1	1	1	1
Distrito Federal	2	3	6	6
Chihuahua	3	2	2	5
México	4	7	8	9
Coahuila	5	4	5	2
Baja California	6	5	4	4
Querétaro	7	6	3	3

<sup>11</sup> El coeficiente de correlación de rango toma valores entre -1 y 1, mientras más cercano a 1 sea el valor más similares son las dos clasificaciones que se comparan.

<sup>12</sup> El apéndice 2 presenta evidencia en favor de la robustez de la medida de complejidad económica. Se muestra que las clasificaciones calculadas son similares si se usan otros valores de  $R^*$  (0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.1 y 1.4) y distintos niveles de desagregación de las actividades económicas (4, 5 y 6 dígitos) en la construcción de la matriz  $M_{s,a}$ .

Jalisco	8	9	10	8
Aguascalientes	9	10	11	11
Tamaulipas	10	8	7	7
Guanajuato	11	12	12	10
Sonora	12	11	9	13
Puebla	13	16	18	16
San Luis Potosí	14	14	13	12
Tlaxcala	15	18	21	17
Durango	16	13	14	14
Yucatán	17	15	16	19
Hidalgo	18	20	17	18
Morelos	19	22	23	23
Quintana Roo	20	19	19	20
Sinaloa	21	17	15	15
Michoacán	22	26	27	26
Baja California Sur	23	21	20	21
Colima	24	23	22	22
Veracruz	25	28	25	27
Zacatecas	26	27	26	24
Tabasco	27	25	28	25
Campeche	28	24	24	28
Nayarit	29	29	29	29
Oaxaca	30	32	32	31
Guerrero	31	30	31	32
Chiapas	32	31	30	30

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

<sup>/1</sup>Los números en la tabla indica la posición que ocupa la entidad en la clasificación nacional de cada año.

El Mapa 1 se genera usando la clasificación obtenida del año 2013, éste muestra que la medida de complejidad presenta un claro patrón regional. Las economías más complejas pertenecen, en su mayoría, a la región norte (cinco de las seis entidades de esta región están en el grupo de las entidades más complejas); las entidades de las regiones centrales tienen un nivel de complejidad intermedio, y finalmente; las entidades que pertenecen a la región sur

están clasificadas, en su mayoría, dentro del grupo de las menos complejas (seis de las ocho entidades de esta región pertenecen a la parte más baja de la clasificación).<sup>13</sup>

**Mapa 1. Complejidad de las Entidades, 2013**



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

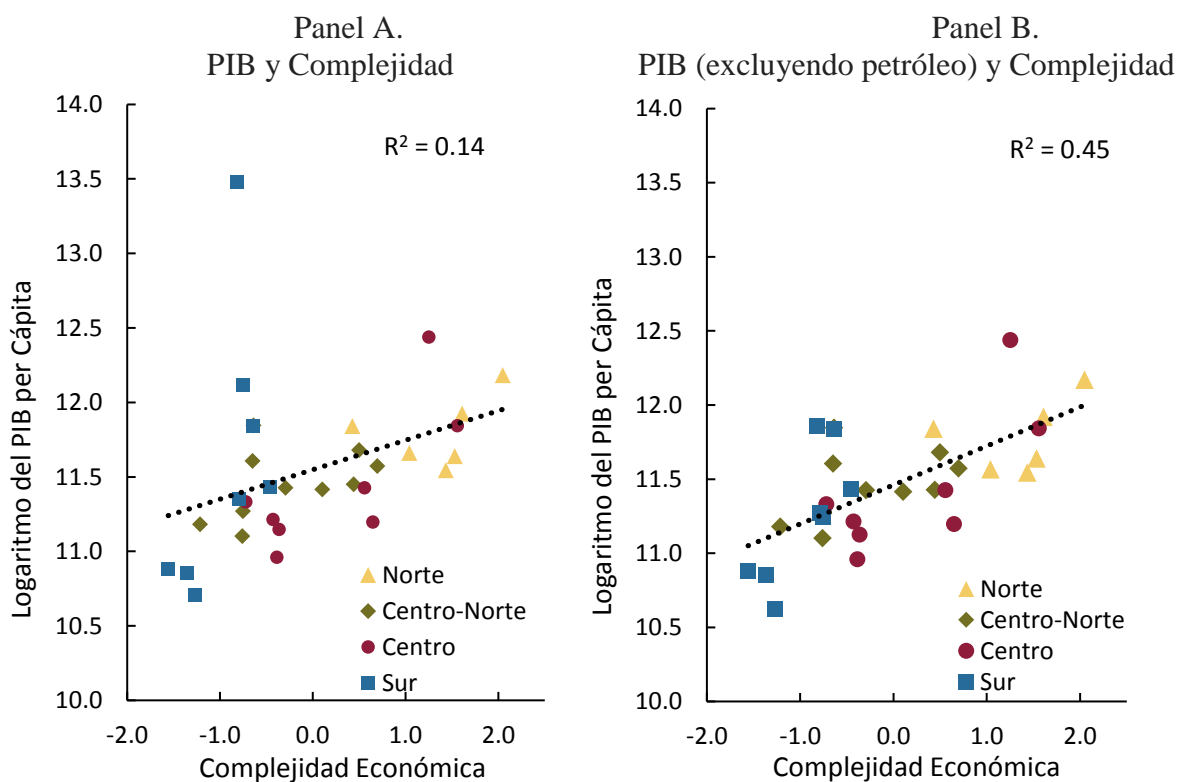
### 3.2 Complejidad de las Entidades y PIB per cápita

HH establecen que la medida de complejidad de las entidades refleja el conocimiento productivo que cada una de ellas posee. Debido a esto, ellos argumentan que la complejidad debe estar positivamente relacionada con el nivel de desarrollo de la entidad. La Figura 2 ilustra la relación entre la complejidad y el PIB per cápita de las entidades (con y sin

<sup>13</sup> Para generar el mapa, clasificamos a las entidades de acuerdo al nivel de complejidad estimado y dividimos a las 32 entidades en cuatro grupos de ocho.

petróleo). Se observa que la medida de complejidad está más correlacionada con el PIB per cápita que no incluye petróleo.<sup>14</sup> Las entidades productoras de petróleo son ricas, no por el conocimiento productivo que tienen sino por la localización geográfica que ocupan. Campeche luce claramente como un dato atípico en el panel A,<sup>15</sup> ya que es muy rico para el nivel de complejidad que tiene. La  $R^2$  calculada en el Panel A, con el PIB que incluye petróleo, es de solo 0.14. Cuando se excluye petróleo del PIB, Panel B, se observa que la complejidad económica explica una mayor proporción de la varianza del PIB per cápita, 45%.

**Figura 2. Complejidad Económica de las Entidades y PIB per cápita, 2013**



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Nota: La medida de complejidad económica de las entidades, eje de las X, está estandarizada.

<sup>14</sup> La medida de complejidad no puede explicar el nivel de riqueza que proviene de la explotación de recursos naturales. Por lo tanto, siempre va a haber una correlación más alta con las medidas de ingreso que excluyan los ingresos de este tipo.

<sup>15</sup> Y Tabasco en menor medida.

El Apéndice 3 ilustra que el MR va perfeccionando la medida de complejidad en cada nueva iteración; ya que en las iteraciones superiores la complejidad está más relacionada con el PIB per cápita.

### 3.3 Complejidad de las Actividades Económicas y PIB per cápita

La Tabla 2 muestra la clasificación de los diversos sectores económicos de acuerdo a su nivel estimado de complejidad económica, con los datos del 2013.<sup>16</sup> Entre los sectores económicos más complejos se ubican: servicios financieros y de seguros, corporativos e industrias manufactureras. Los primeros dos sectores están concentrados en las entidades de la región centro, y emplean un pequeño porcentaje de la población ocupada, 2.4% del total de los trabajadores. En cambio, las industrias manufactureras emplean a casi la cuarta parte del total de personas ocupadas del país.

**Tabla 2. Clasificación de los Sectores Económicos de Acuerdo a su Nivel de Complejidad y Porcentaje de Personas Empleadas por Sector, 2013**

<i>Sectores</i>	<i>Porcentaje de personas empleadas</i>	
Servicios financieros y de seguros	2.2	
Corporativos	0.2	
Industrias manufactureras	23.5	28.2%
Generación, transmisión de energía eléctrica, suministro de agua y gas por ductos	1.0	
Información en medios masivos	1.3	
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	7.9	
Servicios profesionales, científicos y técnicos	2.8	
Comercio al por mayor	6.0	20.8%
Minería no petrolera	0.5	
Transportes, correos y almacenamiento	3.6	
Construcción	2.6	

<sup>16</sup> Para construir la clasificación de los sectores de acuerdo a su nivel de complejidad, tomamos la complejidad promedio de las clases de actividad económica que pertenecen a cada sector.

Servicios de salud y asistencia social	2.8	
Servicios educativos	3.5	11.2%
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	1.2	
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	1.1	
Otros servicios	5.9	
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, caza y pesca	0.9	
Comercio al por menor	23.7	39.8%
Minería petrolera	0.3	
Servicios de alojamiento, alimentos y bebidas	9.0	

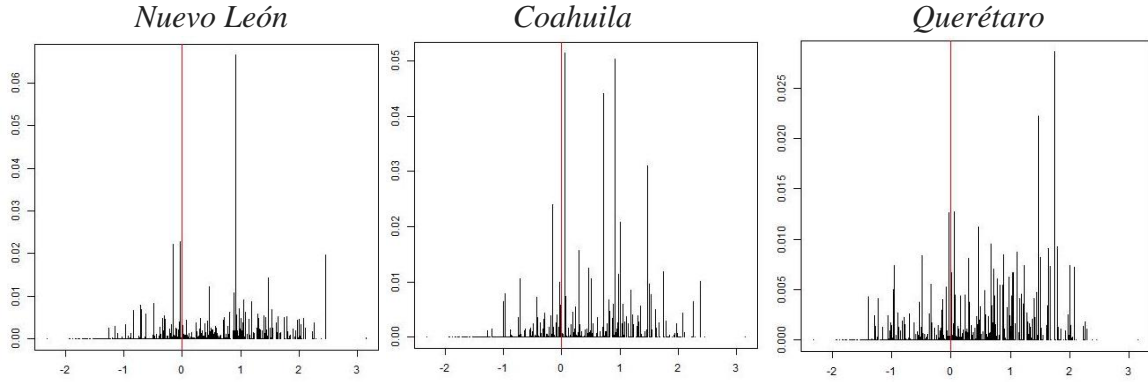
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Para entender la relación entre el PIB per cápita de las entidades y la complejidad de las actividades económicas en las que éstas se especializan, analizamos la distribución del personal ocupado por actividad económica, clasificado por su nivel de complejidad.

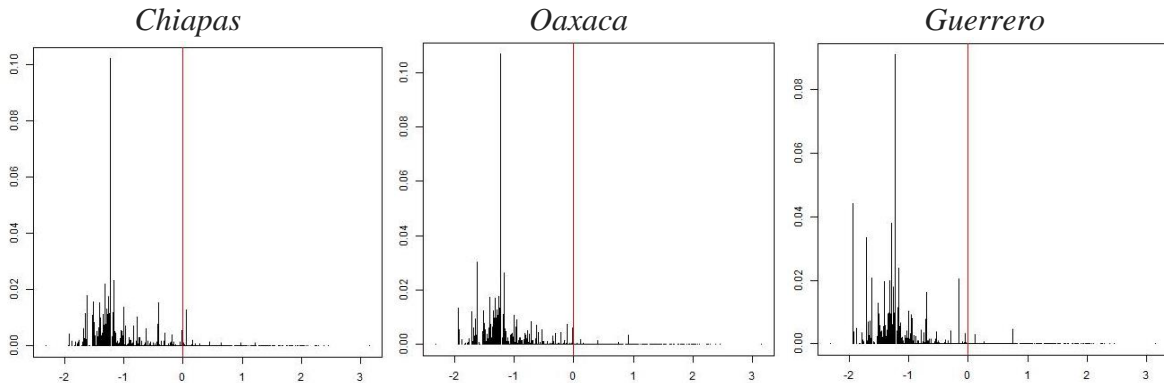
La Figura 3 muestra los histogramas del personal ocupado por actividad económica en algunas entidades, en estas figuras las actividades económicas están clasificadas de acuerdo a su nivel de complejidad. Las entidades que se muestran en el Panel A tienen un gran porcentaje de trabajadores empleados en actividades que son más complejas, por lo tanto presentan una distribución sesgada hacia la izquierda (sesgo negativo). Las entidades mostradas en el Panel B tienen un porcentaje mayor de personas ocupadas en actividades menos complejas, en consecuencia, su distribución está sesgada hacia la derecha (sesgo positivo).

**Figura 3. Distribución de la Población Ocupada en las Distintas Clases de Actividad Económica, Clasificadas de Acuerdo a su Nivel de Complejidad, 2013.**

Panel A. Entidades con alto porcentaje de personal ocupado en actividades más complejas



Panel B. Entidades con alto porcentaje de personal ocupado en actividades menos complejas



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Nota: La medida de complejidad de las actividades económicas, eje de las X, está estandarizada

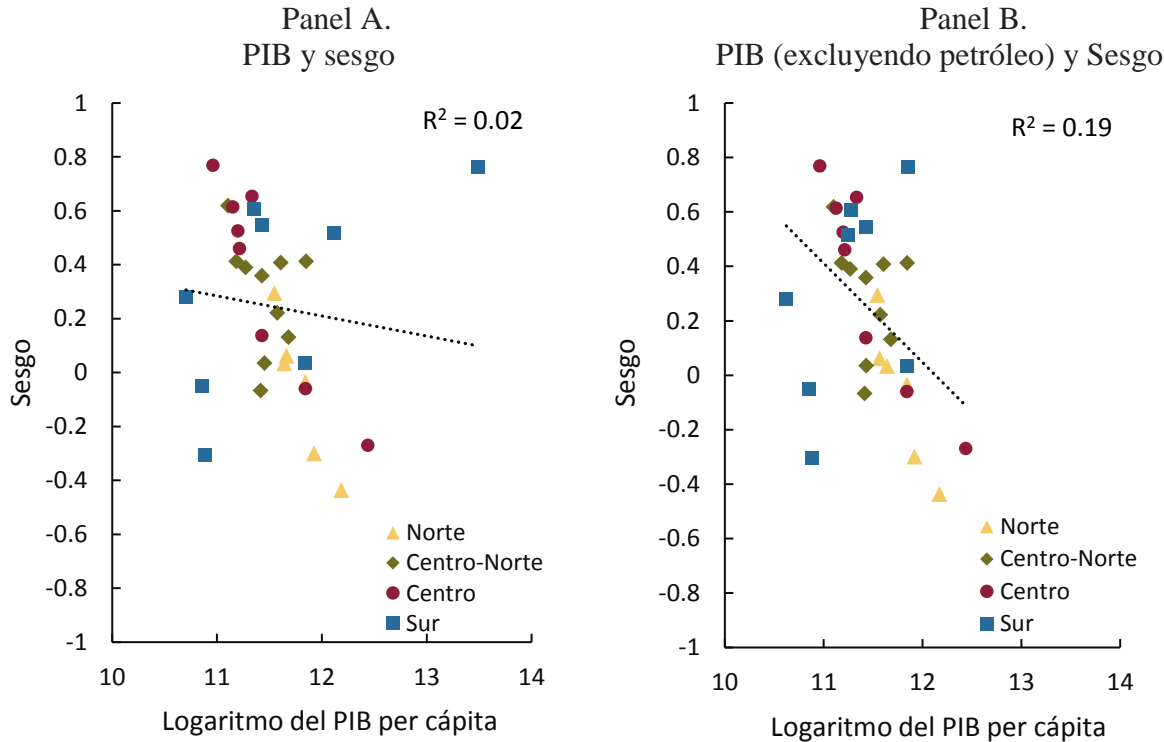
Calculamos una medida de asimetría, índice de asimetría intercuartílico ( $A$ ),<sup>17</sup> de la distribución del personal ocupado por actividad económica. Las entidades con alto porcentaje de personal ocupado en actividades menos complejas tendrán estimaciones de  $A$  positivas,  $A > 0$ . En tanto, las entidades con un alto porcentaje de personal ocupado en actividades más complejas tendrán una estimación negativa,  $A < 0$ .

<sup>17</sup> Este índice mide la asimetría de la distribución basado en la distancia entre los cuartiles, toma valores entre -1 y 1,  $A = \frac{Q_3 + Q_1 - 2Q_2}{Q_3 - Q_1}$ .



Finalmente, graficamos el índice de asimetría calculado junto con el PIB per cápita. La Figura 4 muestra que existe una relación negativa entre las dos variables, esto implica que las entidades que tienen una mayoría de población ocupada en actividades menos complejas (con sesgo positivo), tienen, en promedio, niveles más bajos de PIB per cápita. Por otro lado, las entidades que tienen un alto porcentaje de personas empleadas en actividades más complejas (sesgo negativo) tienen, en promedio, niveles altos de PIB per cápita.

**Figura 4. PIB per cápita y Asimetría de la Distribución del Personal Ocupado, 2013**



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Como se mencionó anteriormente, la medida de sesgo tiene una mayor correlación con el PIB per cápita que excluye petróleo. Si éste es excluido de la estimación del PIB per cápita, la proporción de varianza explicado por el PIB se incrementa de 0.02 a 0.19.

### 3.4 Complejidad Económica y Crecimiento Económico

La complejidad económica de las entidades también puede ser usada para determinar el crecimiento futuro esperado. Para hacer esto, estimamos una regresión de crecimiento que tiene como variable dependiente la tasa de crecimiento promedio anual del PIB per cápita de los periodos 1998-2003, 2003-2008 y 2008-2013. Como variables independientes incluimos el logaritmo del PIB per cápita al inicio de cada periodo. Esta variable se incluye en las estimaciones de crecimiento para analizar la hipótesis de convergencia, si ésta se cumple, se debería observar que las economías más pobres crecen más rápido que las economías más ricas. Como segunda variable independiente usamos la complejidad económica de la entidad al inicio de cada periodo, la habilidad de esta variable para predecir el crecimiento futuro se basa en la idea que las economías tienden a alcanzar el nivel de riqueza que corresponde con el conocimiento productivo que poseen. Como variable control adicional empleamos una variable dicotómica que indica en qué entidades la minería petrolera representa más del 5% del PIB estatal, toma valores de 1 para Campeche, Tabasco, Tamaulipas, Chiapas y Veracruz; y de cero en cualquier otro caso. Esta variable se incluye para complementar a la variable complejidad económica, dado que la complejidad no puede explicar el nivel de riqueza de las entidades que proviene de la explotación de los recursos naturales. Finalmente, también se emplea una variable dicotómica por cada lustro en el periodo de análisis, ésta captura aquellos factores comunes que afectaron a las entidades en cada periodo.

El crecimiento futuro de las entidades depende de la disparidad entre su PIB y su nivel de complejidad. Las entidades cuyo nivel de complejidad es alto, para el nivel de PIB per cápita que tienen, se espera que crezcan más rápidamente que aquellas entidades cuyo nivel de PIB per cápita es bajo, dado su nivel de complejidad. Específicamente, el modelo estimado es,

$$\gamma_{s,t} = \alpha_0 + \alpha_1 D_1 + \alpha_2 D_2 + \alpha_3 D_3 + \beta_0 \log(y_{s,t_0}) + \beta_1 Comple_{s,t_0} + \varepsilon_{s,t} \quad (6)$$

donde  $\gamma_{s,t}$  representa la tasa de crecimiento de los estados;  $D_1$  es la variable dicotómica que toma valores de 1 si la minería petrolera representa más del 5% del PIB de la entidad, y cero en otro caso;  $D_2$  es la variable dicotómica para el lustro 2003-2008;  $D_3$  es la variable dicotómica para el lustro 2008-2013;  $y_{s,t_0}$  denota el nivel de riqueza de cada entidad al inicio

de cada periodo;  $Comple_{s,t}$  es el nivel de complejidad estimado de cada entidad en cada periodo;  $s$  y  $t$  son los indicadores que enumeran las distintas entidades y periodos utilizados, respectivamente.

La Tabla 3 muestra los resultados del modelo estimado. El parámetro  $\beta_0$  indica que durante el periodo de estudio las entidades más pobres cerraron la brecha con respecto a las más ricas;  $\beta_1$  indica que las economías más complejas crecen más rápido que las menos complejas, todo lo demás constante; el signo del parámetro  $\alpha_1$  indica que las entidades que dependen más del petróleo crecen menos que las que dependen menos o no dependen de él, no obstante, ésta no es significativa; finalmente, los parámetros asociados a las variables dicotómicas indican que durante el lustro 2003-2008 las entidades se vieron afectadas por factores que impulsaron su crecimiento, en tanto, durante el lustro siguiente los factores comunes las afectaron negativamente.

**Tabla 3. Crecimiento del PIB per cápita y Complejidad Económica (1998-2003, 2003-2008 y 2008-2013)**

Variable	Parámetro estimado
Constante	5.500 ***
Log del PIB per cápita, al inicio del periodo ( $\beta_0$ )	-0.991 ***
Nivel de complejidad, al inicio del periodo ( $\beta_1$ )	0.407 ***
Variable dicotómica que identifica entidades petroleras ( $\alpha_1$ )	-0.351
Variable dicotómica del periodo 2003-2008 ( $\alpha_2$ )	1.257 ***
Variable dicotómica del periodo 2008-2013 ( $\alpha_3$ )	-0.251
Observaciones	96
$R^2$	0.35

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

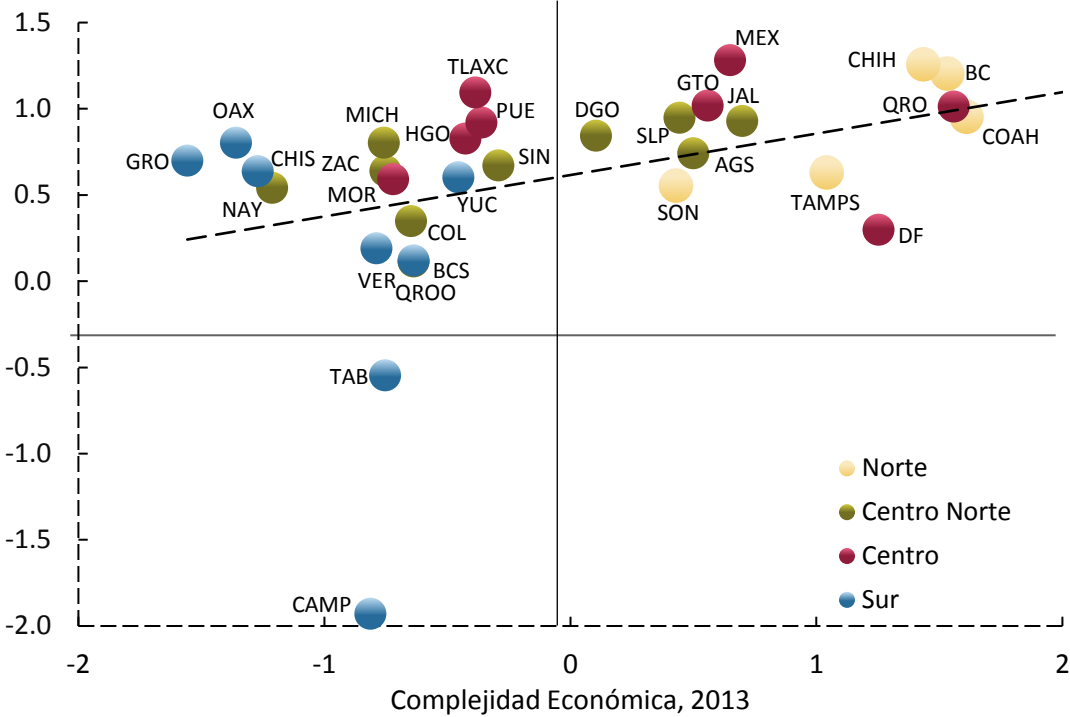
Los símbolos \*\*\* denotan significancia estadística al 1%.

Usando los resultados anteriores, podemos predecir la tasa de crecimiento promedio anual del periodo 2014-2019. Para hacer esto, asumimos que todos los factores que afectaron a las entidades en el lustro 2008-2013 las afectarán exactamente en la misma magnitud durante el periodo en el cual estamos tratando de predecir su crecimiento. Si este supuesto resultará incorrecto, afectaría las estimaciones de crecimiento de todas las entidades en la misma

magnitud, sin embargo, no afectaría la clasificación. De manera similar, asumimos que las entidades petroleras seguirán siendo las mismas.

La Figura 5 muestra las predicciones de las tasas de crecimiento de las entidades generadas con el modelo estimado. Es claro que las entidades que pertenecen a las regiones norte y centro, particularmente México, Chihuahua y Baja California, tienen un mayor potencial de crecimiento. En cambio, las entidades que tienen niveles de complejidad más bajos y aquellas que se especializan en producción petrolera tienen las tasas estimadas de crecimiento más bajas.

**Figura 5. Tasas de Crecimiento Futuras (2014-2019) y Complejidad Económica**



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Nota: La medida de complejidad de las actividades económicas, eje de las X, está estandarizada

#### **4. Comentarios Finales**

El conocimiento productivo, medido por la Complejidad Económica, no se distribuye homogéneamente en todas las regiones de la República Mexicana. Además, el conocimiento que cada entidad posee se refleja en el desempeño económico, ya que esta medida está positivamente relacionada con el nivel y con la tasa de crecimiento anual del PIB per cápita de las entidades, tal y cómo se reporta en estudios similares a nivel internacional.

Es factible que a través de la aplicación de políticas públicas se pudiera incentivar el crecimiento de las entidades más rezagadas del país, tomar sus capacidades y ventajas naturales que cada una de ellas tiene y fortalecerlas con el fin de promover el desarrollo de nuevas actividades económicas, con mayor valor agregado. Un ejemplo es el Programa de Zonas Económicas Especiales que se pretende aplicar en algunas de las regiones menos prosperas de nuestro país mejorando, entre otras cosas: la infraestructura, especialmente de comunicaciones y transporte, para incrementar su conectividad con los distintos mercados de insumos y productos, tanto nacionales como internacionales; el capital humano, a través de esquemas de apoyo incrementando la inversión en programas de innovación; el marco regulatorio con la finalidad de incrementar la facilidad de hacer negocios; otorgando, al menos de manera temporal, beneficios fiscales, laborales, un régimen aduanero especial y otros estímulos y condiciones preferenciales para incentivar el movimiento o la creación de nuevas empresas en estas regiones.

## Referencias

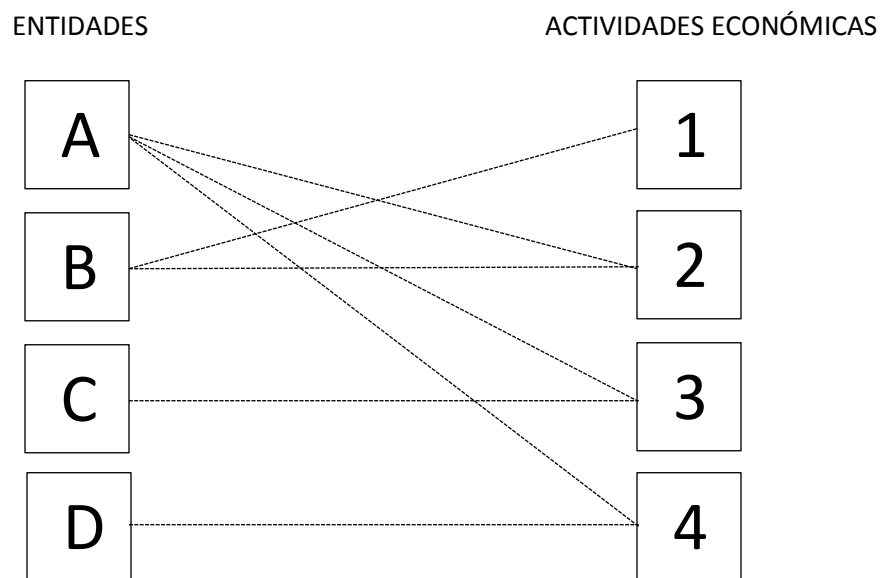
- Balassa, B. (1965). "Trade Liberalization and 'Revealed' Comparative Advantage." *Manchester School* 33, pp. 99-123.
- Chiquiar, D. (200). "Why Mexico's Regional Income Convergence Broke Down," *Journal of Development Economics*, 77, pp. 257-275.
- Felipe, J., U. Kumar, A. Abdon y M. Bacate (2012). Product Complexity and Economic Development. *Structural Change and Economic Dynamic*, 23, 36-68.
- Hausmann, R. y C. Hidalgo (2009). "The Building Blocks of Economic Complexity." *the United States of America* 106 (26), pp. 10570-10575. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- Ourens, G. (2013). *Can the Method of Reflections Help Predict Future Growth?* Institut de Recherches Économiques et Sociales de l'Université Catholique de Louvain. Discussion Paper 2013-8.
- Tachella, A., M. Cristelli, G. Calderelli, A. Gabrielli y L. Pietronero (2013). Economic Complexity: Conceptual Grounding of a New Metrics for Global Competitiveness. *Journal of Economic Dynamic & Control*, 37, 1683-1691.
- Vesti, Gianfranco (2015). "Diagnóstico del Desarrollo Regional: México. Colección Estudios No.13, Eurosocietal, Programa para la Cohesión Social en América Latina y la OECD.

## **Apéndice 1.**

Presentamos un ejemplo hipotético a través de la Figura A1, para explicar intuitivamente el MR. En este ejemplo la diversidad de cada entidad está representada por el número de líneas que la conectan con las actividades económicas. La ubicuidad de cada actividad económica está representada por el número de líneas que la conectan con las entidades.

La diversidad inicial de las entidades es la primera aproximación de su complejidad, medida que se irá ajustando en cada iteración con la información que provee la ubicuidad. En este ejemplo la entidad A es la más diversa, la actividad 1 es la menos ubicua, sin embargo, la entidad B es el que resulta ser la más compleja. La entidad B es más compleja que el A aún y cuando es inicialmente menos diversa. Este resultado se explica por diferentes razones. Primero, la entidad B es la única especializada en la actividad 1, esto implica que es la única dotada con las capacidades necesarias para desarrollarla. Segundo, las entidades A y B se especializan en la actividad 2, esto implica que ambas comparten las capacidades necesarias para desarrollar tal actividad. Tercero, la entidad A también se especializa en las actividades 3 y 4, por lo tanto ella también posee capacidades que B no tiene. Sin embargo, la entidad B resulta ser la más compleja porque el método reconoce que las capacidades que la entidad B tiene, y la entidad A no tiene, son más sofisticadas que las capacidades que la entidad A tiene, y que la B no tiene. Esto ocurre porque el método reconoce como básicas a las capacidades que A tiene, y que B no tiene, ya que son compartidas por las entidades C y D, las entidades menos diversas y que se especializan en las actividades más ubicuas.

**Figura A1. Ejemplo Hipotético, Explicación del MR.**



Fuente: Elaboración propia.



## Apéndice 2.

Se presenta evidencia a favor de la robustez de la medida de complejidad calculada para las entidades, se muestra que la correlación de rango es alta entre la clasificación presentada en la sección de resultados (que fue calculada con un  $R^* = 1$  y nivel de desagregación de los datos 6 dígitos) y otras clasificaciones generadas con diversos valores de  $R^*$  (0.1, 0.2, 0.5, 1.1, 1.3, and 1.4) y otros niveles de desagregación (4, 5 y 6 dígitos).

La Tabla A1 muestra que todos los coeficientes de correlación de rango son mayores a 0.8, lo que indica que las clasificaciones que están siendo comparadas son muy similares. Las clasificaciones tienden a diferir más cuando se utiliza un  $R^*$  muy bajo (valores de 0.1 y 0.2).<sup>18</sup>

**Tabla A1. Robustez de la Medida de Complejidad, Coeficientes de Correlación de Rango (2014, 2009 y 2004)**

2014						
	$R^*$					
	0.1	0.2	0.5	1.1	1.3	1.4
4-dígitos	0.870	0.897	0.953	0.965	0.944	
5-dígitos	0.875	0.892	0.948	0.984	0.980	
6-dígitos	0.850	0.886	0.897	0.976	0.984	0.967

2009						
	$R^*$					
	0.1	0.2	0.5	1.1	1.3	1.4
4-dígitos	0.843	0.858	0.936	0.989		
5-dígitos	0.866	0.874	0.939	0.993	0.977	
6-dígitos	0.800	0.841	0.904	0.992		

2004						
	$R^*$					
	0.1	0.2	0.5	1.1	1.3	1.4
4-dígitos	0.832	0.844	0.910	0.987	0.974	0.966
5-dígitos	0.811	0.852	0.922	0.993	0.974	0.970
6-dígitos	0.812	0.861	0.928	0.994	0.976	

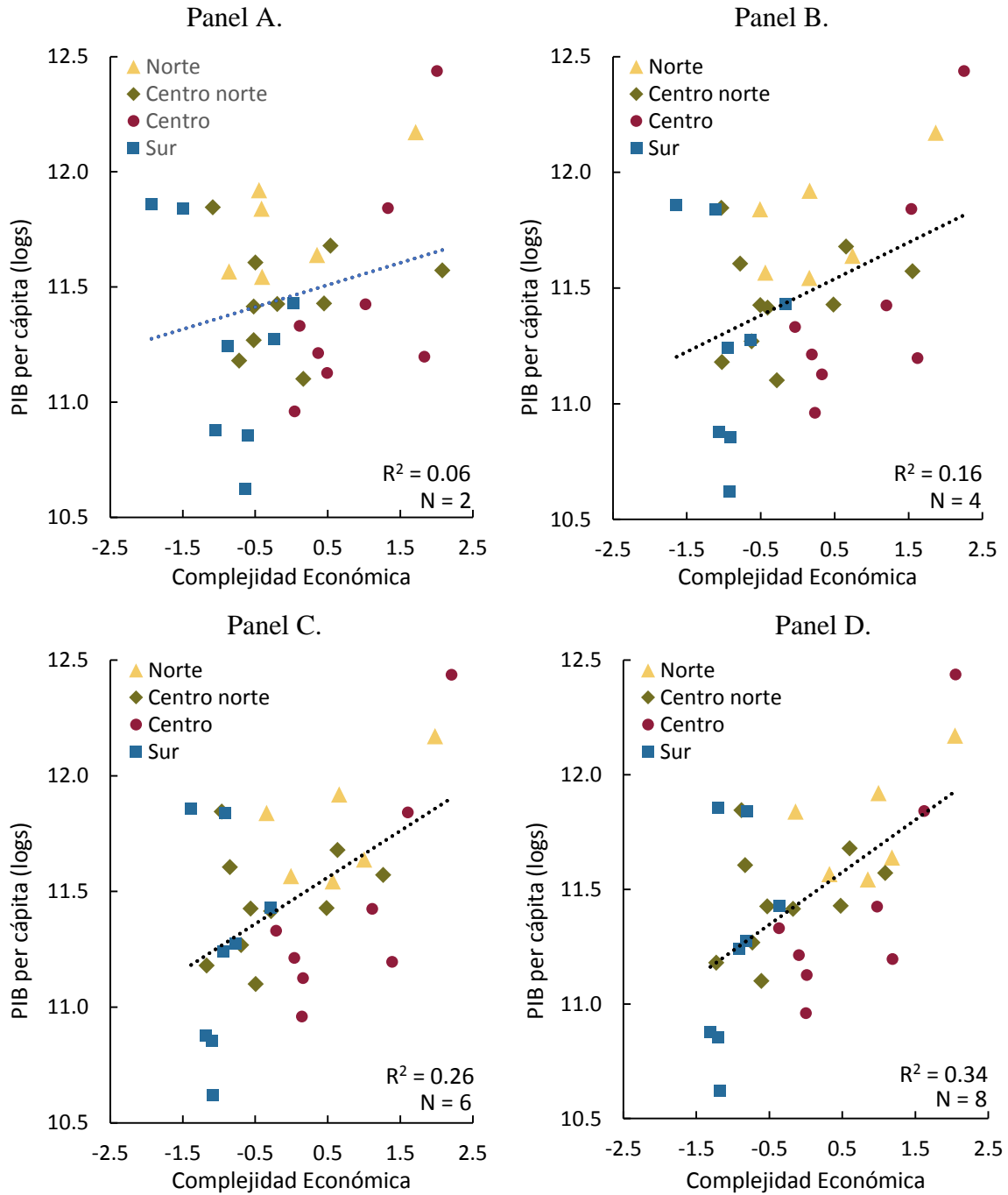
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

<sup>18</sup> En algunos casos, para valores altos de  $R^*$  (1.3 y 1.4), la mayoría de los valores de la matriz binaria son cero, lo que implica que la medida de complejidad no puede ser calculada, por ello la celda no tiene cálculo de correlación.

### Apéndice 3.

La figura A2 muestra que la medida de complejidad, resultante de iteraciones superiores, está más relacionada con el PIB per cápita (se ilustra con el PIB que excluye petróleo).

**Figura A2. PIB per cápita y Complejidad Económica**



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.