



Available online at www.sciencedirect.com
www.cya.unam.mx/index.php/cya

Contaduría y Administración 60 (S2) 147-168

**Contaduría y
Administración**
Accounting & Management
www.contaduriayadministracionunam.mx/

Recesión en los estados de México: magnitud y causas

Recession in the Mexican states: magnitude and causes

Miguel Ángel Díaz Carreño^{a, *}, Pablo Mejía Reyes^a,
Alfredo Erquizio Espinal^b, Roberto Ramírez Rodríguez^b

Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Economía, México

Universidad de Sonora, Facultad de Economía, México

Recibido el 30 de junio de 2014; aceptado el 02 de octubre de 2014

Disponible en internet el 20 de noviembre de 2015

Resumen

Este trabajo analiza el papel del comercio, la estructura de la producción y los flujos de capital en la caída de la producción en los estados mexicanos durante la Gran Recesión mundial de 2007-2009 mediante el uso de un enfoque de regresión no paramétrica. Los resultados sugieren que las variables más relevantes en la explicación de la caída de la producción estatal, medida con base en el índice coincidente por entidad federativa (ICE) y el índice de la producción manufacturera (MAN), son los cocientes de la producción maquiladora y manufacturera (Maq/Man), así como de la producción automotriz y manufacturera (A/Man); en tanto que cuando se utiliza el indicador trimestral de la actividad económica estatal (ITAE) para medir dichas caídas, el cociente Maq/Man y el índice de especialización de la producción automotriz (IE-A) resultaron las más adecuadas.

Derechos Reservados©2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Contaduría y Administración.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: madiazc@uaemex.mx (M. A. Díaz Carreño).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.cya.2015.05.005>

0186-1042/Derechos Reservados © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Contaduría y Administración. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

Palabras clave: Estados de México; Gran recesión; Regresión no paramétrica

Abstract

This paper analyzes the role of trade, output structure and capital flows in the drop of output in the Mexican states during the Great Recession (2007-2009) by using a nonparametric regression approach. The results show that the main variables that explain state output drops, measured on the basis of the state coincident index (ICE) and the manufacturing production index (MAN), are the ratios of the “maquiladora” and the automotive production to the manufacturing production (Maq/Man and A/Man, respectively), while when output drops are measured by using the quarterly indicator of the state economic activity (QIEEA), variables such as Maq/Man and the specialization indicator of the automotive production (IE-A) were the most significant explicative variables.

All Rights Reserved © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Contaduría y Administración.

This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

Keywords: Mexican states; Great recession; Non parametric regression

Introducción

La desaceleración de la actividad productiva de los EE.UU., iniciada a finales de 2006, derivó en la más profunda recesión que la economía mundial ha experimentado durante las últimas 7 décadas. Sus orígenes se pueden asociar al sector de la vivienda, y aunque los desequilibrios iniciales fueron más bien modestos, sus efectos se esparcieron rápidamente al resto del sistema financiero de los EE.UU. Las restricciones de crédito resultantes y la incertidumbre económica provocaron fuertes descensos en la demanda agregada y, eventualmente, en la inversión y producción. En consecuencia la economía de EE.UU. entró en recesión en enero de 2008 (Blanchard, 2009; Imbs, 2009).¹

Los efectos de la llamada Gran Recesión afectaron rápidamente a los sistemas financieros de otros países y, eventualmente, a sus sectores reales. En consecuencia, la demanda agregada de los países desarrollados cayó significativamente causando un fuerte descenso en sus tasas de crecimiento (IMF, 2010; Blanchard, 2009; Imbs, 2009). Por otra parte, los efectos de esta crisis se transmitieron al exte-

¹ La *National Bureau of Economic Research* (NBER) fechó el final de la expansión previa (pico) en diciembre de 2007 (véase www.nber.org).

rior a través de 2 canales principales. El primero fue un importante descenso en las entradas netas de capital, especialmente en los casos de países con sistemas financieros altamente integrados, a saber, países avanzados, o dependientes de financiamiento externo, con grandes deudas externas, como varios países en desarrollo (Berkmen, et al. 2009; Blanchard, et al., 2010; Llaudes, et al., 2010). El segundo canal fue el gran colapso del comercio internacional resultante de la caída en la demanda externa de los EE.UU. y los países de la Unión Europea (UE). Algunos autores han argumentado que éste ha sido el canal de transmisión más importante para los países de mercados emergentes, especialmente aquellos con grandes lazos comerciales con EE.UU. y los 15 países núcleo de la Unión Europea (Blanchard, et al., 2010; Bems, et al., 2010; Levchenko, et al., 2010).²

Por otro lado, históricamente México ha estado altamente integrado a la economía de EE.UU., tanto en términos de flujos de capital como de comercio (Puyana y Romero, 2009). Uno de los múltiples resultados de este proceso ha sido la sincronización de los ciclos de ambas economías. Así, diversos autores han documentado la elevada, aunque heterogénea, sincronización de los ciclos nacionales (Agénor, et al., 2000; Herrera, 2004; Ramírez y Castillo, 2009), sectoriales (Cuevas, et al., 2004; Chiquiar y Ramos, 2005; Castillo, et al., 2004; Mejía, et al., 2006a, Mejía, et al., 2006b) y regionales (Ponce, 2001; Cuevas, et al., 2004; Mejía y Campos, 2011) con los de los EE.UU.. Por lo tanto, no ha sido sorprendente la fuerza con que la economía mexicana ha sido golpeada por el descenso de la demanda de EE.UU. durante la reciente crisis.

Más específicamente, los efectos sobre la producción de esa recesión han sido heterogéneos entre sectores y regiones. En este artículo se proporciona evidencia que busca explicar estas diferencias. En particular, este trabajo analiza el papel del comercio, la estructura de la producción y los flujos de capital en la caída de la producción en los estados mexicanos durante la reciente recesión mundial mediante el uso de un enfoque de regresión no paramétrica.

El resto de este trabajo está organizado de la siguiente manera. La primera sección explica la transmisión de la recesión de los EE.UU. a la economía mexicana. La sección dos caracteriza la caída de la producción a nivel estatal e identifica los factores explicativos de la recesión. A su vez, la sección 3 describe la metodología relativa a la regresión no paramétrica y, posteriormente, se discute los resultados. Por último se exponen las conclusiones finales del documento.

² Los países altamente integrados a los EE.UU. y los países de la UE han experimentado caídas del producto muy grandes, tal es el caso, por ejemplo, de México y Rusia, cuyas tasas de crecimiento durante el año 2009 fueron de -6.5 y -7.9, respectivamente (IMF, 2010).

Mecanismos de transmisión y efectos en la producción en México

La Gran Recesión inicio en los EE.UU. y se extendió al resto del mundo a través de drásticas caídas en los componentes de la demanda externa de los países más desarrollados, especialmente EE.UU. Aun cuando diversas variables han sido mencionadas en la literatura como importantes determinantes de la caída en la producción en los diferentes países, el comercio internacional aparece como el factor más importante, especialmente para las economías emergentes (Levchenko, et. al.,2010).

De hecho, las dramáticas caídas acumuladas vinculadas a la Gran Recesión tanto de las importaciones como de la inversión de EE.UU., que alcanzaron 31.4 y 26.5%, respectivamente, desde su valor máximo observado en el tercer trimestre de 2008 y hasta el segundo trimestre de 2009, en que ambos agregados tocaron fondo (fig. 1), afectaron las exportaciones de muchos otros países, principalmente de sus mayores socios comerciales.

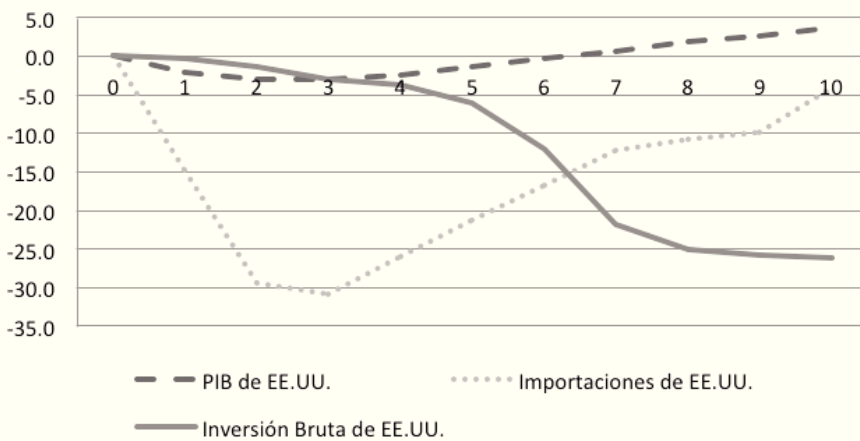


Figura 1. Crecimiento acumulado del PIB, Importaciones e Inversión en EE.UU.

Fuente: Elaboración propia con información de BEA (2012)

Es así que para México el choque más importante fue originado en su vecino del norte y principal socio comercial. De esta manera, teniendo en cuenta los tamaños relativos de las 2 economías en cuestión y la magnitud de las transacciones internacionales que llevan a cabo, es razonable aceptar que las caídas en variables como la producción industrial y manufactura, así como en los gastos de consumo personal de los EE.UU., que alcanzaron niveles acumulados de 17.1, 20.4 y 3.7%, se han traducido en menores flujos de comercio y de capital a nivel internacional

(fig. 2). En el caso de la producción industrial y manufacturera, la caída inicio en octubre de 2007 y enero de 2008, respectivamente, en tanto que el fondo se observó en junio de 2009 en ambos casos. Asimismo, tanto el nivel global de la actividad económica, medido por el PIB, así como el nivel de desempleo de la economía de EE.UU. mostraron una caída acumulada de 3.1% y un aumento de 5.7 puntos porcentuales, esto entre el tercer trimestre de 2008 y el segundo de 2009 en el primer caso, y entre el primer trimestre de 2007 y el último trimestre de 2009 en el segundo caso.

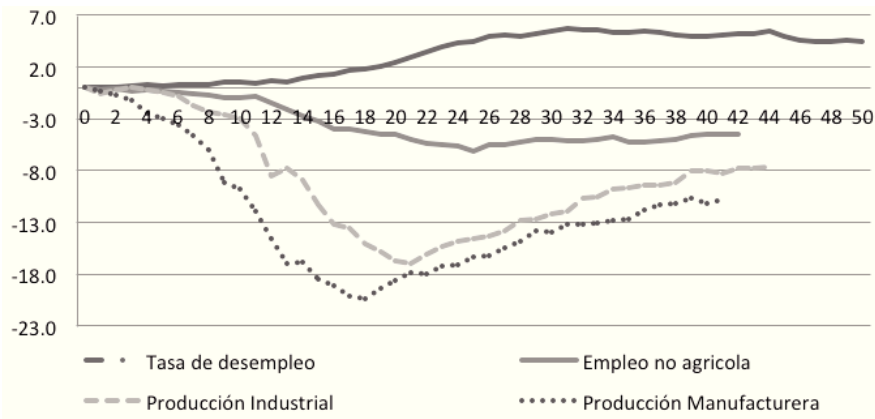


Figura 2. Crecimiento acumulado del Desempleo, Gastos de consumo personal, Producción industrial y manufacturera en EE.UU.

Fuente: Elaboración propia con información de BLS (2012)

De hecho, variables como las importaciones, turismo, remesas e IED han actuado como los principales mecanismos de transmisión de esa recesión hacia otros países, entre los que se encuentra México. Específicamente, las exportaciones, la inversión extranjera directa, las remesas y los ingresos procedentes del turismo tuvieron descensos acumulados de 31.9, 68.2, 25.5 y 26.1%, respectivamente, durante el período de recesión (fig. 3). La caída de la IED y las remesas inicio en el tercer trimestre de 2007, mientras que el fondo se observó en el último trimestre de 2009. A su vez, en el caso de los ingresos por turismo y exportaciones el descenso dio inicio en el segundo trimestre de 2008, en tanto que el fondo se presentó en el segundo trimestre de 2009. Esta información puede apoyar la idea de que la Gran Recesión no sólo puede ser vista como un choque de demanda externa para la economía mexicana, sino que también puede aclarar el papel de estas variables como mecanismos de transmisión.

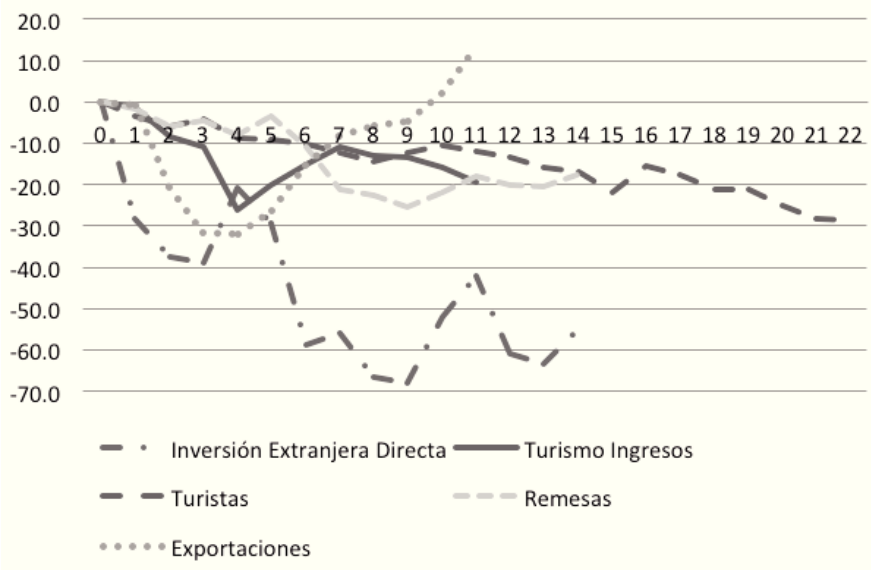


Figura 3. Crecimiento acumulado en distintos agregados económicos de México.

Fuente: Elaboración propia con información de Banco de México (2012).

Sin embargo, a pesar de que estas variables han experimentado caídas muy pronunciadas, su participación en el PIB sugiere que el comercio pudo haber actuado como el principal canal de transmisión, aunque el resto puede haber tenido efectos importantes en el ámbito local. En concreto, durante el período 2003-2009, las exportaciones representaron el 27.3% del PIB, mientras que la inversión extranjera directa, las remesas y los ingresos procedentes del turismo alcanzaron sólo el 2.4%, 2.6% y 1.4%, respectivamente. En general, no obstante, puede ser que hayan tenido importantes efectos directos e indirectos en la recesión de la economía nacional, puesto que en conjunto suman un tercio del PIB.

En efecto, la Gran Recesión afectó profundamente a la economía mexicana. De hecho, entre 2008.2 y 2009.2 el PIB de México cayó 7.9%, mientras que la producción industrial y manufacturera lo hicieron en 17% y 22% entre febrero de 2008 y mayo de 2009, respectivamente. El PIB mexicano inició su descenso en el segundo trimestre de 2007 y tocó fondo en el primero de 2008 acumulando una caída de 8.3% respecto a su nivel máximo fechado en el primer trimestre de 2007 (fig. 4).

Otras variables domésticas que también experimentaron importantes descensos fueron el consumo e inversión privados, que registraron caídas acumuladas de 10.7% y 13.1%, respectivamente (fig. 4). En ambos casos coinciden las fechas en que dichas variables alcanzaron sus valores máximos y mínimos, el primer caso

corresponde al segundo trimestre de 2007, en tanto que sus valores mínimos fueron observados en el segundo trimestre de 2008.

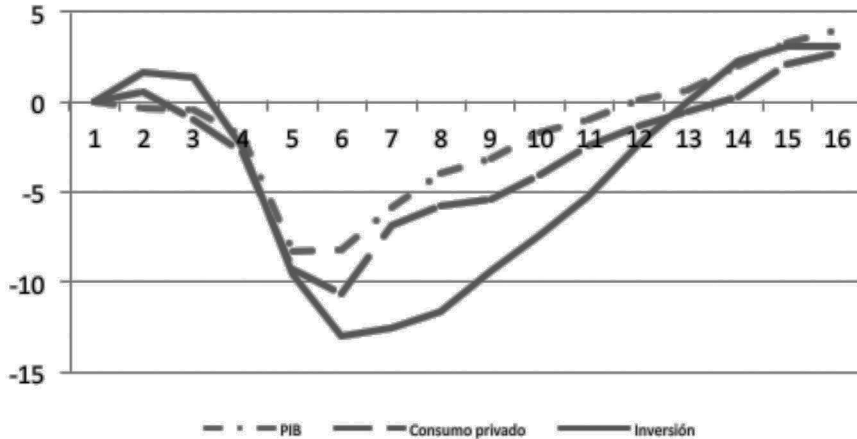


Figura 4. Crecimiento acumulado del PIB, Consumo e Inversión privadas en México.
Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2012).

En la siguiente sección se presentan las manifestaciones de la recesión a nivel estatal utilizando 3 diferentes indicadores.

Recesión en los estados de México

Los efectos de la recesión internacional en la producción fueron muy heterogéneos, en los estados mexicanos. En este documento, la magnitud de la caída de la producción de cada estado se mide como el crecimiento acumulado desde el pico anterior a la recesión hasta el valle que indica su término.³ A su vez, se utilizan 3 diferentes indicadores para calcular la caída de la producción. Los 2 primeros son el indicador trimestral de la actividad económica estatal (ITAE)⁴ y el índice de producción manufacturera (MAN), ambos publicados por el INEGI. El tercer indicador es el Índice Coincidente por Entidad Federativa (ICE) propuesto por Erquízio (2010), el cual se construye mediante la combinación de las medidas del

³ Como en el caso de las variables, la identificación de estos puntos de giro se basan en el enfoque de los ciclos económicos clásicos introducido por Artís, et al. (1997).

⁴ El ITAE sigue los mismos principios y normas contables del cálculo anual del PIB estatal (PIBE) y constituye un indicador de coyuntura que muestra un panorama general de la situación y evolución macroeconómica de las entidades del país, por lo que suministra información con mayor desagregación temporal en relación al PIBE anual. Asimismo, el ITAE se considera un indicador adelantado del PIBE (INEGI, 2007)

índice de producción manufacturera, el número de empleados permanentes del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y el índice de ventas al por menor de la mayor ciudad o ciudades de cada estado.⁵

Los mapas de las figuras 5 y 7 muestran la heterogeneidad en el descenso de la producción de los distintos estados de México a partir de los indicadores del ITAEE, ICE y MAN, lo cual responde, por una parte, a la diversidad productiva de cada uno de ellos, así como a los diferentes componentes que integran cada uno de los indicadores.

Los datos del ITAEE sugieren que la contracción de la actividad económica se agravó principalmente en el norte y centro del país, destacando los estados de Coahuila, Chihuahua, Tamaulipas, Nuevo León, Puebla, Aguascalientes y Baja California con caídas de 25.9%, 18.9%, 17.0%, 15.9%, 15.8%, 14.4% y 14.2%, respectivamente, en tanto que en la parte sureste del país, en Quintana Roo se observó una contracción de 19.3% (fig. 5). En este sentido, la distribución de los estados con mayores descensos en su actividad productiva a lo largo del país respondería fundamentalmente a aquellas entidades con una mayor exposición a las fluctuaciones tanto del comercio internacional como de los flujos de capital externo.

A su vez, la utilización del ICE sugiere que las entidades más afectadas por la Gran Recesión fueron en esencia las fronterizas, así como las del centro encabezadas por los estados de Tlaxcala, Hidalgo, Querétaro, México, San Luis Potosí y Distrito Federal, con descensos de 14.3%, 9.2%, 9.0%, 8.7%, 8.3% y 8.2% de manera respectiva, lo cual coincide en buena medida con los resultados obtenidos a partir del ITAEE (fig. 6).

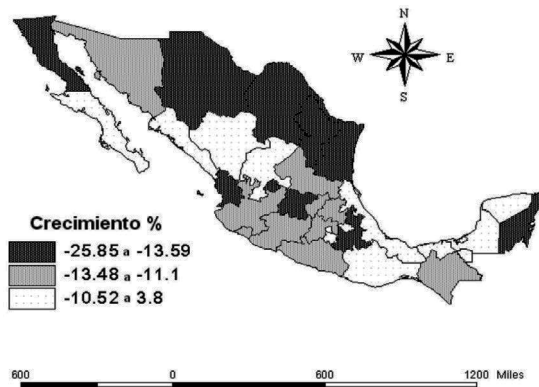


Figura 5. Caída de la producción en los estados de México a partir del ITAEE 2008-2009. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2012 y software ArcView 3.3

⁵ Véase Erquizio (2010) para detalles de la metodología y las bases de datos.

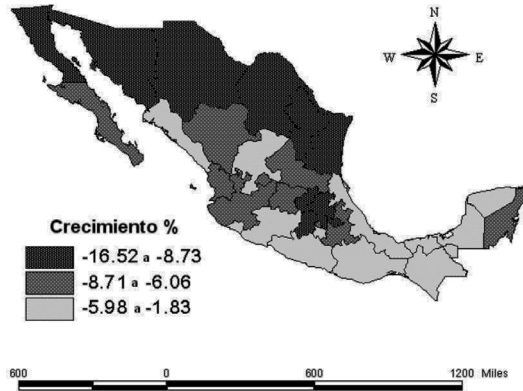


Figura 6. Caída de la producción en los estados de México a partir del ICE 2008-2009.
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2012 y software ArcView 3.3

Por otra parte, la información estadística muestra que la producción manufacturera experimentó mayores caídas, dado que se relaciona con la generación de bienes comercializables, vinculados en gran medida a la demanda externa. En particular, alrededor del 85% del total de exportaciones corresponde a manufacturas, y cerca de 50% son productos maquilados. En ese sentido, el mayor descenso fue experimentado por estados como Coahuila, Sonora, Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Guanajuato, Puebla y Tamaulipas, cuya caída en la producción superó el 19% (fig. 7). Debe tomarse en cuenta que éstas entidades son estados fronterizos, con una alta proporción de producción maquiladora, o bien, especializados en la generación de bienes durables, tales como equipo de transporte y productos electrónicos.

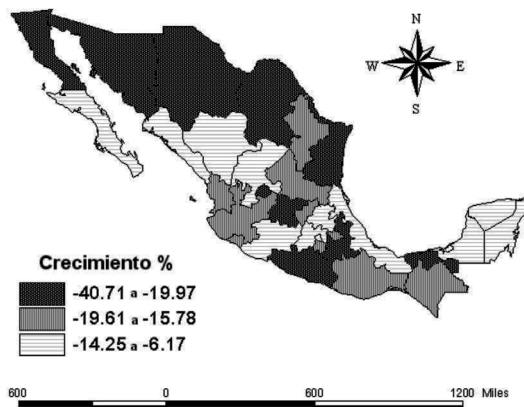


Figura 7. Caída de la producción en los estados de México a partir del MAN 2008-2009.
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2012 y software ArcView 3.3

Es claro que las actividades relativas a la industria manufacturera de México se convirtieron en los principales conductos de absorción de la crisis mundial de 2008-2009, no obstante que el sector industrial mexicano participa sólo con el 30.4% del PIB y, a su vez, la industria manufacturera representa el 59.0% de dicho sector industrial (INEGI, 2012).

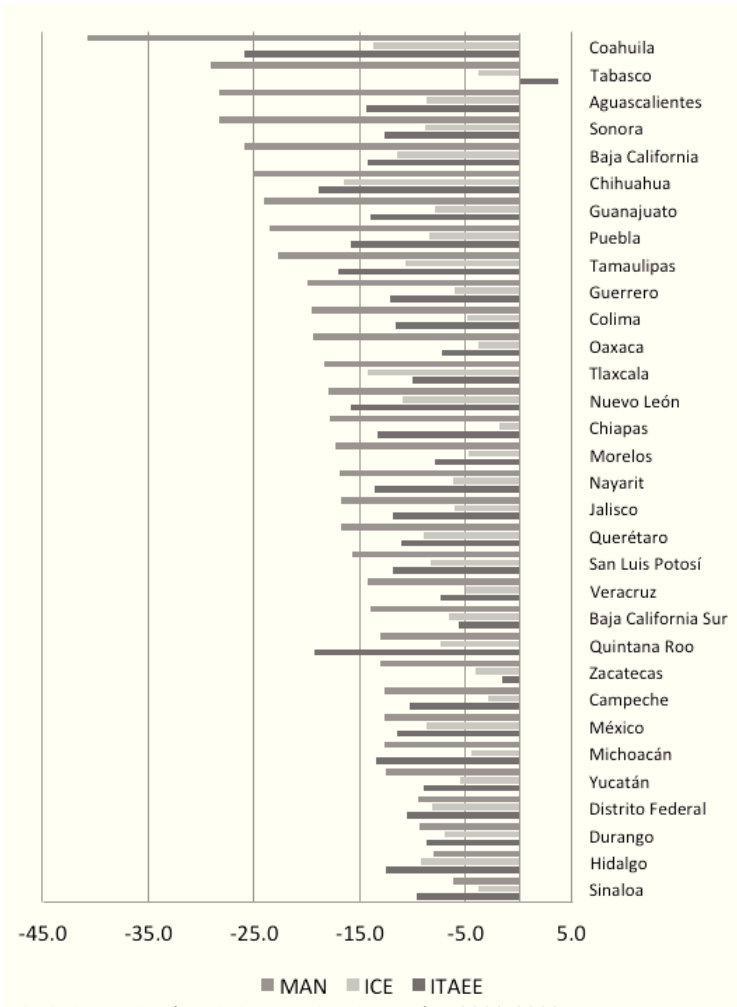


Figura 8. Caída de la producción de los estados de México 2008-2009.
 Fuente: Elaboración propia con información de INEGI 2012.

Al respecto, se puede observar en la figura 8 que la caída de la producción en los estados mexicanos medida por la variación en el índice de la actividad de la industria manufacturera supera significativamente los valores obtenidos a partir de los indicadores del ITAEE e ICE empleados para el mismo fin. De hecho, en términos promedio la caída en la producción de los estados empleando dichos índices fue de 18.2%, 11.7% y 7.5%, respectivamente. A su vez, el mayor descenso de la actividad económica entre los estados también fue registrado a partir del índice de la producción manufacturera (MAN), con 40.7% para el estado de Coahuila (fig. 8).

El hecho de que la industria manufacturera se haya convertido en uno de los principales conductos de la recesión mundial durante 2008-2009 puede responder, como se ha comentado anteriormente, a que es responsable del 80.0% de las exportaciones que realiza México al exterior, principalmente hacia los EE.UU.. También puede deberse a que los flujos de IED que recibe esta economía tienen como destino el sector industrial, con el 56.4%; en particular, la industria manufacturera es receptora del 46.4% en relación al total de dicha IED (Secretaría de Economía, 2012).

Finalmente, hay 3 factores que la literatura especializada ha considerado como factores explicativos del crecimiento manufacturero regional en la frontera norte: a) La correlación positiva entre el crecimiento del PIB total y del PIB manufacturero de EE.UU. con el crecimiento de la IME en México; b) El crecimiento de los establecimientos y la expansión de la IME en las ciudades fronterizas ha resultado en un crecimiento concomitante de las actividades manufactureras complementarias en las ciudades fronterizas de EE.UU. y c) La sincronización de la industria manufacturera mexicana al ciclo de la producción industrial de EE.UU. (Geber, 2003; Hanson, 1995, Mendoza, 2009).

Formulación del modelo econométrico

Es posible argumentar, en principio, con base en modelos teóricos y la evidencia empírica internacional, que la recesión en los estados de México responde a diversos factores vinculados a la demanda externa. En particular, se considera entre sus posibles determinantes al nivel de las exportaciones, la inversión extranjera directa (IED), remesas, turismo y políticas fiscales⁶. Además, se considera otras variables que reflejan las características estructurales que pueden ser consideradas como condiciones iniciales que determinan la capacidad de las economías estatales para absorber los choques externos. Por lo tanto, las variables están organizadas

⁶ La disponibilidad de los datos también ha sido otro factor que se ha tenido en cuenta en la definición de los factores determinantes.

como factores estructurales y determinantes coyunturales de la demanda (efectos globales de la recesión). En el primer caso se considera la participación, en el PIB estatal y en el agregado nacional, de las exportaciones, IED, turismo y remesas. A su vez, se incluyen medidas similares de la producción estatal de equipo de transporte, así como la participación en la producción de textiles, productos químicos y maquinaria y equipo⁷ dado que se trata de actividades altamente sincronizadas con el ciclo de EE.UU. (Mejía, et al., 2006a). Por otra parte, para tener en cuenta los efectos coyunturales de las variables de demanda se considera la tasa media de crecimiento anual durante el período 2008-2009 de las remesas e IED. Adicionalmente, para analizar el papel de las políticas fiscales contracíclicas implementadas principalmente por el gobierno federal se incluyen variables fiscales relativas al crecimiento del gasto público (Villagómez y Navarro, 2010).

En cuanto a los flujos de capital, en primer lugar se considera la IED que se ha convertido en un importante mecanismo de transmisión dado que es altamente procíclica en relación al país de origen (Wang y Wong, 2007). Además las remesas y el turismo se incorporan como factores que pueden ser relevantes para explicar la transmisión de los choques de los países desarrollados a los países en desarrollo. De hecho, las últimas décadas han atestiguado una gran ola de inmigrantes a países desarrollados que ha transformado las remesas en una importante fuente de financiamiento, especialmente a nivel local (Mendoza y Calderón, 2006). A su vez, el aumento de los ingresos de los ciudadanos de países desarrollados y las mejoras en los medios de comunicación, así como las políticas nacionales encaminadas a explotar las ventajas comparativas naturales, han impulsado el turismo (Sancho, 2008).

En resumen, el modelo propuesto para explicar la caída de la producción en los estados mexicanos puede expresarse como sigue:

$$y_i = b_1xp_i + b_2xx_i + b_3fp_i + b_4ff_i + b_5rp_i + b_6rr_i + b_7tp_i + b_8tt_i + b_9mp_i + b_{10}mm_i + b_{11}ap_i + b_{12}aa_i + b_{13}ae_i + b_{14}cr_i + b_{15}cf_i + b_{16}cg_i + e_i$$

donde y denota la caída de la producción, xp , fp , rp , tp , mp , ap se refieren a la participación en el PIB estatal de las exportaciones, IED, remesas, turismo, producción manufacturera y equipo de transporte⁸, respectivamente. A su vez, xx , ff , rr , tt , mm , aa , ae representan la participación en los agregados nacionales correspondientes de las exportaciones, inversión extranjera directa, las remesas, el

⁷ Este tipo de bienes han sido seleccionados, ya que alrededor del 85% de las exportaciones mexicanas corresponden a productos manufacturados, por un lado, mientras que la producción de equipo de transporte ha sido una de los más afectados por la crisis al descender en poco más de 25% en 2009.

⁸ En este caso, el equipo de transporte se mide como proporción de la producción de fabricación.

turismo, la producción manufacturera y el equipo de transporte, respectivamente; *ae* se refiere al índice de localización, que mide la especialización de la producción estatal en la producción de equipo de transporte⁹. Todas estas variables se miden como promedios durante el período de 2003-2008, con excepción de la variable asociada a equipo de transporte, que corresponden a 2008. Por último, *cr*, *cf* y *cg* representan la tasa de crecimiento de las remesas, la inversión extranjera directa y el gasto público, respectivamente. Estas variables son tasas de crecimiento de 2008 a 2009.

Metodología de estimación: regresión no paramétrica

En este apartado se presentan los principales aspectos de la metodología de la regresión lineal no paramétrica, la cual representa un procedimiento de estimación robusto en casos donde los errores no siguen una distribución normal (Brufman, et al. 2006). El término “regresión no paramétrica” se utiliza para referirse a procedimientos de regresión basados en rangos. Dicha expresión también es usada para referirse a procedimientos de estimaciones suaves de funciones de regresión no lineal (Härdle, 1990). Al respecto, los métodos no paramétricos son más apropiados cuando no se tiene conocimiento previo de la relación entre las variables objeto de estudio puesto que sólo parten de supuestos de suavidad sobre la función de regresión¹⁰.

Así pues, los supuestos realizados típicamente en modelos de regresión paramétricos, tales como los de normalidad, linealidad y homoscedasticidad no son fundamentales en los modelos no paramétricos; no obstante, cuando estos supuestos se cumplen, las estimaciones del modelo paramétrico son más eficientes que las de la regresión no paramétrica; por el contrario, si las suposiciones no son ciertas, el modelo no paramétrico es notablemente mejor (Wright, 2010).

En esta investigación se utiliza la metodología de la regresión lineal clásica basada en el método de estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO), así como la de regresión no paramétrica (RNP) con la finalidad de contrastar los resultados. Sin embargo, las conclusiones del trabajo se fundamentan en los resultados obtenidos a partir del procedimiento no paramétrico dado el incumplimiento

⁹ Levchenko et al. (2010) y Wang (2010) sostienen que la producción y comercio exterior de los bienes durables, entre los que destacan los automóviles han sido de las actividades más severamente afectadas por la Gran Recesión.

¹⁰ La regresión no paramétrica permite el ajuste de funciones de regresión cuando existe poco conocimiento a priori acerca de su forma. Proporciona funciones suavizadas de la relación y el procedimiento se denomina «suavizado». Además, la regresión no paramétrica desarrolla un «modelo libre» para predecir la respuesta sobre el rango de valores de los datos. Básicamente está constituida por métodos que proporcionan una estimación suavizada de la relación para un conjunto de valores de la variable explicativa (Servy, et al. 2007).

en los supuestos de normalidad y linealidad detectado al emplear el modelo lineal clásico.

El modelo de regresión lineal se puede expresar por $Y = X\beta + e$, donde

Y $M \times 1$ es un vector de observaciones de la variable respuesta del modelo, X $M \times p$ es una matriz de observaciones de las variables independientes, β $p \times 1$ es el vector de parámetros del modelo a estimar y e $M \times 1$ es el vector de perturbaciones aleatorias.

Por su parte, los estimadores no paramétricos $\hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_p$ son los valores b_1, \dots, b_p que minimizan la expresión:

$$g(b) = \sum \left[\text{rango}(y_i - (b_1 x_{i1} + \dots + b_p x_{ip})) - \frac{n+1}{2} \right] \times (y_i - (b_1 x_{i1} + \dots + b_p x_{ip})) \quad (1)$$

En tanto que el estimador no paramétrico $\hat{\beta}_0$ es obtenido como la mediana de las diferencias $y_i - (\hat{\beta}_1 x_{i1} + \dots + \hat{\beta}_p x_{ip})$ (Birkes y Dodge, 1993)¹¹.

Un algoritmo que permite minimizar la expresión (1) se puede elaborar a partir del siguiente planteamiento:

$$g(b) = \sum \left[\text{rango}(y_i - b'x_i) - \frac{n+1}{2} \right] (y_i - b'x_i) \quad (2)$$

con $b = (b_1, \dots, b_p)$ y $x_i = (x_{i1}, \dots, x_{ip})$, así se buscará determinar un vector b que minimice $g(b)$. Esto puede realizarse mediante un procedimiento iterativo, el cual inicia con el vector de estimaciones de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), encontrando, en seguida, vectores que resulten en valores cada vez más pequeños de la función g .

Dado el vector inicial b^0 , un mejor vector puede ser generado formando $b^* = b^0 + t^*d$, donde t^* y d se obtienen como sigue. Suponiendo que $z_i = y_i - (b^0)'x_i$, $u_i^0 = \text{rango}(z_i) - \frac{1}{2}(n+1)$; u^0 $M \times 1$ con entradas u_i^0 , y X_c $M \times p$ con entradas $x_{ij} - \bar{x}$. Entonces $d \doteq (X_c' X_c)^{-1} X_c' u^0$. Considerando que $w_i = d'x_i$ y que t^* es la mediana ponderada de los cocientes $(z_i - z_j)/(w_i - w_j)$ con ponderaciones $|w_i - w_j| / \sum |w_i - w_j|$. Esto completa una iteración. Ahora b^* se convierte en el vector inicial y la iteración es repetida.

A partir del vector b^0 , un vector mejorado b^* con $g(b^*) < g(b^0)$ puede ser obtenido en dos pasos. Primero se encuentra una dirección en la cual el valor de g decrece; esto es, se encuentra un vector d tal que $g(b^0 + td)$ decrece mientras t se incrementa a partir de 0. Entonces se encuentra el valor de t , digamos t^* , que

¹¹ La exposición de la metodología de la regresión no paramétrica se basa fundamentalmente en Birkes y Dodge (1993).

minimice $g(b^0 + td)$. Así, el vector $b^* = b^0 + t^*d$ genera un valor más pequeño de g que el vector b^0 .

A su vez, la prueba no paramétrica de $\beta_{q+1} = \dots = \beta_p = 0$ es análoga a la prueba de mínimos cuadrados. Introduciendo la notación *SRWR* para la suma de los rangos ponderados de los residuales:

$$SRWR = \sum \left[rango(\hat{e}_i) - \frac{1}{2}(n+1) \right] \cdot \hat{e}_i$$

La prueba estadística no paramétrica es:

$$F_{NP} = \frac{SRWR_{reducido} - SRWR_{completo}}{(p - q)c \hat{\tau}} \tag{3}$$

donde $c = (n+1)/\sqrt{48}$ y $\hat{\tau}$ está dada por la expresión (4). Los residuales en $SRWR_{reducido}$ y $SRWR_{completo}$ son calculados aplicando el método de regresión no paramétrica al modelo reducido $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_q X_q + e$ y al modelo completo $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p + e$, respectivamente. Nótese que *SRWR* es el valor mínimo de la expresión (3), esto es, *SRWR*.

Para calcular $\hat{\tau}$, se toman los residuales del modelo completo y se elaboran promedios de los pares de valores $A_{ij} = (\hat{e}_i + \hat{e}_j)/2$ para $1 \leq i \leq j \leq n$. Se colocan estos $N = n(n+1)/2$ números en orden ascendente: $A_{(1)} \leq A_{(2)} \leq \dots \leq A_{(N)}$. Sean $a = n(n+1)/4$, $b = \sqrt{n(n+1)(2n+1)/24}$, $k_1 =$ el entero más cercano a $\frac{1}{2} + a - (1.645)b$, $k_2 =$ el entero más cercano a $\frac{1}{2} + a - (1.645)b$, y $f = \sqrt{n/[n - (p+1)]}$. Definiendo

$$\hat{\tau} = f \frac{\sqrt{n} [A_{(k_2)} - A_{(k_1)}]}{2(1.645)} \tag{4}$$

como en la prueba de mínimos cuadrados, un valor aproximado de p de la prueba no paramétrica es calculado por $\text{Prob} [F \geq F_{NP}]$, donde F denota una variable aleatoria F con $p - q$ y $n - p - 1$ grados de libertad.

Aplicación y resultados

Este apartado presenta los resultados de la estimación del modelo econométrico propuesto para la explicación de la caída de la producción en los estados de México durante el periodo 2003-2008. Dichos resultados corresponden a estimaciones realizadas tanto por el método de mínimos cuadrados ordinarios como de regresión

no paramétrica. Los modelos presentados se obtuvieron siguiendo el enfoque «de lo general a lo particular» a partir del modelo general definido en la sección segunda. Así pues, se estimaron regresiones sucesivas en las que se fue eliminando el coeficiente menos significativo estadísticamente. El proceso se detuvo cuando los coeficientes fueron significativos al menos al 10%.

En general para los 3 modelos estimados, de acuerdo con las variables dependientes consideradas: (ITAAE, ICEF y MAN), se observa un coeficiente de determinación entre 0.52 y 0.85, lo que revela un grado de explicación entre moderado y aceptable a partir de las variables explicativas consideradas. A su vez, las pruebas de autocorrelación (LM), heteroscedasticidad (White) y especificación (Ramsey-Reset)¹² sugieren la ausencia de autocorrelación y heteroscedasticidad, así como de una correcta especificación de los modelos. No obstante, a partir de la realización de pruebas de bondad de ajuste para la validación del supuesto de normalidad utilizando los procedimientos de Jarque-Bera, Anderson y Darling y de Kolmogorov y Smirnov se encontró que los residuos de los modelos estimados no siguen una distribución normal, sino más bien distribuciones del tipo Beta y Cauchy¹³ en los 3 modelos considerados (tablas 1-3).

Los resultados de la estimación del modelo que explica la caída de la producción en los estados mexicanos considerando el ITAAE se resumen en la tabla 1. Al respecto se tiene que la caída en la producción estatal responde negativamente a las características estructurales de las economías estatales que miden su inserción o exposición a la economía mundial (producción maquiladora) o bien su grado de especialización en la producción automotriz (IE-A), un sector que ha resultado clave en la transmisión de esa recesión. Resulta extraño, por el contrario, que la participación de las divisiones II, V y VIII en la manufactura tengan un signo positivo, ya que se esperaba lo contrario, dado que son de los sectores más sincronizados a la economía internacional. Por su parte la tasa de crecimiento del sector básico (*proxy* de las exportaciones) parece ser la única variable de demanda externa que explica la magnitud de la caída.

En la tabla 1 también es notable la convergencia que existe entre los resultados obtenidos por MCO y los generados a partir de la regresión no paramétrica, lo cual puede responder a la simetría de la distribución de Cauchy, la cual describe adecuadamente el comportamiento de los residuos de las regresiones de acuerdo con

¹² En estas pruebas estadísticas se considera un nivel de significancia de 0.05.

¹³ Mientras la prueba de Jarque-Bera valida el supuesto de normalidad en los 3 casos, las pruebas de Anderson-Darling y Kolmogorov-Smirnov sugieren comportamientos tipo Beta y de Cauchy sobre los residuos de los modelos, por lo que existe una mayor probabilidad de que el supuesto de normalidad no se cumpla en el sentido de que las 2 últimas pruebas han mostrado mayor potencia respecto a la de Jarque-Bera de acuerdo con Seier (2002), Thadewald y Büning (2007) y Tanweer (2011).

las pruebas de bondad de ajuste aplicadas y referidas con anterioridad¹⁴.

Tabla 1

Estimaciones estadísticas paramétricas y no paramétricas del modelo econométrico con variable dependiente ITAEE.

Variables Explicativas	Regresión por MCO.		Regresión no paramétrica
	Coefficiente	t-statistic	
C	-10.7652	-6.4474*	-10.6540
Maq/Man	-0.0538	-1.7284**	-0.0516
IE-A	-1.8330	-1.1571*	-1.7500
S II,V,VIII	0.1585	1.7937**	0.1460
SBásico	0.9052	4.4305*	0.8530
Pruebas de la regresión por MCO.			
		Estadístico	Probabilidad
LM		1.5459	0.4616
Jarque-Bera		1.1899	0.5515
Anderson-Darling			
Beta		2.012	
Cauchy		0.7564	
Kolgomorov-Smirnov			
Beta		0.2279	0.0607
Cauchy		0.1151	0.7468
White		15.3691	0.3534
Ramsey-Reset		0.2023	0.6528
R ²		0.5855	
Durbin-Watson		2.0525	

* valores significativos al 0.05

** valores significativos al 0.10.

Por su parte las estimaciones del modelo que explica la caída de la producción de los estados de México a partir del ICE muestran que el factor de mayor influencia sobre dicho índice es el IE-A que presenta una relación positiva. A su vez, la variable A/Man ha resultado significativa en la explicación del ICE a partir de una relación inversa (tabla 2). Otras variables explicativas que también resultaron significativas en este modelo, pero con coeficientes muy reducidos respecto a las variables anteriores, son las de Man/PIB, Tur/PIB, X1/PIB y Maq/Man con las que muestra una relación negativa. Por su parte, la OFE presentó una relación directa pero reducida con el ICE.

¹⁴ Esta convergencia entre las estimaciones de MCO y RNP se observa en los 3 modelos econométricos empleados muy probablemente dada la validación de una distribución simétrica no normal (la de Cauchy) sobre los residuos de dichos modelos.

Tabla 2

Estimaciones estadísticas paramétricas y no paramétricas del modelo econométrico con variable dependiente ICE.

Variables	Regresión por MCO.		Regresión no paramétrica
	Coefficiente	t-statistic	
C	-1.5899	-1.7711**	-1.6300
Man/PIB	-0.2306	-5.6009*	-0.2140
Tur/PIB	-0.3032	-3.6419*	-0.3040
X1/PIB	-0.1303	-3.5448*	-0.1280
Maq/Man	-0.0402	-2.3357*	-0.0448
A/Man	-2.6017	-3.4257*	-2.4800
IE-A	39.4044	3.4665*	37.5000
OFE	0.6467	1.8967**	0.4920
Pruebas de la regresión por MCO.			
		Estadístico	Probabilidad
LM		3.0112	0.2219
Jarque-Bera		0.0113	0.9943
Anderson-Darling			
Beta		0.4711	
Cauchy		1.0088	
Kolgomorov-Smirnov			
Beta		0.1231	0.6717
Cauchy		0.1609	0.3410
White		8.0507	0.3281
Ramsey-Reset		2.7564	0.0969
R ²		0.8501	
Durbin-Watson		1.9014	

* valores significativos al 0.05

** valores significativos al 0.10.

En relación al modelo que considera como variable dependiente al índice de la producción manufacturera estatal (MAN) las estimaciones sugieren que las variables explicatorias de mayor influencia al respecto son las de Maq/Man, A/Man y la OFE, mostrándose una relación inversa en los primeros dos casos y positiva con la última variable con coeficientes moderados pero significativos (tabla 3).

Tabla 3

Estimaciones estadísticas paramétricas y no paramétricas del modelo econométrico donde la variable dependiente es el índice de la producción manufacturera estatal (MAN).

Variables	Regresión por MCO.		Regresión no paramétrica
	Coficiente	t-statistic	
C	-17.5147	-9.6337*	-16.4000
Maq/Man	-0.0649	-1.5263**	-0.0634
A/Man	-0.2576	-3.9409*	-0.2310
OFE	2.5998	2.4403*	1.9700
Pruebas de la regresión por MCO.			
		Estadístico	Probabilidad
LM		4.3101	0.1159
Jarque-Bera		4.0748	0.1303
Anderson-Darling			
Beta		4.6525	
Cauchy		0.9015	
Kolgomorov-Smirnov			
Beta		0.1512	0.4159
Cauchy		0.1450	0.4682
White		9.2322	0.4161
Ramsey-Reset		0.0226	0.8804
R ²		0.5226	
Durbin-Watson		1.9399	

* valores significativos al 0.05

** valores significativos al 0.10.

Conclusiones

No obstante que la caída de la producción en los estados de México durante la recesión económica mundial de 2008-2009 puede tener una gran diversidad de explicaciones, existe una serie de factores tanto estructurales como coyunturales de mayor relevancia al respecto. Es así que en esta investigación se modeló económicamente la caída de la producción de los estados de México, destacando aquellas variables económicas que caracterizan una mayor exposición de la economía de dichos, estados en los mercados internacionales, tales como el nivel de las exportaciones, la inversión extranjera directa, remesas, turismo y producción manufacturera, entre otras.

Llama la atención que el cociente entre la producción de la industria maquiladora y manufacturera (Maq/Man) sea la única variable significativa que se repite en los 3 modelos considerados donde se busca explicar la caída de la producción

de los estados de México a partir del indicador trimestral de actividad económica estatal (ITAE), el índice coincidente estatal (ICE) y el índice de producción manufacturera estatal (MAN). Esto significa que entre el conjunto de 33 variables económicas que se tomó en cuenta para realizar este estudio, sólo el cociente Maq/Man resultó relevante en la modelación de los 3 casos. En este sentido también se observó que las variables de Maq/Man, A/Man y OFE resultaron significativas tanto para el modelo que explica la caída de la producción de los estados a partir del ICE como para el que emplea el índice MAN. A su vez, las variables de Maq/Man e IE-A resultaron significativas en el modelo del ITAE.

Por otra parte, las estimaciones de los 3 modelos econométricos de regresión propuestos en esta investigación se realizaron a partir de la metodología de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y de regresión no paramétrica (RNP), lo que permitió observar estimaciones de los coeficientes con valores diferentes aunque convergentes en muchos de los casos. La utilización de la RNP se fundamentó en la fuerte evidencia de incumplimiento en el supuesto de normalidad sobre los residuales de los modelos estimados por MCO, lo que fue derivado de la aplicación de las pruebas de bondad de ajuste de Anderson-Darling y de Kolmogorov-Smirnov. En ambos casos se rechazó el supuesto de normalidad a favor de distribuciones tipo Beta y Cauchy. Es así que el empleo de RNP resulta adecuado puesto que la eficiencia de dicho método no se restringe a un cumplimiento distribucional específico. Por otra parte, la convergencia de las estimaciones por ambos métodos puede responder fundamentalmente a que los residuales siguen una distribución simétrica como la de Cauchy o Beta bajo ciertos parámetros.

Referencias

- Agénor, P., McDermott, C. & Prasad, E. (2000). Macroeconomic fluctuations in developing countries: Some stylised facts. *World Bank Economic Review*, 14, 251–285.
- Artis, M. J., Kontolemis, Z. G. & Osborn, D. R. (1997). Business cycles for G7 and European countries. *The Journal of Business*, 70 (2), 249–279.
- Banco de México (2012). Estadísticas de la balanza de pagos. Disponible en: <http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarDirectorioCuadros§or=1§orDescripcion=Balanza> (Consultado el 26 de junio de 2012).
- Bureau of Economic Analysis (2012). U.S. Economic Accounts, Interactive Data. Disponible en: <http://www.bea.gov/itable/index.cfm> (Consultado el 26 de junio de 2012).
- Bems, R., Johnson, R. C. & Yi, K. M. (2010). Demand Spillovers and the Collapse of Trade in the Global Recession. *International Monetary Found.*, Working Paper num. WP/10/142.
- Berkmen, P., Gelos, G., Rennhack, R. & Walsh, J. P. (2009). The Global Financial Crisis: Explaining Cross-Country Differences in the Output Impact. *International Monetary Found.*, Working Paper num. WP/09/280.

- Birkes, D. & Dodge, Y. (1993). *Alternative Methods of Regression*. New York: John Wiley and Sons.
- Blanchard, O., Das, M. & Faruqee, H. (2010). The Initial Impact of the Crisis on Emerging Market Countries [manuscript]. *International Monetary Found.*
- Blanchard, O. (2009). The Crisis: Basic Mechanisms, and Appropriate Policies. *International Monetary Found.* Working Paper no. WP/09/80.
- Bureau of Labor Statistics (2012). Subject Areas, Employment and Unemployment. Disponible en: <http://www.bls.gov/> (Consultado el 26 de junio de 2012).
- Brufman, J., Urbisaia, H. & Trajtenberg, L. (2006). Distribución del ingreso según género, un enfoque no paramétrico. *Cuadernos del CIMBAGE*, 008, 129–168.
- Castillo, R., Díaz, A. & Fragosó, E. (2004). Sincronización entre las economías de México y Estados Unidos: el caso del sector manufacturero. *Comercio Exterior*, 54(7), 620–627.
- Chiquiar, D. & Ramos, M. (2005). Trade and business-cycle synchronization: Evidence from Mexican and U.S. manufacturing industries. *North American Journal of Economics and Finance*, 16, 187–216.
- Cuevas, A., Messmacher, M. & Werner, A. (2004). Bilateral Trade and Business Cycle Synchronization: Evidence from Mexico and United States Manufacturing Industries. *Banco de México*, Working Papers no. 2004-05.
- Erquízio, A. (2010). Gran Recesión 2008-2009 en EE.UU y México: un enfoque regional. *Paradigma Económico*, 2 (2), 5–40.
- Gerber, J. (2003). ¿Hay una convergencia de ingresos en la frontera entre México y Estados Unidos? *Comercio Exterior*, 53 (12), 1098–1105.
- Hanson, G. (1995). The effects of offshore assembly on industry location: Evidence from U.S. Border Cities. *National Bureau of Economic Research*, Working Paper no. 5400.
- Härdle, W. (1990). *Applied Nonparametric Regression*. Cambridge: University Press.
- Herrera, J. (2004). Business cycles in Mexico and the United States: Do they share common movements? *Journal of Applied Economics*, 7 (2), 303–323.
- INEGI (2007). Sistema de Cuentas Nacionales de México, Indicador Trimestral de Actividad Económica Estatal, cuarto trimestre de 2007. Disponible en: <http://www.inegi.gob.mx/prodserv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/derivada/coyuntura/aee/itaee2003-2007/ITAEE-0307.pdf> (Consultado el 26 de junio de 2012).
- INEGI (2012). Sistema de Cuentas Nacionales de México. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie> (Consultado el 26 de junio de 2012).
- Imbs, J. (2009). *The First Global Recession in Decades*. HEC Lausanne, Swiss Finance Institute y CEPR [manuscript]. *World Economic Outlook. Crisis and Recovery*. Washington: IMF.
- IMF (2010). World Economic and Financial Surveys. *World Economic Outlook: Recovery, Risk, and Rebalancing*. Disponible en: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2010/02/pdf/text.pdf> (Consultado el 10 de enero de 2014).
- Levchenko, A. A., Lewis, L. T. y Tesar, L. L. (2010). The collapse of international trade during the 2008-2009 crisis: In search of the smoking gun. *National Bureau of Economic Research*, Working Paper num. 16006.
- Llaudes, R., Salman, F. y Chivakul, M. (2010). The Impact of the Great Recession on Emerging Markets. *International Monetary Found.*, Working Paper num. WP/10/237.
- Mejía, P., Gutiérrez, E. E. y Farías, C. A. (2006). La sincronización de los ciclos económicos de México y Estados Unidos. *Investigación Económica*, 45 (258), 15–45.
- Mejía, P., Gutiérrez, E. E. y Pérez, A. (2006). Los claroscuros de la sincronización internacional de los ciclos económicos: evidencia sobre la manufactura de México. *Ciencia Ergo Sum*, 13 (2), 133–142.

- Mejía, R. P. y Campos, J. (2011). Are the Mexican states and the United States business cycles synchronized? Evidence from the manufacturing production. *Economía Mexicana. Nueva Época*, 20 (1), 79–112.
- Mendoza, J. y Calderón, C. (2006). Impactos regionales de las remesas en el crecimiento económico de México. *Papeles de Población*, 050, 197–221.
- Mendoza J. (2009). «Estrategias para el desarrollo de las manufacturas en la frontera norte de México», en Departamento de Estudios Económicos. Colegio de la Frontera Norte. Veinticinco años de investigación económica en la frontera norte de México.
- Ponce, A. (2001). Determinantes de los ciclos económicos en México: ¿Choques agregados o desagregados? *Gaceta de Economía*, 6 (12), 117–155.
- Puyana, A. & Romero, J. (2009). México. *De la crisis de la deuda al estancamiento económico*. México: El Colegio de México.
- Ramírez, R. & Castillo, R. A. (2009). Integración económica en América del Norte: lección de la experiencia de la Unión Europea para el TLCAN. *Estudios Fronterizos*, 10 (19), 183–208.
- Sancho, A. (2008). Introducción al Turismo. *Organización Mundial del Turismo*.
- Secretaría de Economía (2012). Flujos de inversión extranjera directa por componentes 2012, Estadística Oficial de los flujos de IED hacia México. Disponible en: <http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/competitividad-normatividad/inversion-extranjera-directa/estadistica-oficial-de-ied-en-mexico> (Consultado el 26 de junio de 2012).
- Seier, E. (2002). *Comparison of Tests for Univariate Normality*. Johnson City: Department of Mathematics, East Tennessee State University. TN 37614.
- Servy, E., García, M. & Paccapelo, V. (2007). *Regresión no paramétrica: una aplicación*. Universidad Nacional de Rosario: Décimas Jornadas Investigaciones en la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística.
- Thadewald, T. & Büning, H. (2007). Jarque-Bera Test and its competitors for testing normality — A power comparison. *Journal of Applied Statistics*, 34 (1), 87–105.
- Tanweeer, U. I. (2011). Normality testing—A new direction. *International Journal of Business and Social Science*, 2 (3), 115–118.
- Villagómez, A. & Navarro, L. (2010). *Política fiscal contracíclica en México durante la crisis reciente: Un análisis preliminar*. CIDE. Documento de trabajo núm. 475.
- Wang, M. & Wong, M. C. (2007). Foreign direct investment outflows and business-cycle fluctuations. *Review of International Economics*, 15 (1), 146–163.
- Wang, J. (2010). Durable goods and the collapse of global trade. Federal Reserve Bank of Dallas Economic Letter, 5 (2), 1-8.
- Wright, S. P. (2010). *An Investigation of Two Nonparametric Regression Models for Value-Added Assessment in Education*. SAS Institute Inc. White paper.