

Recaudación potencial, eficiencia recaudatoria y transferencias federales: Un análisis para las entidades federativas en México utilizando el modelo de frontera estocástica

SYLVIA BEATRIZ GUILLERMO PEÓN¹

ISRAEL VARGAS CASIMIRO²

- **Resumen:** Este trabajo presenta una metodología basada en el modelo de frontera estocástica para estimar el potencial fiscal y la eficiencia recaudatoria (o esfuerzo fiscal) de los gobiernos estatales y el Distrito Federal en México. Para la estimación se utiliza un panel de datos que incluye a los 31 estados y el Distrito Federal con observaciones anuales para el período 2003-2010. Los resultados permiten concluir que hay efectos de ineficiencia importantes en la recaudación de los gobiernos estatales y que esta ineficiencia es ligeramente decreciente en el tiempo. Adicionalmente se presenta evidencia respecto a cómo la actual política de transferencias intergubernamentales ha incidido en forma negativa en la eficiencia recaudatoria de los ingresos propios de los gobiernos de las entidades federativas.
- **Palabras clave:** Recaudación Potencial Estatal, Eficiencia Recaudatoria, Modelo de Frontera Estocástica, Transferencias Federales.
- **Clasificación JEL:** H71, H77, C33.
- **Abstract:** This paper presents a methodology based on the stochastic frontier model to estimate the tax revenue potential and tax collection efficiency (or tax effort) of state governments and the Federal District in Mexico. The estimation procedure is carried out with a panel data set that includes 31 states plus the Federal District with annual observations from 2003 to 2010. The estimation results allow us to conclude that there are important inefficiency effects in state governments' tax collection and this inefficiency is slightly decreasing over time. Additionally, this research shows evidence of how the current policy of intergovernmental transfers has had a negative impact on the tax collection efficiency of state governments' revenue.

¹ Profesora-Investigadora, Facultad de Economía, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
Email: silvia.guillermo@correo.buap.mx; sguller@ucla.edu

² Ex-alumno del Programa de Maestría en Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. E-mail: israelvc12@outlook.com

■ **Key words:** State's tax revenue potential, Tax Collection Efficiency, Stochastic Frontier Model, Federal Transfers.

■ **JEL classification:** H71, H77, C33.

■ Recepción: 03/06/2015

Aceptación: 09/02/2016

■ *Introducción y motivación*

Una de las características del federalismo es la autonomía de los gobiernos subnacionales para controlar sus propios presupuestos y gozar de libertad para la fijación de impuestos, excepto aquellos que son impuestos federales. Esta autonomía en las decisiones financieras de los gobiernos subnacionales debe darse en conjunción con la garantía de que dichos gobiernos serán partícipes de los ingresos nacionales, de tal manera que se generen las condiciones para reducir las grandes diferencias de ingresos entre los estados. En otras palabras, en lo que se refiere al tema fiscal, el federalismo debe procurar la autonomía de los gobiernos subnacionales y a su vez promover una mejor distribución del ingreso entre ellos. El federalismo fiscal entonces implica una adecuada distribución de atribuciones fiscales entre las partes integrantes de la federación para hacer eficiente la recaudación y dotación de bienes y servicios provistos por el Estado (INAFED, 2011).

En México, a partir de 1997 se ha observado una mayor dependencia financiera de los gobiernos estatales hacia los recursos transferidos por la federación (participaciones y aportaciones federales), los cuales se han mantenido en porcentajes no menores al 80% de los correspondientes ingresos totales de los estados.³ Así, en el período 1997-2011, en promedio, el 85.4% de los recursos de los estados provienen de transferencias federales, el 7% corresponde a ingresos propios, el 2.7% a financiamiento (deuda) y el 4.9% proviene de otros ingresos,⁴ según datos del INEGI. Esta elevada dependencia financiera representa un obstáculo para la autonomía de los gobiernos subnacio-

³ Antes de 1980 no existía en México un mecanismo de coordinación entre los diferentes órdenes de gobierno en materia de impuestos. El esquema existente propiciaba una recaudación inefficiente, favorecía la ampliación de la brecha de desigualdad regional, generaba doble tributación en algunos casos y permitía la elución de impuestos al aplicarse tasas diferenciadas entre estados. Es en estas circunstancias en las que se crea, en 1980, el Sistema Nacional de Coordinación Fiscal (SNCF), el cual establecería un esquema de reglas y procedimientos para la recaudación de los impuestos coordinados que, a partir de entonces, se convirtieron en los de mayor importancia por su potencial recaudatorio (INAFED, 2011: 33). Los estados adheridos a este sistema cedieron a la Federación algunas de sus fuentes impositivas a cambio de que la Federación resarciera los ingresos que dejaron de recaudar. Es entonces cuando surgen las participaciones como una forma de transferencia de recursos federales hacia los estados y municipios, que se convierten en una de las fuentes principales de ingresos para estos niveles de gobierno (*ibid.*: 34). Si bien la dependencia de las haciendas estatales y municipales comienza a partir de la entrada en vigor del SNCF, es a finales de los años noventa (como se muestra en la Gráfica 1) cuando esta dependencia alcanza niveles por arriba del 80 por ciento de los ingresos totales de las entidades federativas.

⁴ El concepto de “otros ingresos” se refiere a impuestos federales de recaudación local que son manejados por los estados a través de convenios de colaboración con la federación (por ejemplo, el impuesto por tenencia de vehículos y los provenientes del régimen fiscal de pequeños contribuyentes).

nales y pone obstáculos también al principio de subsidiariedad –entendido este como una división del poder y de responsabilidades. El sistema de transferencias, siendo un instrumento utilizado en la descentralización, debe ser diseñado e implementado para incrementar la eficiencia del sector público, fomentar el crecimiento y mejorar el bienestar. Pero la excesiva dependencia de los gobiernos subnacionales hacia los recursos federales puede indicar una implementación equivocada de las políticas de descentralización fiscal y cuestiona la eficiencia del actual sistema de transferencias federales, pues parece desincentivar el esfuerzo fiscal de los gobiernos subnacionales, llevando la recaudación propia de estos gobiernos a niveles muy por debajo de su potencial. En otras palabras, la excesiva dependencia de los gobiernos subnacionales hacia las transferencias puede generar ineficiencia recaudatoria.

Bajo este panorama, resulta relevante conocer la estructura de las finanzas públicas de los gobiernos estatales en México y su comportamiento en el tiempo, así como tener un mejor entendimiento de las variables que influyen en la recaudación de las entidades para poder estimar su potencial de recaudación que, comparado con la recaudación observada, permite cuantificar la eficiencia recaudatoria. Así, el objetivo central de esta investigación es la estimación del indicador de eficiencia recaudatoria de las entidades federativas y el mostrar evidencia respecto a cómo la actual política de transferencias intergubernamentales –que es resultado de la política de descentralización fiscal– incide en la eficiencia recaudatoria de estas. Para ello, el trabajo presenta una metodología basada en el modelo de frontera estocástica con efectos de ineficiencia cambiantes en el tiempo, la cual es aplicada a un panel de datos que incluye a los 31 estados y el Distrito Federal con observaciones para el período 2003-2010. El modelo de frontera estocástica permite estimar el potencial de recaudación fiscal de las entidades federativas en México, así como su correspondiente eficiencia o esfuerzo recaudatorio.⁵ Otra contribución del presente trabajo a la literatura sobre el tema se enfoca en la inclusión de variables explicativas para la función de recaudación potencial (frontera recaudatoria) que consideramos importantes indicadores de las bases tributarias y cuya omisión puede ocasionar subestimación del potencial recaudatorio, generando esto a su vez sobreestimación de la eficiencia en la recaudación de las entidades. Adicionalmente, el trabajo propone un enfoque de dos etapas para analizar la evidencia respecto a la influencia de las transferencias federales sobre la eficiencia recaudatoria propia de las entidades

⁵ Bahl (1971) y Goode (1984) plantean una aproximación al concepto de esfuerzo fiscal, que intenta medir el grado en que se utiliza de manera efectiva la capacidad fiscal de una determinada jurisdicción, de forma que jurisdicciones con poca capacidad impositiva y baja recaudación puedan ser comparables a otras con mayor capacidad fiscal y recaudación más elevada. De acuerdo con esta definición de los autores, que es la que se va imponiendo en la literatura, el esfuerzo fiscal es un cociente que depende en su numerador de la acción del gobierno (capacidad tributaria efectivamente ejercida o recaudación real); así, tasas impositivas más altas o esfuerzos más intensos en la gestión e inspección tributaria, que redundan en un menor fraude fiscal, elevan la recaudación o capacidad fiscal efectivamente ejercida. En cambio, el denominador (capacidad fiscal o recaudación potencial) es independiente de la acción del gobierno y, al no ser una variable observable es difícil de cuantificar, por lo que la bondad de este indicador de esfuerzo fiscal descansa en la calidad de la medición de dicha magnitud. De esta forma, la capacidad fiscal potencial de una jurisdicción puede definirse, con carácter general, como los recursos tributarios que un gobierno puede obtener utilizando la capacidad normativa sobre los instrumentos tributarios a su alcance.

federativas, ya que la metodología permite la estimación de los efectos de ineficiencia en la recaudación que a su vez son utilizados para analizar el impacto de las transferencias sobre la eficiencia en la recaudación. Los resultados indican que hay efectos de ineficiencia en la recaudación aunque esta ineficiencia es ligeramente decreciente en el tiempo; los resultados también muestran evidencia de que mientras mayor es el porcentaje de transferencias en los ingresos totales de las entidades federativas, menor será la eficiencia o esfuerzo recaudatorio de estas. En este sentido, el trabajo presenta evidencia de que el actual esquema de asignación de transferencias federales hacia las entidades genera incentivos perversos al favorecer bajos esfuerzos recaudatorios en ingresos propios. Este resultado es importante porque pone a discusión la necesidad de replantear la política de transferencias federales hacia las entidades federativas.

El trabajo está organizado en cinco secciones. Las secciones “Descentralización y federalismo fiscal” y “Estructura de los ingresos de los gobiernos estatales en México” presentan una breve discusión de la teoría de la descentralización y federalismo fiscal y una breve discusión de la estructura de los ingresos de las entidades federativas respectivamente; la tercera sección “Metodología” explica con detalle la metodología basada en el modelo de frontera estocástica para estimar la recaudación tributaria y la eficiencia recaudatoria de las entidades federativas; la cuarta “Análisis de resultados” presenta el análisis de los resultados y las “Reflexiones finales” se presentan en la última sección.

■ *Descentralización y federalismo fiscal*

Siguiendo a Oates (1999), el federalismo⁶ fiscal es una subrama de las finanzas públicas que aborda la estructura vertical del sector público. En este sentido resulta equivocado reducirlo solamente a temas o asuntos presupuestales. El federalismo fiscal “explora, en términos normativos y positivos, el papel de los diferentes niveles de gobierno y las formas en las cuales se relacionan uno con otro a través de instrumentos como lo son las transferencias intergubernamentales” (Oates, *op. cit.*: 1120).⁷ La teoría del federalismo fiscal abarca temas como la asignación de funciones en los diferentes niveles de gobierno, las ganancias en bienestar provenientes de la descentralización y el uso de instrumentos fiscales. Continuando con Oates (*op. cit.*), la teoría tradicional del federalismo fiscal descansa en un esquema general normativo para la asignación de funciones de los diferentes niveles de gobierno y de instrumentos fiscales adecuados para llevar a cabo estas funciones [...]. En un sistema federal, un método para la asignación de fondos entre los diferentes niveles de gobierno son las transferencias intergubernamentales.

⁶ Como el mismo Oates señala, desde la perspectiva económica, el término “federalismo” es un poco diferente a como este se entiende desde la ciencia política. Bajo esta última perspectiva, el federalismo es un arreglo institucional en el que diferentes provincias o regiones con independencia política, deciden unirse voluntariamente bajo la figura de un mismo Estado o Nación, cediendo parte de su soberanía o potestades a un ámbito de gobierno superior o poder central, que es el gobierno federal (véanse Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, INAFED (2011) y Ramírez (2011)).

⁷ Traducción propia.

En la teoría del federalismo fiscal, un principio básico es el de la descentralización fiscal, el cual presupone que la provisión de bienes y servicios públicos debe localizarse en el menor nivel de gobierno, considerando los costos y beneficios relevantes (Oates, *op. cit.*: 1122). Podría pensarse entonces que el mismo principio de descentralización fiscal sienta las bases para la existencia de las transferencias federales y también para la dependencia financiera de los gobiernos subnacionales hacia ellas. Sin embargo, la descentralización fiscal y la implementación de sus correspondientes instrumentos, como las transferencias de recursos, deben basarse en el principio de subsidiariedad, entendido este como un principio que “busca asignar responsabilidades para la formación de políticas e implementación al más bajo nivel de gobierno al cual los objetivos de esa política puedan ser exitosamente logrados”⁸ (Inman y Rubinfeld, 1998). Es por tanto, deseable, establecer políticas que, sin eliminar las transferencias (y su espíritu de mejora en la distribución del ingreso y bienestar social) incentiven a los gobiernos subnacionales a hacerse cargo de su responsabilidad recaudatoria –dadas sus capacidades– con el objetivo de obtener recursos generados en su jurisdicción y utilizarlos para mejorar el nivel de bienestar de su población. Dicho de otra forma, es deseable que los mecanismos bajo los cuales se asignan las transferencias federales hacia las entidades de la federación no desincentiven los esfuerzos de recaudación de los ingresos tributarios locales; es decir, que no desincentiven la eficiencia recaudatoria.

Los principios de descentralización y de subsidiariedad también pueden verse como principios de eficiencia económica (Portuese, 2011; Oates, 1999; Tiebout, 1959). Con excepción de los bienes públicos puros, para los que el costo marginal de un usuario adicional es cero (por ejemplo defensa nacional, investigación científica básica), los gobiernos subnacionales pueden proveer más eficientemente bienes y servicios públicos en comparación con lo que pueden hacer los gobiernos centrales (Inman y Rubinfeld, 1997). Si los beneficios asociados a la provisión de un bien o servicio son internalizados a nivel local o subnacional, es más adecuado que sean los gobiernos locales o subnacionales los que provean tal bien o servicio. En otras palabras, debe haber correspondencia entre contribuyentes y beneficiarios de los servicios públicos proporcionados por cada nivel de gobierno y, siguiendo la teoría de la tributación, esta correspondencia debe dar la pauta para definir las fuentes de financiamiento para los diferentes niveles de gobierno. En este sentido, la descentralización fiscal regida por el principio de subsidiariedad es deseable pero, como hemos mencionado, esta no debe generar incentivos hacia la ineficiencia en la recaudación propia de los gobiernos subnacionales.

⁸ El principio de subsidiariedad debe, en este sentido, promover la reflexión respecto a las capacidades de los gobiernos subnacionales para llevar a cabo el desarrollo de política pública y su implementación, de tal forma que los objetivos de las políticas sean logrados con éxito. Esta idea está en línea con lo que subraya Cabrero (2004) respecto a que la descentralización fiscal debe involucrar un análisis de las capacidades institucionales y administrativas de los gobiernos subnacionales e implementar políticas que fortalezcan las capacidades administrativas y de gestión de dichos gobiernos.

Las transferencias intergubernamentales

Las transferencias intergubernamentales son los recursos transferidos de un orden de gobierno a otro con el fin de financiar las necesidades de gasto del ámbito receptor (INAFED 2011: 20). Son una forma de reasignar los fondos entre los diferentes niveles del sector público (Oates, *op. cit.*: 1124) y, en este sentido, representan un instrumento a través del cual se relacionan los diferentes ámbitos de gobierno en un Estado Federado. Así, aquellos niveles de gobierno que tienen una recaudación de ingresos que resulta mayor a sus gastos pueden transferir ese superávit a otros niveles de gobierno para financiar sus respectivos presupuestos y esto convierte a las transferencias intergubernamentales en un importante y distintivo instrumento de política en el federalismo fiscal.

En particular, las transferencias de recursos federales hacia los gobiernos subnacionales tienen dos funciones que no son mutuamente excluyentes: (1) fortalecer el equilibrio vertical, que consiste en reducir la brecha entre los ingresos propios y las necesidades de gasto de un gobierno; y (2) fortalecer el equilibrio horizontal, que consiste en reducir la brecha entre la capacidad de gasto (o de inversión), entre gobiernos del mismo orden (INAFED, 2011: 20). Con esto se entiende por qué las transferencias son un instrumento de política de suma importancia. En lo que se refiere a la segunda función de las transferencias, esta claramente debe entenderse como una función redistributiva, con el propósito de canalizar fondos de las jurisdicciones relativamente ricas, hacia aquellas relativamente más pobres, en la búsqueda de una mejor distribución del ingreso entre la población y mejores niveles de bienestar social. El carácter redistributivo de las transferencias federales debe ser la base de su justificación y proporciona un ingrediente necesario para mantener unida a la federación.

Como Oates (1999: 1128) señala, otro papel importante que desempeñan las transferencias intergubernamentales es el sostener un sistema impositivo más equitativo y eficiente. Los impuestos administrados centralmente –y de los cuales emanan las transferencias– con un esquema de tasas único no generan inefficiencias asociadas con esquemas impositivos diferentes entre las jurisdicciones y, además, resultan ser más progresivos al desincentivar la relocalización de los contribuyentes hacia lugares con menores tasas impositivas (*ibid*). Estos se consideran fundamentos teóricos sólidos para justificar una política de “ingresos compartidos”, bajo la cual el gobierno central efectivamente funciona como un agente recolector de impuestos de los niveles de gobierno descentralizados y posteriormente transferir esos ingresos hacia estos (*ibid*).

Transferencias federales y esfuerzo fiscal de los gobiernos subnacionales

Lo expuesto hasta ahora proporciona entonces argumentos teóricos que confluyen en favor de la descentralización fiscal y, por tanto, en el uso de uno de sus instrumentos clave de política como lo son las transferencias. Sin embargo, un mal diseño e implementación de las políticas de descentralización fiscal puede generar demasiada dependencia hacia las transferencias intergubernamentales, impidiendo que los objetivos de eficiencia del sector público, así como de creación de condiciones para favorecer el crecimiento y mejorar el bienestar, sean logrados. Por tanto, el diseño e implementación del sistema de transferencias debe ser tal que no incentive inefficiencia en el uso de

los recursos o reduzca el esfuerzo fiscal de los gobiernos subnacionales. Aunque este argumento respecto al *deber ser* de las transferencias es claro, hay en la literatura sobre federalismo fiscal, varios trabajos que presentan evidencia de que el incremento en las transferencias reduce tanto el esfuerzo fiscal como la eficiencia recaudatoria.

Para el caso de México, autores como Cabrero y Orihuela (2000) señalan que, con la creación de nuevas transferencias (como las transferencias condicionadas denominadas aportaciones federales),⁹ se da una inhibición en la búsqueda de ingresos propios cuando esta búsqueda requiere un mayor esfuerzo fiscal de los gobiernos subnacionales. Bonet y Rueda (2011) presentan un modelo para analizar los determinantes del esfuerzo fiscal utilizando un panel de datos para el período 2003-2007 y las 32 entidades federativas en México y muestran evidencia de que una mayor dependencia de las transferencias (medida esta como participación de las transferencias en los ingresos totales en cada entidad) reduce el esfuerzo fiscal.¹⁰ Puente y Rodríguez (2011) estiman la ineficiencia técnica en la recaudación a nivel entidad federativa y, utilizando un modelo de frontera estocástica para un panel de datos en el período 1993-2008, encuentran evidencia de que las entidades que reciben mayores transferencias federales (a través de participaciones y aportaciones) tienden a ser más ineficientes en su recaudación. Por su parte, Aragón y Gayoso (2005) proporcionan evidencia de que las transferencias reducen el esfuerzo fiscal de los gobiernos municipales en Perú.¹¹ Iregui *et al.* (2004) encuentran también evidencia de que la dependencia de las transferencias intergubernamentales reduce la recaudación del impuesto predial a cargo de los municipios en Colombia,¹² donde el impuesto predial es la segunda fuente de ingresos tributarios.

■ *Estructura de los ingresos de los gobiernos estatales en México*

En México, las entidades federativas tienen tres formas de obtener recursos: a través de transferencias del gobierno federal, por deuda pública y por la recaudación de sus ingresos propios. En esta sección se discutirá la primera fuente de ingresos y después se hará un diagnóstico de los ingresos propios, principalmente de los impuestos, debido a que estos representan la mayor proporción con respecto a los ingresos propios de los estados y el Distrito Federal.

⁹ En México, las aportaciones federales son también conocidas como Ramo 33, por su ubicación en el presupuesto de egresos de la federación y fueron formalizadas en 1997. Cabrero y Orihuela (2000) realizan un análisis de la relación entre transferencias y esfuerzo fiscal a nivel municipal utilizando estadística descriptiva.

¹⁰ Estos autores primeramente estiman el esfuerzo fiscal de los estados y el Distrito Federal mediante dos metodologías que consisten en el cálculo de un Índice del Uso del Potencial Fiscal (propuesto por Sobarzo, 2007) y un Índice de Esfuerzo Fiscal (propuesto por Acosta y Bird, 2005). Una vez estimados los índices mencionados, estos son utilizados como variables explicadas en dos diferentes especificaciones para un modelo de regresión de determinantes del esfuerzo fiscal.

¹¹ Los autores estiman el cambio en la recaudación municipal mediante un modelo econométrico utilizando datos (del año 2000 y 2001) para 1,400 municipios peruanos.

¹² En este caso, los autores plantean un modelo econométrico para estimar la recaudación del impuesto predial en función de un conjunto de variables entre las que se encuentra la dependencia de las transferencias. El modelo fue estimado con un panel de datos con una muestra de 295 municipios de Colombia para el período 1990-2002.

Principales Fuentes de Ingresos de las Entidades Federativas: Transferencias Federales

En México, el alto nivel de dependencia de las entidades federativas hacia las transferencias federales se ha venido observando desde 1997, año a partir del cual las transferencias federales han representado más del 80% de los ingresos de las entidades federativas. Así, puede decirse que la primera fuente de recursos de los estados son las transferencias federales y estas se dividen principalmente en dos: participaciones y aportaciones. Las participaciones federales son transferencias no condicionadas, es decir, son recursos de libre disposición para las entidades federativas, mientras que las aportaciones federales son transferencias condicionadas o etiquetadas, lo que significa que los gobiernos estatales y el Distrito Federal deben usar estos recursos para los fines determinados por el gobierno federal como lo son educación, salud, infraestructura social o seguridad pública. El fondo más importante de transferencias federales es el Fondo General de Participaciones (FGP), el cual, tan solo en 2011 consistió –de acuerdo con el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF)– en más de 377 mil millones de pesos (corrientes) que fueron destinados a las entidades federativas. Cada uno de los fondos de participaciones y aportaciones son transferidas a las entidades federativas de acuerdo a las fórmulas de distribución establecidas en la Ley de Coordinación Fiscal.¹³

Como puede observarse en la Gráfica 1, la tendencia del porcentaje que las transferencias federales (Ramo 28 y Ramo 33) representan de los ingresos de las entidades federativas ha sido creciente en el período 1989-2001 y, a partir de entonces, prácticamente se ha mantenido por arriba del 80 por ciento.

Cabe mencionar que una vez transferidos los recursos hacia los estados y el Distrito Federal, estos son los directamente responsables de su distribución en términos de sus respectivas leyes de coordinación hacendaria. Por ejemplo, los gobiernos de los estados tienen la facultad de distribuir a sus municipios los recursos correspondientes al Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento Municipal y Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal (FORTAMUN-DF) y los recursos correspondientes al Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social Municipal (FISM).

Ingresos Propios de las Entidades Federativas

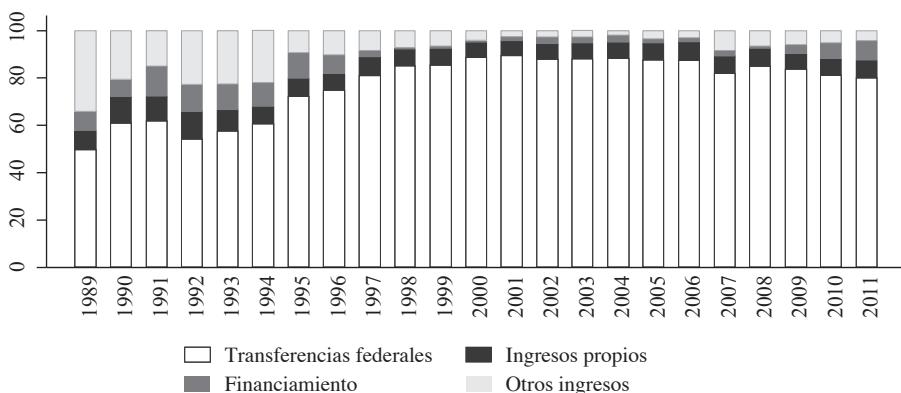
Los ingresos propios de los estados se clasifican en impuestos, derechos, aprovechamientos y contribuciones de mejoras, de acuerdo a las leyes de ingresos de cada entidad. Para el Distrito Federal (DF) aplica la misma clasificación de ingresos propios.¹⁴ La diferencia en la recaudación de este tipo de ingresos para el DF, con respecto a la recaudación de los estados, radica en que el primero tiene la facultad de recaudar el impuesto predial como una especie de impuesto “estatal”, mientras que en los estados,

¹³ Para una detallada explicación sobre los rubros (fondos) que constituyen las participaciones y aportaciones federales así como los criterios para establecer los porcentajes y asignaciones por estado y municipio, véase INAFED, 2011: 42-117.

¹⁴ La estructura de la ley de ingresos del Distrito Federal, para el ejercicio fiscal 2013, consideró ingresos como: impuesto sobre adquisición de inmuebles, de espectáculos públicos, loterías, rifas, sorteos y concursos, nóminas, tenencia o uso de vehículos, por la prestación de servicios de hospedaje (igualmente recaudados en los estados).

Gráfica 1

Estructura de los recursos de las entidades federativas en México. Porcentaje por tipo



Nota: en 1998 se creó el Ramo 33 y en 2000 el Programa de Apoyos al Fortalecimiento de las Entidades federativas (PAFEF) y el ramo 39 en 2003.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

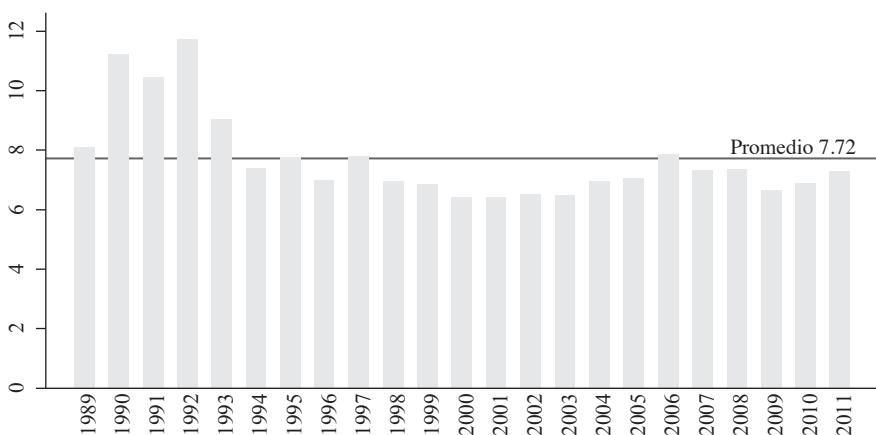
la recaudación de este impuesto es facultad de los gobiernos municipales; esta es una de las diferencias importantes entre el DF y los estados en cuanto a ingresos propios se refiere y representa además una importante limitación para las delegaciones¹⁵ del D.F. en su facultad de recaudación y disposición de recursos.

En la Gráfica 2 se presentan datos sobre la evolución de los ingresos propios de los estados como porcentaje de los ingresos totales. Puede verse que, para el período 1989-2011, el porcentaje de ingresos propios de los estados es de 7.7 por ciento, lo cual resulta ser un porcentaje del total de ingresos bastante bajo si se le compara con el porcentaje promedio de ingresos fiscales sub-nacionales (ingreso fiscal estatal e ingreso fiscal local como porcentaje de los ingresos totales de cada nivel de gobierno) de los países de la OCDE que fue de 39.6 y 37.7 por ciento en 2005 y 2010 respectivamente.¹⁶

¹⁵ Dentro del sistema de organización del gobierno y del sistema político mexicano, el municipio representa la célula menor y la parte más cercana del gobierno con la población; en situación análoga se encuentran las demarcaciones territoriales conocidas como delegaciones políticas del Distrito Federal, con la diferencia de que estas últimas no tienen personalidad jurídica propia, no manejan su patrimonio y, en consecuencia, no administran libremente su hacienda, sino que solamente ejercen un presupuesto autorizado (definición tomada de Valero, 2008). El cobro del impuesto predial es potestad de los gobiernos municipales y del gobierno del DF y representa –quizá– el potencial más grande de ingresos propios para este nivel de gobierno, si se contara con un padrón actualizado y correcto de predios de cada municipio. Tan solo en 2009, la recaudación del predial en México superó los 22,000 millones de pesos en términos reales (mdp de 2003), de los cuales cerca de 7,000 millones de pesos corresponden a la recaudación de predial estatal, es decir, a la del Distrito Federal. En otras palabras, poco más del 31 por ciento de la recaudación del predial en México se recauda en el Distrito Federal.

¹⁶ Promedio de 29 países de la OCDE (se excluye Australia, Chile, Japón, Países Bajos y Turquía por falta de disponibilidad de datos); véase OECD, *Fiscal Decentralisation Data Base, Tax revenue as percentage of total revenue for each level of government (internally consolidated for the Central and Social Security sectors only)*, Table 16.

Gráfica 2
Ingresos propios de las entidades federativas
Porcentaje respecto a ingresos totales



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI

Entre las potestades tributarias que se encuentran actualmente explotadas por todas las entidades federativas está el Impuesto Sobre Nómina (ISN), el cual es la fuente de ingresos propios más importante para la mayoría de las entidades. En el periodo de 2001 a 2007, nueve estados incorporaron este impuesto a su estructura tributaria: Veracruz, Zacatecas, Oaxaca, Michoacán, Colima, Guanajuato, Querétaro, Aguascalientes y Morelos.¹⁷ Para el año 2008, la totalidad de las entidades federativas cobran el ISN, aplicando una gran variedad de esquemas impositivos: con tasas fijas o con esquemas escalonados de acuerdo al número de empleados (que es el caso de Hidalgo), cobrando tasas que varían según el monto de las nóminas (Chihuahua), estableciendo exenciones a empresas con menos de 50 empleados (Oaxaca), entre otros. La importancia del ISN en la recaudación de los ingresos tributarios puede verse en el indicador Impuesto sobre Nóminas/Ingresos Tributarios. En el Cuadro 1 se presenta este porcentaje para el periodo 2003-2008; los datos muestran que este impuesto se ha convertido en el principal instrumento de recaudación de las entidades federativas.

En 2009 se recaudaron poco más de 31.5 mil millones por concepto de ISN en términos reales (de pesos constantes de 2003), lo que representa alrededor del 64 por ciento del total de los ingresos tributarios de los gobiernos estatales. Este impuesto grava la realización de pagos en dinero o en especie por concepto de remuneraciones al trabajo personal. Los estados son responsables de definir la tasa que aplica para las empresas

¹⁷ Durante este periodo, la tasa promedio nacional del ISN es de 1.9 por ciento, siendo la más común la tasa general aplicada al 2 por ciento. Para 2009 y 2010, 20 entidades federativas aplican esta tasa. La tasa general más baja para este impuesto la aplican el estado de Coahuila y Tabasco con el 1%, mientras que los estados de Baja California Sur y México aplican el 2.5%.

que residan dentro de su jurisdicción y la mayoría (20 de ellos) cobra una tasa del 2 por ciento. Los estados que cobran la tasa de ISN más alta del país (de 2.5 por ciento) son Baja California Sur, el estado de México y recientemente Tabasco. Por otra parte, Coahuila cobra una tasa del 1.0 por ciento, siendo la más baja. En términos per cápita, el Distrito Federal es quien tiene una mayor recaudación de ISN. En 2009 se recaudaron poco más de 1,000 pesos (constantes de 2003) por habitante en el D.F., mientras que a nivel nacional, en promedio, se recaudaron 259 pesos (de 2003) por persona y en Oaxaca se observó la menor recaudación de este impuesto con apenas 49 pesos por persona en términos reales (a pesos de 2003). Para el caso del Distrito Federal, la alta recaudación per cápita del ISN se explica como resultado de concentrar el 8.5 por ciento de la población ocupada del país y el 17.3 por ciento de trabajadores registrados en el IMSS (en 2009), además de estar entre las cinco entidades que reportan mayor salario promedio en el país con 366.53 pesos diarios en términos reales (a pesos de 2003), de acuerdo con datos publicados en 2014 por el mismo organismo. El resultado de Oaxaca en relación con el ISN se explica porque es uno de los estados con menor porcentaje de población ocupada en el sector formal: solamente el 3.4 por ciento (para el mismo año) de los trabajadores se reporta en el sector y el 1.1 por ciento de trabajadores se encuentran registrados en el IMSS; estas características, aunadas al hecho de que los salarios promedio son mucho más bajos con relación a los correspondientes del Distrito Federal y la media nacional, ocasionan bajos montos de nómina gravable.

Cuadro 1
Impuesto sobre nómina como porcentaje de los ingresos tributarios
de las entidades federativas 2003-2008

Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Aguascalientes	0	0	0	54.07	75.13	80.26
Baja California	71.41	67.24	69.07	69.65	70.27	69.45
Baja California Sur	49.76	54.94	62.5	56.98	62.27	40.01
Campeche	97.94	97.77	104.24	97.03	97.92	97.86
Chiapas	80.17	83.54	82.01	81.39	81.14	82.77
Chihuahua	77.6	80.4	77.07	73.62	73.86	75.31
Coahuila	72.42	71.46	72.26	72.18	66.86	68.63
Colima	0	0	69.9	76.76	96.35	78.09
Distrito Federal	38.84	41.49	38.4	39.51	39.95	42.17
Durango	35.86	40.8	43.22	41.13	43.31	42.13
Estado de México	90.13	91.07	90.9	83.87	90.25	90.25
Guanajuato	0	0	76.78	79.24	79.96	78.8
Guerrero	32.74	28.91	34.67	32.17	34.56	36.32
Hidalgo	56.64	53.75	52.93	45.55	50.39	69.32
Jalisco	81.81	81.89	80.31	80.89	80.12	80.24
Michoacán	49.08	57.84	60.28	90.54	90.22	91.38
Morelos	0	0	0	0	42.27	31.1

Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Nayarit	36.77	30.22	34.6	34.09	27.92	29.06
Nuevo León	88.84	88.97	88.85	88.98	89.01	87.83
Oaxaca	72.97	73.59	69.77	51.46	49.81	48.63
Puebla	71.8	73.37	81.79	81.84	87.25	86.55
Querétaro	0	0	60.58	65.37	63.9	60.76
Quintana Roo	57.5	52.44	55.19	61.52	51.97	53.3
San Luis Potosí	75.39	100	85.14	86.64	79.31	87.48
Sinaloa	74.9	73.96	75.54	72.27	71.69	76.61
Sonora	65.89	71.58	71.96	74.27	75.35	71.24
Tabasco	78.66	78.33	74.8	70.54	69.71	68.8
Veracruz	90.39	82.19	91.12	90.92	89.15	90.6
Yucatán	74.84	80.47	83.17	76.91	80.3	80.83
Zacatecas	42.15	43.17	39.84	38.2	36.48	34.11
Nacional	55.7	57.94	57.28	58.63	61.24	62.27

Fuente: aregional.com (2009, 4.6, p. 182).

Los estados también pueden cobrar impuestos sobre tenencia de vehículos de más de 10 años¹⁸ y, con la Reforma de 2007, se otorgó a las entidades federativas la posibilidad de legislar localmente sobre la tenencia de vehículos. En 2009 se recaudaron más de 20 mil millones de pesos en términos reales (pesos de 2003) por la tenencia federal, así como 1,760 millones de pesos en términos reales por tenencia estatal. Entre los demás impuestos que son potestad tributaria de las entidades federativas en México se encuentran el impuesto sobre enajenación de vehículos de motor, impuesto sobre hospedaje, impuesto sobre loterías, rifas, concursos y premios, impuestos cedulares, impuestos sobre diversiones y espectáculos públicos, entre otros. Sin embargo, la proporción que estos representan de los ingresos propios es muy pequeña en comparación con la correspondiente del ISN.

■ *Metodología*

Una de las contribuciones de la presente investigación es la estimación de la capacidad fiscal de las entidades federativas en México para el período 2003-2010, que permite además, estimar la eficiencia recaudatoria o esfuerzo fiscal de las entidades con el objeto de probar si, estadísticamente hablando, las transferencias federales reducen la eficiencia recaudatoria. Existen en la literatura trabajos previos que han utilizado diferentes metodologías aplicadas a datos de México con el objetivo de estimar la capacidad tributaria

¹⁸ Citando a Puente y Rodríguez (2011) se sabe que “Previo a la publicación del Decreto del 21 de diciembre de 2007, ocho de las entidades federativas ya tenían la facultad de cobrar el impuesto sobre tenencia para vehículos con antigüedad mayor a diez años, ya que estos vehículos se encontraban gravados a tasa cero en la Ley sobre Tenencia de carácter federal, actualmente abrogada. [...] En dicho Decreto se establecen las facultades para que las entidades federativas se queden con las contribuciones derivadas del cobro a la tenencia o uso de vehículos de menos de 10 años de antigüedad, a condición de que las entidades contemplen este gravamen como impuesto local”. Para más detalles véase Puente y Rodríguez, 2011: 295-302.

y el correspondiente esfuerzo fiscal. Sobarzo (2006) construye un Índice de Uso de Potencial Fiscal (IUPF) en el que compara la recaudación fiscal efectiva de los impuestos operados por los estados y de los impuestos federales y la compara con la potencialidad fiscal proveniente del correspondiente impuesto. La metodología de Sobarzo (*op. cit.*) para la estimación de la potencialidad fiscal se basa en la construcción de un sistema fiscal representativo (originalmente propuesto por Sobarzo, 2004)¹⁹ y no en un enfoque econométrico. Bonet y Rueda (2011) estiman dos indicadores de esfuerzo fiscal para los estados mexicanos, con datos anuales que comprenden el período 2003-2007. El primero de los indicadores que construyen los autores se basa en el IUPF de Sobarzo y el segundo es el índice de esfuerzo fiscal (IEF)²⁰ que, al igual que el IUPF, no utiliza un enfoque econométrico.²¹ Autores como Aguilar (2009, 2010),²² Ramírez y Erquizio (2011)²³ y Puente y Rodríguez (2011)²⁴ utilizan modelos de frontera estocástica para estimar la recaudación potencial y la eficiencia recaudatoria para el caso de México, en diferentes períodos y con diferentes niveles de agregación de los datos (municipal y estatal). Continuando con los estudios realizados para México, Castañeda y Pardinas (2012) también utilizan el modelo de frontera estocástica para estimar por separado el potencial de la recaudación per cápita estatal, la recaudación del impuesto sobre nómina por trabajador, el potencial

¹⁹ De acuerdo con el autor, la metodología del sistema fiscal representativo consiste en la estimación de una tasa impositiva efectiva para cada estado y cada impuesto particular, definida como: la recaudación impositiva como proporción de la base gravable, donde esta última debe ser una medida razonable de la capacidad impositiva. El autor también señala que esta metodología, a diferencia de los modelos o enfoques económétricos, “[...] esclarece mejor la contribución particular de los impuestos específicos al esfuerzo fiscal acumulado relativo”. Véase Sobarzo, 2006: 822.

²⁰ Estos autores definen el IEF como el cociente de los ingresos tributarios totales del estado *i* en el año *t* ponderados por la participación del agregado de ingresos tributarios de los 32 estados en el PIB nacional correspondiente al año *t*, entre el PIB del estado *i* en el año *t*. Véase Bonet y Rueda, 2011: 15-16.

²¹ Como se ha mencionado en la nota al pie (10), una vez realizadas las estimaciones del IUPF y del IEF, Bonet y Rueda (2011) llevan a cabo la estimación de un modelo económétrico con datos panel con el fin de analizar los determinantes del esfuerzo fiscal de los estados.

²² Aguilar (2009) estima, mediante un modelo de frontera estocástica, la capacidad tributaria y la eficiencia técnica recaudatoria con datos para México de 1992 a 2005. El autor primeramente utiliza datos agregados a nivel entidad federativa y el Distrito Federal (DF) y después a nivel municipal para muestras separadas de municipios capital y municipios del interior del estado al que pertenecen. En un trabajo posterior, Aguilar (2010) realiza la estimación mediante la misma metodología ahora aplicada a datos del DF y 25 municipios de zonas metropolitanas de México para el período 1992-2007. Las variables que incluye como determinantes de la capacidad fiscal son: PIB municipal, población del municipio, índice de Gini del estado al que pertenece el municipio, PIB industrial como proporción del PIB municipal y proporción de población urbana en el municipio.

²³ Los autores utilizan el modelo de frontera estocástica para estimar la capacidad recaudatoria (en impuestos y en ingresos propios) y la eficiencia recaudatoria de las entidades federativas de México para el período 2005-2009. Las variables explicativas son PIB estatal por habitante, tasa de participación económica (PEA/población en edad de trabajar), tasa de inflación y tasa de empleo informal. Un inconveniente del modelo estimado por estos autores se relaciona con la forma funcional; en particular, las tasas de inflación y de informalidad se encuentran expresadas en logaritmos, lo que no resulta apropiado para la interpretación de los resultados.

²⁴ Estos autores utilizan el modelo de frontera estocástica para estimar la capacidad tributaria y también para modelar por separado los efectos de ineficiencia en la recaudación. Su muestra consiste en un panel de datos a nivel entidad federativa para el período 1993-2008. Incluyen como variables explicativas en la función de capacidad tributaria el PIB estatal, número de empleados registrados en el IMSS, el porcentaje de ocupación hotelera y la densidad poblacional estatal. Para modelar la eficiencia técnica en la recaudación, utilizan las variables explicativas siguientes: nivel educativo promedio de la población, proporción de participaciones federales a egresos de la entidad, proporción de aportaciones a egresos, proporción de deuda a aportaciones.

recaudatorio per cápita municipal y el potencial recaudatorio municipal del impuesto predial per cápita.²⁵ De manera simultánea, Castañeda y Pardinas (*op. cit.*) estiman el esfuerzo recaudatorio para cada una de las funciones de ingreso tributario de los estados y de los municipios. El enfoque de frontera estocástica ha sido utilizado también para estimar funciones del potencial de ingresos propios de las provincias en Indonesia (Alfirman, 2003), del potencial de ingresos propios estatales en India (Garg *et al.*, 2014) y para estimar el potencial recaudatorio y esfuerzo fiscal a nivel país (Fenochietto y Pessino, 2013).²⁶ Para el propósito que nos ocupa, en el presente trabajo se utiliza un modelo de frontera estocástica con efectos de ineficiencia, cambiantes en el tiempo aplicado a un panel de datos, y la contribución particular se enfoca primeramente en la inclusión de variables explicativas para la función de recaudación potencial (frontera recaudatoria), que consideramos importantes indicadores de las bases tributarias y cuya omisión puede occasionar subestimación del potencial recaudatorio, generando esto a su vez sobreestimación de la eficiencia en la recaudación de las entidades. Estas variables son: el porcentaje de PIB del sector de servicios de alojamiento temporal y de preparación de bebidas (como proxy para la base del impuesto sobre hospedaje) y el número de vehículos registrados (como proxy de los ingresos por concepto de tenencia y otros derechos asociados al uso de vehículos). Cabe señalar que la metodología de frontera estocástica con efectos cambiantes en el tiempo, para el caso de México, ha sido aplicada por Aguilar (2009) con datos agregados a nivel estatal y municipal y para el período 1992-2005, pero el conjunto de insumos incluidos para la función de recaudación es diferente al propuesto en el presente trabajo. En segundo término se propone un enfoque de dos etapas para analizar la evidencia respecto a la influencia de las transferencias federales sobre la eficiencia recaudatoria propia de las entidades federativas. Este enfoque consiste en que, una vez estimada la frontera de recaudación potencial y haberse obtenido la correspondiente predicción de efectos de ineficiencia, estos últimos pueden utilizarse en una segunda etapa para modelar una ecuación de los efectos de ineficiencia en función de otras variables explicativas, entre las que se encuentran las transferencias como porcentaje de los ingresos totales de cada entidad.

Los estudios pioneros del modelo de frontera estocástica fueron hechos por Aigner *et al.* (1977), Meeussen y van den Broeck (1977). La contribución de estos autores consistió en modelar econométricamente una función producción y en estimar la eficiencia técnica de las empresas; es decir, el estudio de los autores compara la producción observada con la capacidad productiva (estimada) dada la tecnología de la empresa para determinar los niveles de ineficiencia. Así, los modelos de frontera estocástica de producción parten del supuesto de que cada empresa produce menos de lo que potencialmente podría, debido a cierto grado de ineficiencia en los procesos de producción.

²⁵ Los autores especifican como variables explicativas para la recaudación total de impuesto estatal y la recaudación del ISN solamente dos variables: la población económicamente activa como proporción de la población total del estado y el PIB per cápita. Así mismo, para las funciones de recaudación tributaria municipal y del impuesto predial, las variables explicativas son el cociente de dependencia económica de la población y el PIB per cápita municipal.

²⁶ Los autores estiman el potencial recaudatorio de 113 países en un contexto de datos panel y tomando en cuenta variables demográficas y económicas específicas por país y características institucionales.

Utilizando el concepto de frontera de producción estocástica, en el presente trabajo se aplica esta metodología para modelar la frontera estocástica de recaudación tributaria de los gobiernos estatales y del Distrito Federal y así estimar la capacidad recaudatoria (en función de un conjunto de variables que la explican) para, a su vez, obtener una estimación de la eficiencia recaudatoria, la cual compara la recaudación observada con la capacidad recaudatoria de los gobiernos de las entidades federativas.

El modelo de frontera estocástica

Para poder entender de forma clara la metodología e implicaciones de un modelo de frontera estocástica, analizaremos primeramente el modelo de frontera de producción estocástica planteado por Batese y Coelli (1992) y Coelli *et al.* (2005), el cual es una ampliación del modelo planteado por Aigner *et al.* (*op. cit.*) y Meeusen y van den Broeck (*op. cit.*). Podemos comenzar por suponer que una empresa tiene una función producción con tecnología dada. En un mundo sin ineficiencia y sin choques aleatorios, la empresa i podría producir: $q_i = f(\mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta})$, donde q_i es el producto de la i -ésima empresa, \mathbf{x}_i es el vector de insumos, $\boldsymbol{\beta}$ es un vector de parámetros.

Como hemos mencionado, el elemento fundamental en el análisis de frontera estocástica es el supuesto de que cada empresa produce menos de lo que podría (dada su tecnología) porque existe cierto grado de ineficiencia en la producción. Específicamente, la frontera de producción está determinada por la tecnología y la eficiencia en los procesos:²⁷

$$(1a) \quad q_i = f(\mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta}) \xi_i$$

Donde ξ_i es el grado o nivel de eficiencia (eficiencia técnica) de la empresa i el cual debe estar en el intervalo $(0, 1]$. De esta forma, si $\xi_i = 1$, la empresa estará alcanzando su nivel de producción óptimo dada su tecnología $f(\mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta})$; es decir, no habrá ineficiencia en la producción. Pero si $\xi_i < 1$, la empresa estará produciendo ineficientemente dados sus insumos y tecnología. La especificación en (1a) sugiere que todas las desviaciones desde la frontera determinística son resultado de la ineficiencia técnica (Coelli *et al.*, *op. cit.*). Ahora bien, cuando la producción también está sujeta a choques aleatorios v_i , los cuales están fuera del control de las empresas, entonces la frontera de producción es estocástica y la cantidad que puede producir la i -ésima empresa queda especificada como:

$$(1b) \quad q_i = f(\mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta} + v_i) \xi_i$$

siendo v_i un término de error aleatorio (ruido) simétrico (es decir, puede ser negativo o positivo). Si ahora se define $u_i = -\ln(\xi_i)$, entonces la frontera de producción es la siguiente:

²⁷ Stata Reference Manual, Release 2013.

$$(1c) \quad q_i = f(\mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta} + v_i) \exp(-u_i)$$

donde u_i es una variable aleatoria asociada con la eficiencia técnica (*ibid*) y el restringir $u_i \geq 0$ implica que $0 < \xi_i \leq 1$, como se especificó anteriormente. Estas características del modelo de frontera estocástica pueden representarse gráficamente si suponemos que cada empresa i , utiliza un solo insumo x_i y si suponemos –por ejemplo– que $f(\mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta})$ es una función exponencial. Entonces, siguiendo a Coelli *et al.*, (*op. cit.*) tenemos:

$$(2) \quad q_i = \exp[\beta_0 + \beta_1 \ln(x_i)] \times \exp(v_i) \times \exp(-u_i)$$

Donde el término $\exp[\beta_0 + \beta_1 \ln(x_i)]$ representa la parte determinística de la frontera de producción, el término de error aleatorio $\exp(v_i)$ es ruido asociado con errores de medición, omisión, etc. y el término $\exp(-u_i)$ representa el grado de o nivel de eficiencia en la producción dada la tecnología. Puede observarse en la ecuación (2) que, de no haber efectos de ineficiencia (es decir si $u_i = 0$ lo que implica que $\xi_i = 1$), las empresas podrían producir la cantidad que a continuación se expresa:

$$(3a) \quad q_i^* = \exp[\beta_0 + \beta_1 \ln(x_i)] \times \exp(v_i)$$

que también puede expresarse como:

$$(3b) \quad q_i^* = \exp[\beta_0 + \beta_1 \ln(x_i) + v_i]$$

Entonces, la producción estocástica q_i^* fluctuaría alrededor de la producción determinística dada por el término $\exp[\beta_0 + \beta_1 \ln(x_i)]$. Ahora bien, la ecuación (2) que incluye los efectos de ineficiencia técnica también puede expresarse como:

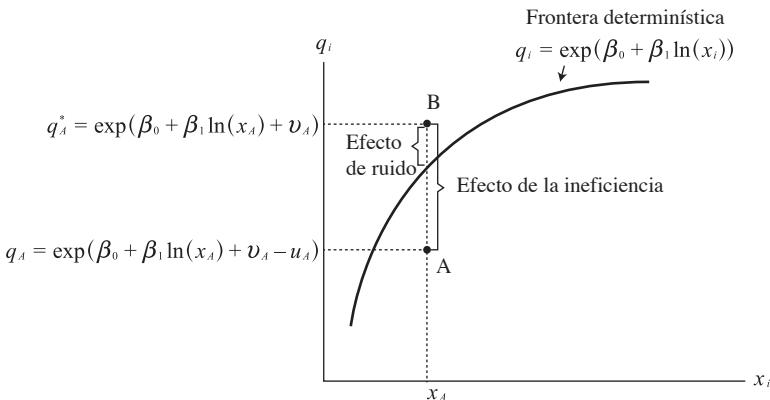
$$(4) \quad \ln(q_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_i) + v_i - u_i$$

Con lo que se tiene una función producción Cobb-Douglas. La Gráfica 3 presenta la frontera de producción determinística que refleja rendimientos decrecientes a escala. El punto **A** representa el caso en el que la empresa utiliza un nivel de insumo x_A para obtener un nivel de producción q_A (el cual es observado), considerando que es ineficiente en la producción ($u_A > 0$, es decir $0 < \xi_A < 1$). Sin embargo, si no hubiera ineficiencia (es decir, si $u_A = 0$ implicando $\xi_A = 1$), entonces el nivel de producción (no observado) podría ser q_A^* (punto **B** en la gráfica). En este ejemplo vemos que el efecto de la ineficiencia es mayor al ruido ($v_A - u_A < 0$) implicando que el nivel de producción observado quede por debajo de lo que la empresa podría producir dada su tecnología (frontera determinística).

Estimación del grado de eficiencia técnica

Si bien el modelo de frontera estocástica permite la estimación de la capacidad productiva, una de sus aplicaciones más útiles se centra en la predicción de los efectos

Gráfica 3
Frontera Determinística y Frontera Estocástica



Fuente: Elaboración propia con base en Coelli *et al.* (2005, cap 9).

de ineficiencia u_i y en la estimación de la correspondiente eficiencia técnica (ξ_i) para cada unidad i . Una forma común para medir la eficiencia técnica (en la producción) es a través del cociente del producto observado entre su correspondiente frontera estocástica o capacidad productiva (*ibid*); esto es:

$$(5) \quad \xi_i = \frac{q_i}{\exp[\beta_0 + \beta_1 \ln(x_i) + v_i]} = \frac{\exp[\beta_0 + \beta_1 \ln(x_i) + v_i - u_i]}{\exp[\beta_0 + \beta_1 \ln(x_i) + v_i]} = \exp(-u_i)$$

Como se explicó en párrafos anteriores, la eficiencia técnica toma valores entre cero y uno y mide la producción observada de la i -ésima empresa como proporción de la producción que podría ser generada si esta fuera plenamente eficiente utilizando el mismo vector de insumos. Un valor de ξ_i cercano a cero indica mayor grado de ineficiencia, mientras que un valor de ξ_i cercano a 1 indica menor grado de ineficiencia.

El modelo de frontera estocástica aplicado a la función de recaudación tributaria

El modelo que hemos descrito hasta ahora ha sido el de una frontera de producción y utilizando datos de corte transversal. Para el presente trabajo de investigación, el interés se centra en estimar una función de recaudación potencial o capacidad tributaria para las 32 entidades federativas en México utilizando un panel de datos que abarca el período 2003-2010, así como también en estimar la eficiencia recaudatoria (o eficiencia técnica en la recaudación). Para ello seguiremos el trabajo de Battese y Coelli (*op. cit.*), quienes presentan un modelo de frontera de producción estocástica aplicado a un panel de datos que incorpora el concepto de efectos de ineficiencia cambiantes en el tiempo

(*time varying effects*).²⁸ Siguiendo entonces con el desarrollo del modelo explicado en las secciones “El modelo de frontera estocástica” y “Estimación del grado de eficiencia técnica”, tenemos que la función de recaudación tributaria (o frontera de recaudación) toma la siguiente forma:

$$(6) \quad R_{it} = \exp(\mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta})\exp(v_{it} - u_{it})$$

O bien:

$$(7) \quad \ln(R_{it}) = \mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta} + v_{it} - u_{it}$$

Donde

R_{it} = Recaudación tributaria (ingresos propios) en la entidad federativa i en el período t .

\mathbf{x}_{it} = Vector de $1 \times K$ variables explicativas que representan el vector de variables que influyen la recaudación en la entidad federativa i en el período t .

$\boldsymbol{\beta}$ = Vector columna de $K \times 1$ parámetros (desconocidos) del modelo.

Finalmente v_{it}, u_{it} son los residuales aleatorios y los efectos de ineficiencia respectivamente²⁹ donde, siguiendo a Batesse y Coelli (*op. cit.*), se tiene que:

$$(8) \quad v_{it} \sim iidN(0, \sigma_v^2)$$

Y para el modelo con efectos de ineficiencia cambiantes en el tiempo, los mismos autores sugieren modelar u_{it} como una variable aleatoria normal-truncada y multiplicada por una función específica del tiempo; es decir, u_{it} se define como:

$$(9) \quad u_{it} = \{\exp[-\eta(t-T_i)]\}u_i = \eta_{it}u_i$$

Donde η es un parámetro desconocido, T_i es el último período observado en el panel siendo $T_i = T \forall i$ si el panel es balanceado; se asume además que las u_i 's son términos aleatorios independiente e idénticamente distribuidos provenientes de una distribución normal-truncada no negativa;³⁰ es decir:

$$(10) \quad u_i \sim iidN+(0, \sigma_u^2)$$

²⁸ Schmidt y Sickles (1984) desarrollaron un modelo para capturar la ventaja de contar con un panel de datos, pero este modelo no considera la posibilidad de modelar efectos ineficiencia cambiantes en el tiempo.

²⁹ La ecuación (7) puede tomarse como una variante de un modelo de datos panel en el que v_{it} es un término de error idiosincrático y u_{it} es un efecto cambiante en el tiempo. La mayoría de la literatura econométrica para este tipo de modelos se enfoca entonces en la derivación de los estimadores del modelo bajo diferentes especificaciones o modelos para u_{it} (*xtfrontier*, Stata 13, Reference manual).

³⁰ La función de densidad normal truncada positiva para la variable aleatoria u_i queda expresada como sigue:

$$f(u_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times \sigma [1 - \phi(-\mu/\sigma)]} \exp\left[\frac{-(u_i - \mu)^2}{2\sigma^2}\right]$$
 donde $\phi(\cdot)$ representa la función de densidad para una distribución normal estándar. Para mayores detalles véase Battese y Coelli (1992: 159-161).

Adicionalmente se asume que u_i y v_u son independientes entre sí e independientes de las variables explicativas del modelo contenidas en el vector x_{it} –lo que implica que no hay problema de endogeneidad.³¹ Debe notarse que cuando $\eta > 0$, los efectos de ineficiencia u_{it} decrecen con el tiempo (es decir, la eficiencia técnica aumenta) y cuando $\eta < 0$, los efectos de ineficiencia crecen (la eficiencia técnica decrece); mientras que, cuando $\eta = 0$, el modelo se reduce a una especificación con efectos de ineficiencia invariantes en el tiempo (*time invariant model*). Por tanto, para probar si la especificación del modelo con efectos de ineficiencia cambiantes en el tiempo es la adecuada, será necesario probar si estadísticamente hablando $\eta = 0$. Ahora bien, para poder llevar a cabo la estimación de los efectos de ineficiencia y realizar las pruebas de hipótesis relevantes resulta conveniente definir los siguientes términos:

³¹ El supuesto de NO endogeneidad es un supuesto que puede ser cuestionable en el modelo. Por ejemplo, es probable que ante un choque aleatorio adverso en el producto (e.g. reducción en la tasa de crecimiento) disminuya el esfuerzo recaudatorio estatal y se busque a su vez un mayor apoyo federal a través de transferencias. Esto implicaría que es posible que la covarianza entre el PIB y los efectos de ineficiencia sea diferente de cero; es decir, implicaría la posibilidad de que haya un problema de endogeneidad (aunque es posible que sea el PIB en el período t-1 el que esté correlacionado con el efecto de ineficiencia en t). Otro ejemplo ilustrativo de la posibilidad de endogeneidad es el caso de la tasa de ocupación en el sector informal (tos), ya que es probable que la tasa de informalidad, además de explicar un nivel menor en la base tributaria (y por tanto un valor esperado menor en la recaudación por evasión fiscal), esté correlacionada con bajos esfuerzos en la recaudación (es decir, con la ineficiencia recaudatoria).

La literatura que trata el problema de endogeneidad en el contexto de modelos de frontera estocástica es muy reciente. Sin embargo, existe una preocupación creciente sobre el tema debido a que la consistencia de los estimadores depende de la exogeneidad de las variables explicativas (Amsler *et al.*, 2015). El manejo del problema de endogeneidad en el contexto de modelos de frontera estocástica es mucho más complejo comparado con el caso estándar de modelos de regresión, debido a la naturaleza estocástica del término de error (Kutlu, 2013). El problema radica en que la endogeneidad en el contexto de los modelos de frontera estocástica puede surgir por dos razones (Karakaplan y Kutlu, 2015): la primera porque el término aleatorio simétrico (v_u) puede estar correlacionado con las variables explicativas y la segunda porque el efecto de ineficiencia (no simétrico v_u) puede estar correlacionado con las variables explicativas causando correlación a su vez con el término aleatorio simétrico. La metodología sugerida para la estimación de modelos de frontera estocástica con regresores endógenos ha sido la de máxima verosimilitud con un enfoque apropiado de variables instrumentales que, como indican Karakaplan y Kutlu (2015), consiste en modelar la función de distribución conjunta de la variable dependiente y la(s) variable(s) endógena(s) y entonces maximizar la correspondiente función de verosimilitud. Pero, como también indican los autores, esto resulta en un procedimiento mucho más complicado por la naturaleza no simétrica de los efectos de ineficiencia. Debido a que este procedimiento se basa en la disponibilidad de información fuera del modelo para construir instrumentos, Tran y Tsionas (2015) proponen un método alternativo para tratar el problema de endogeneidad en modelos de frontera estocástica que no requiere de información fuera del modelo para la construcción de los instrumentos. Su método se basa en una función cúpula Gausiana para modelar las distribuciones marginales de los regresores endógenos y el error compuesto, separadamente de su dependencia. Cabe mencionar que, Karakaplan y Kutlu (2015) señalan que otras metodologías basadas en el método generalizado de momentos (aplicadas en datos longitudinales), como las propuestas por Millimet y Collier (2008) y Guan *et al.* (2009), producen estimadores inconsistentes. Es también necesario señalar que las metodologías propuestas por Karakaplan y Kutlu (2015) y por Tran y Tsionas (2015) fueron desarrolladas para ser aplicadas en datos de corte transversal. Incluso Karakaplan (2015) ha desarrollado un comando de STATA para la estimación del modelo de frontera estocástica con regresores aleatorios. De igual forma, los métodos propuestos por Amsler *et al.* (2015), basados en (1) Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E) y (2) en Máxima Verosimilitud con Información Limitada (MVIL), son para su aplicación en datos de corte transversal. La metodología y software utilizando MC2E o bien Máxima Verosimilitud no se han desarrollado aún para modelos de frontera estocástica con panel de datos y mucho menos para el caso de efectos de ineficiencia cambiantes en el tiempo.

$$(11) \quad e_{it} = R_{it} - \exp(\mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta}) = v_{it} - u_{it}$$

Y dado que u_{it} es independiente de v_{it} , se tiene que:

$$(12) \quad \sigma_e^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$$

Adicionalmente definimos:³²

$$(13) \quad \gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_e^2}$$

Considerando las expresiones (12) y (13) puede verse que, mientras más importantes sean los efectos de ineficiencia en la variabilidad de la recaudación, el valor de $\hat{\gamma}$ será mayor (y cercano a 1); así, en el caso extremo $\gamma = 0$ cuando no hay efectos de ineficiencia en la recaudación –ya que todas las desviaciones desde la frontera de recaudación potencial estarían explicadas solamente por el término v_{it} que representa choques aleatorios³³ fuera del control de los gobiernos estatales en cuanto a recaudación se refiere– y un valor de $\hat{\gamma}$ cercano a uno significa que los efectos de ineficiencia son importantes para explicar la recaudación tributaria de las entidades federativas.

Estimación de la Eficiencia Recaudatoria o Esfuerzo Fiscal

Siguiendo la expresión (5) que define el grado de ineficiencia técnica en la producción, podemos definir la medida de Eficiencia Recaudatoria o Esfuerzo Fiscal para la i -ésima entidad federativa en el período t como el cociente entre la recaudación observada R_{it} y la recaudación potencial R_{it}^* ; es decir:

$$(14) \quad \xi_{it} = \frac{R_{it}}{R_{it}^*} = \frac{\exp(\mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta})\exp(v_{it}-u_{it})}{\exp(\mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta})\exp(v_{it})} = \exp(-u_{it})$$

La estimación del grado de Eficiencia Recaudatoria ξ_{it} se reduce entonces a la estimación de los efectos de ineficiencia u_{it} , lo cual es un procedimiento post-estimación

³² Generalmente, el software utilizado para el procedimiento de estimación reporta la estimación del parámetro $\hat{\gamma}$ en vez de σ_e^2 y σ_u^2 por separado.

³³ Recuérdese que una de las características del modelo de frontera estocástica (aplicado en este caso a la función de recaudación tributaria) se refiere a que la capacidad de recaudación está dada por la tecnología y la eficiencia en los procesos recaudatorios, entendida esta última como la habilidad de los gobiernos estatales para obtener el máximo ingreso tributario dadas las bases impositivas (véase Coelli *et al.*, 2005, para la aplicación del modelo en la frontera de producción); y para tomar en cuenta que la recaudación también está sujeta a choques aleatorios fuera del control de los gobiernos estatales se introduce el término estocástico v_{it} . Como se indica en las ecuaciones (1b) y (1c), la variabilidad de la recaudación (dado el nivel de la base impositiva) alrededor de la frontera determinística estaría entonces explicada por las variaciones de los dos términos aleatorios v_{it} y u_{it} ; es decir $\sigma_e^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$. Cuando no hay efectos de ineficiencia técnica en la recaudación, u_{it} es igual a cero (para toda i, t) y la varianza de la recaudación es totalmente explicada por la varianza de los choques aleatorios fuera del control de los gobiernos estatales, implicando que $\sigma_u^2 = 0$. Esta es la razón por la que el parámetro γ en el modelo es igual a cero cuando no hay efectos de ineficiencia técnica.

de los parámetros del modelo descrito para R_{it} en las expresiones (6) a la (13). Una vez estimado el modelo (por máxima verosimilitud),³⁴ las correspondientes estimaciones para u_{it} se obtienen de la expresión de la media de la distribución condicional $f(u|e)$,³⁵ (Battese y Coelli, *op. cit.*, Stata,³⁶ 2013) es decir, de:

$$(15) \quad E(u_{it}|e_{it}) = \tilde{\mu}_i + \tilde{\sigma}_i \left\{ \frac{\phi(-\tilde{\mu}_i/\tilde{\sigma}_i)}{1 - \Phi(-\tilde{\mu}_i/\tilde{\sigma}_i)} \right\}$$

Donde $\phi(\cdot)$ y $\Phi(\cdot)$ son la función de densidad y distribución de probabilidad acumulada, para una variable aleatoria normal estándar respectivamente, y donde:

$$(16) \quad \tilde{\mu}_i = \frac{\mu \sigma_v^2 - \sum_{t=1}^T \eta_{it} e_{it} \sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sum_{t=1}^T \eta_{it}^2 \sigma_u^2}$$

$$(17) \quad \tilde{\sigma}_i^2 = \frac{\sigma_v^2 \sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sum_{t=1}^T \eta_{it}^2 \sigma_u^2}$$

Habiéndose estimado los efectos de inefficiencia mediante la sustitución de los parámetros en las expresiones (15) a la (17) por sus respectivas estimaciones, procedemos a obtener las estimaciones del término de eficiencia en la recaudación ξ_{it} para la entidad federativa i en el período t , estimaciones que se obtienen de la expresión de la media de $\exp(-u_{it})$ condicional en e_{it} (*ibid.*); es decir, de:

$$(18) \quad E[\exp(-u_{it})|e_{it}] = \left[\frac{1 - \Phi\{\eta_{it}\tilde{\sigma}_i - (\tilde{\mu}_i/\tilde{\sigma}_i)\}}{1 - \Phi(-\tilde{\mu}_i/\tilde{\sigma}_i)} \right] \exp\left(-\eta_{it}\tilde{\mu}_i + \frac{1}{2}\eta_{it}^2\tilde{\sigma}_i^2\right)$$

Cabe señalar que la estimación de los efectos de inefficiencia (ecuación 15) no solamente permite la obtención de estimaciones del término de eficiencia recaudatoria, sino que permite, en una segunda etapa, probar si, estadísticamente hablando, las trans-

³⁴ Como se mencionó en la nota al pie 31, el supuesto de exogeneidad es cuestionable en el modelo. La posibilidad de presencia de regresores endógenos en el modelo sin duda requiere de una metodología que produzca estimadores consistentes como podrían ser MC2E y MVIL. La literatura econométrica reciente (Karakaplan y Kutlu, 2015, Trans y Tsionas, 2015, Amsler *et al.*, 2015) sugiere estos métodos de estimación, pero para ser aplicados en datos de corte transversal. El artículo de Amsler *et al.* (2015) presenta una aplicación de MC2E y MVIL a datos de 137 granjas lecheras del norte de España, durante el período 1999-2010. Sin embargo, como los mismos autores señalan, en la aplicación de la metodología se ignora la naturaleza panel de los datos para hacer que el análisis empírico refleje mejor las técnicas descritas en su artículo (*Ibid.*: 21). Podría decirse que, por ahora, los métodos consistentes para estimación de modelos de frontera estocástica con regresores endógenos y para aplicarse en datos panel son un tema por desarrollar en la econometría teórica.

³⁵ La derivación detallada de la función de densidad condicional $f(u|e)$ se encuentra en Battese y Coelli, (*op. cit.*: 164).

³⁶ Stata, Longitudinal data/Panel data Reference Manual, Release 13. *xtfrontier*

ferencias federales hacia los estados reducen la eficiencia en la recaudación. El procedimiento para realizar esta prueba se basa en estimar un modelo para los efectos de ineficiencia –obtenidos a través de la estimación de la frontera estocástica y considerando que tienen una distribución normal truncada– en función de las trasferencias federales expresadas como porcentaje de los ingresos totales de las entidades federativas y se explica más adelante a detalle en la sección “Estimación del efecto de las transferencias federales en la eficiencia recaudatoria de las entidades federativas”.

Pruebas de hipótesis relevantes para el modelo de frontera estocástica

El modelo de frontera estocástica es adecuado para explicar la eficiencia en la producción o bien la eficiencia recaudatoria (como es en nuestro caso) si se cumplen ciertos supuestos. Así, el proceso de estimación del modelo mediante máxima verosimilitud nos permite realizar pruebas de hipótesis para validar los supuestos y, entre ellos, validar la presencia de efectos de ineficiencia (lo que implicaría que $\xi_u < 1$) y si estos efectos cambian en el tiempo (lo que implicaría que $\eta \neq 0$).

En particular, considerando el planteamiento del modelo de frontera de recaudación tributaria que hemos descrito, podemos plantear las siguientes hipótesis que resultan relevantes en el contexto de nuestro análisis:

- $H_0: \gamma = \mu = \eta = 0 \rightarrow$ No hay efectos de ineficiencia en la recaudación.
- $H_0: \mu = 0 \rightarrow$ Los efectos de ineficiencia provienen de una distribución *half-normal*: $u_{it} \sim iidN^+(0, \sigma_i^2)$.
- $H_0: \eta = 0 \rightarrow$ Los efectos de ineficiencia son invariantes en el tiempo
(la eficiencia no mejora con el tiempo).

Resumiendo lo anterior, las pruebas de hipótesis sobre los parámetros $\hat{\gamma}$, μ y η permiten corroborar si el método de estimación de frontera estocástica es el adecuado para el modelo de recaudación tributaria planteado. Además, si el modelo de frontera estocástica es el adecuado, la prueba de hipótesis sobre η permite verificar si la eficiencia en la recaudación mejora con el tiempo. Estas pruebas de hipótesis pueden realizarse utilizando la prueba de cociente de verosimilitud (Likelihood Ratio Test), en cuyo caso el estadístico de prueba tiene una distribución χ_J^2 donde J es el número de restricciones que se prueban.

■ *Las variables y los datos*

El modelo explicado permite estimar la capacidad máxima recaudatoria (en ingresos propios) que las entidades federativas podrían obtener utilizando las bases impositivas y realizando la recaudación de forma eficiente, lo que denominamos frontera de recaudación. Y como hemos explicado ya, el modelo también permite estimar la eficiencia recaudatoria (o esfuerzo fiscal) de las entidades federativas. La frontera de recaudación es una función de las bases impositivas. Sin embargo, la información sobre bases impositivas por impuesto (estatal) no se encuentra disponible, por lo que es necesario

utilizar variables que influyen en ellas. En el caso específico del modelo que se estima en el presente trabajo, el vector \mathbf{x}_{it} contiene las siguientes variables que se consideran determinantes de la recaudación propia de las entidades federativas:

$$\mathbf{x}_{it} = (LPIB_{it}, POB_{it}, LT_IMSS_{it}, PIB_SERV_{it}, LVEHIC_{it}, TOSI_{it})$$

Donde:

$LPIB_{it}$: logaritmo natural del Producto Interno Bruto de la entidad federativa i en el período t (miles de millones de pesos constantes de 2003).

POB_{it} : Población total³⁷ de la entidad federativa i en el período t (millones de habitantes).

LT_IMSS_{it} : logaritmo natural del número de trabajadores inscritos en el IMSS de la entidad federativa i en el período t (miles de trabajadores).

PIB_SERV_{it} : porcentaje del PIB generado por el sector de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas de la entidad federativa i en el período t .

$LVEHIC_{it}$: Logartimo del número de vehículos registrados de la entidad federativa i en el período t (miles de vehículos).

$TOSI_{it}$: Tasa de Ocupación en el Sector Informal³⁸ de la entidad federativa i en el período t .

Se espera que el PIB y la población tengan una influencia positiva en la estimación de la capacidad tributaria de una entidad federativa al ser estas dos variables indicadores de una base tributaria mayor. De igual forma, el PIB del sector de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, como porcentaje del PIB total de la entidad correspondiente, es una variable importante para explicar la recaudación tributaria estatal por concepto del Impuesto Sobre Servicios de Hospedaje (ISSH),³⁹ además de estar también correlacionada con el ISN. Por tal razón, se espera que exista una relación positiva entre la recaudación tributaria y el porcentaje de PIB generado por el mencionado sector de servicios. En relación con el número de trabajadores inscritos en el IMSS, se espera también un signo positivo en el coeficiente de esta variable al ser un indicador de la recaudación proveniente del ISN. Cabe recordar que este impuesto representa, en promedio, más del 50% de los ingresos tributarios propios de las entidades federativas en México y de aquí la importancia de incluir esta variable en el vector de insumos de la función de recaudación. Por otra parte, el número de vehículos registrados se asocia no solamente con el impuesto por tenencia, sino además con todos los pagos de derechos relacionados con la propiedad y el uso de vehículos.

³⁷ La variable población no se expresa en logaritmos. La elección de la forma funcional más adecuada para representar la relación entre la recaudación y cada variable explicativa se eligió mediante un análisis gráfico.

³⁸ Datos provenientes del trimestre IV de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) para cada año.

³⁹ Puente y Rodríguez (2011) incluyen el porcentaje de ocupación hotelera como *proxy* de la base tributaria del Impuesto por Servicios de Hospedaje; sin embargo, nos parece más apropiado incluir el porcentaje de PIB del sector servicios que corresponde, pues es un indicador de la importancia de la actividad económica que directamente incide en los Impuestos sobre Servicios de Hospedaje.

Se espera también un signo positivo para el coeficiente asociado a esta variable. Con respecto a la tasa de ocupación en el sector informal,⁴⁰ se espera que su coeficiente sea negativo, ya que mientras mayor porcentaje de trabajadores se encuentre en este sector, menor será la recaudación del impuesto sobre nómina.

La información correspondiente a las variables explicativas para la función de recaudación tributaria permite formar un panel de datos con las 32 entidades federativas y con observaciones anuales para el período 2003-2010. Los datos se obtuvieron del Sistema de Cuentas Nacionales, Finanzas Públicas Estatales y Municipales, de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo y de Vehículos de motor registrados en circulación, todas ellas bases de datos publicadas por el INEGI; además, para los datos del número de trabajadores inscritos en el IMSS y la población se utilizó información proveniente de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y del Consejo Nacional de Población (CONAPO), respectivamente. En la siguiente sección se presentan los resultados de la estimación del modelo, su interpretación y análisis, así como las pruebas de hipótesis correspondientes.

■ *Análisis de resultados*

Mediante el método de Máxima Verosimilitud se obtuvieron las estimaciones de los parámetros del modelo y los resultados se muestran en el Cuadro 2. Podemos observar que los signos de los coeficientes son los esperados y además todos los coeficientes son significativos al 5 por ciento de nivel de significancia con excepción del que corresponde al logaritmo del número de vehículos registrados. Esto se explica por el hecho de estar (la variable) muy correlacionada con el logaritmo del número de trabajadores registrados en el IMSS. La fuerte colinealidad entre estas dos variables ocasiona que no sea posible aislar el efecto individual de cada una sobre la recaudación, en este caso no puede aislarse el efecto de los vehículos registrados; sin embargo, para propósitos de nuestro estudio, es importante el tener un buen predictor de la recaudación potencial y del grado de eficiencia en la recaudación y esto puede lograrse aun con la presencia de alta colinealidad. Los resultados son también congruentes con los hechos estilizados presentados en la sección 3. Así vemos que el coeficiente asociado a LT_IMSS y que representa la elasticidad de la recaudación propia respecto a los trabajadores inscritos en el IMSS es el que tiene mayor magnitud (0.39), lo que concuerda con el hecho de que el ISN es el de mayor importancia en la recaudación propia de las entidades federativas. La elasticidad PIB de la recaudación (0.38) es la segunda en importancia y el resultado es congruente con la estructura impositiva en México, ya que la mayoría de los impuestos asociados a la actividad productiva (en general) son impuestos federales y no estatales.

Por otra parte, en promedio se espera que la recaudación propia de las entidades se incremente en 8.1 por ciento por cada millón de habitantes más en una entidad.

⁴⁰ Cabe mencionar que las tasas de empleo informal en México son bastante elevadas. Esto ha ocasionado que la recaudación que realizan las entidades federativas sea de las más bajas que se reportan entre los países de la OCDE. En un estudio publicado por este organismo en 2012, se reporta que la recaudación de los gobiernos estatales en México para el año 2010, solamente fue del 3.6% del PIB, mientras que los siete países con mejor esfuerzo fiscal, en promedio, recaudan el 24% del PIB en sus gobiernos estatales.

Cabe mencionar que, al no estar expresada la población en logaritmos, el coeficiente asociado a la población representa una semielasticidad. La estimación de la elasticidad-población de la recaudación es 0.2718 –evaluada en el promedio muestral de la población por entidad.⁴¹ En cuanto al coeficiente asociado a la variable PIB_SERV, este nos indica que, en promedio, un incremento de un punto porcentual en el PIB del sector de servicios de alojamiento temporal, con relación al PIB total, incrementará la recaudación propia de las entidades federativas en 2.62 por ciento. Finalmente, el efecto de la tasa de ocupación en el sector informal sobre la recaudación es negativo indicando que, por cada punto porcentual de aumento, la recaudación propia de las entidades caerá 1.9 puntos porcentuales en promedio.

Cuadro 2
Resultados de la estimación de la función de recaudación propia de las entidades federativas (31 estados y el D.F.)

	Coeficiente	Error estándar	Estadístico z	P> z
Lpib	0.3789331**	0.1534987	2.47	0.014
Lt_imss	0.3888639**	0.1551511	2.51	0.012
pob	0.0806442***	0.0276046	2.92	0.003
pib_serv	0.0265432**	0.0123919	2.14	0.032
tosi	-0.0193077***	0.0059307	-3.26	0.001
Lvehic	0.1551292	0.1030467	1.51	0.132
cons	3.207357***	0.8089744	3.96	0.000
$\hat{\mu}$	0.9718960	0.5792203	1.68	0.093
$\hat{\eta}$	0.0324884	0.0180606	1.80	0.072
$\hat{\sigma}_e^2$	0,1015851	0.0184655		
$\hat{\gamma}$	0.5986340	0.0756740		
$\hat{\sigma}_u^2$	0.0608123	0.0181407		
$\hat{\sigma}_v^2$	0.0407728	0.0038641		
Log-likelihood	1.8183024			
Wald Chi2 (6)	332.58			
Prob > chi2	0.0000			
Número de Obs	256			

Fuente: Elaboración propia con base en las estimaciones. (***) , (**) coeficiente estadísticamente significativo al 1 y 5 por ciento respectivamente.

Los resultados de las pruebas de hipótesis respecto a la significancia estadística de los parámetros que caracterizan el modelo de frontera estocástica se presentan en el Cuadro 3. Las tres hipótesis nulas son rechazadas a un nivel de significancia del 1 por ciento. El rechazo de la hipótesis nula $\gamma = \mu = \eta = 0$ indica que un modelo tradicional en el que se supone que la recaudación es completamente eficiente no es el

⁴¹ El promedio de habitantes por entidad federativa para el período 2003-2010 es de 3.37 millones.

adecuado; es decir, los resultados proporcionan evidencia de la presencia de efectos de ineficiencia en la función de recaudación, por lo que el modelo de frontera estocástica es una representación adecuada para los datos. Este resultado, en conjunción con el valor estimado del parámetro $\hat{\gamma}$ (véase Cuadro 2), indica además que los efectos de ineficiencia son importantes en el análisis de la capacidad de recaudación de las entidades. El rechazo de la segunda hipótesis nula $\mu = 0$ indica que no hay evidencia de que la distribución de los efectos de ineficiencia sea *half-normal* –el valor estimado para μ es 0.97 indicando que los efectos de ineficiencia provienen de una distribución normal truncada en cero donde la media es positiva– y el rechazo de la tercera hipótesis proporciona evidencia de que los efectos de ineficiencia son cambiantes en el tiempo. Considerando que el valor estimado de η es positivo (véase Cuadro 2), esto indica que la ineficiencia disminuye a medida que pasa el tiempo, es decir, hay una tendencia hacia una mayor eficiencia en la recaudación (a tasas decrecientes). El incremento en la eficiencia recaudatoria a través del tiempo puede ser el resultado de la implementación de nuevas tecnologías y sistemas que permiten tener registros más completos y actualizados de bases de datos de contribuyentes, como lo es para el caso del impuesto sobre nómina –que para la mayoría de los estados es la fuente de ingresos propios más importante– y de los impuestos asociados a la tenencia y uso de vehículos.⁴²

Cuadro 3
Pruebas de hipótesis relevantes para el modelo de frontera estocástica

Hipótesis Nula H_0	Estadístico χ^2_j	Valor-P	Decisión
$\gamma = \mu = \eta = 0$	188.01	0.0000	Rechazar H_0
$\mu = 0$	19.59	0.0000	Rechazar H_0
$\eta = 0$	18.38	0.0000	Rechazar H_0

Fuente: Elaboración propia con base en las estimaciones; j = número de restricciones en la prueba.

Con los resultados del modelo estimado se obtienen los valores estimados del indicador de eficiencia recaudatoria para cada entidad federativa y en cada período ($\hat{\xi}_{it}$); el Cuadro 4 presenta las correspondientes estimaciones para los años 2003, 2007 y 2010 y puede observarse que la eficiencia recaudatoria mejora con el tiempo. Las estimaciones indican que las entidades federativas incrementan su eficiencia recaudatoria entre 0.07 y 0.08 en el período de estudio, siendo el Distrito Federal el que menor cambio experimenta en sus esfuerzos recaudatorios, ya que su indicador de eficiencia solamente incrementa 0.03.

El promedio estimado para el período 2003-2010 del indicador de eficiencia recaudatoria por entidad se muestra en el Gráfica 4, en la cual puede observarse que la entidad con mayor eficiencia en la recaudación es el Distrito Federal, resultado que concuerda con otros estudios (con diferentes metodologías) como el de Bonet y Rueda (2011), Puente

⁴² Otro elemento que ha contribuido a explicar el incremento en la eficiencia recaudatoria a través del tiempo es el hecho de que (como se mencionó en la sección 2) nueve estados incorporaron el ISN a su estructura tributaria en el período 2001-2007.

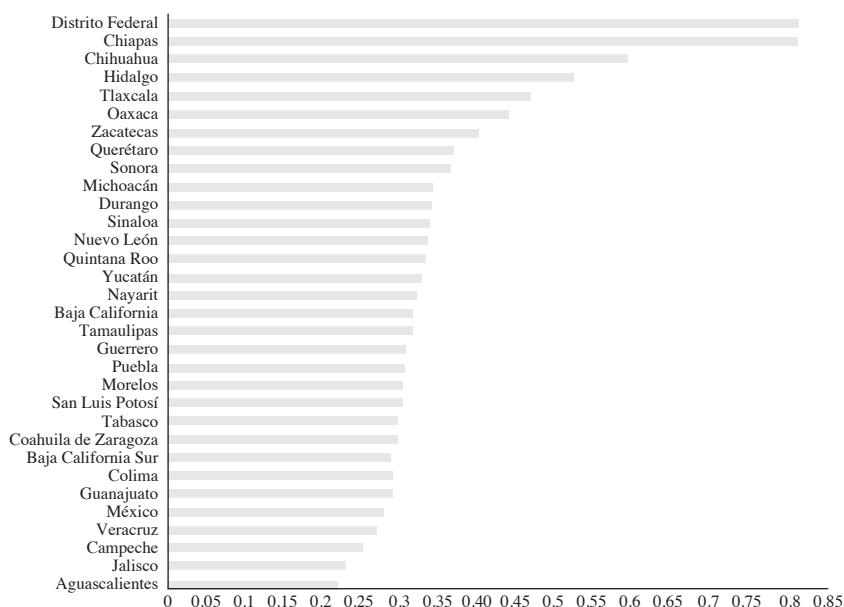
Cuadro 4
Estimaciones de la eficiencia recaudatoria por entidad federativa
2003, 2007 y 2010

Entidad Federativa	2003	2007	2010
Aguascalientes	0.1795	0.2212	0.2545
Baja California	0.2727	0.3194	0.3550
Baja California Sur	0.2475	0.2934	0.3287
Campeche	0.2118	0.2558	0.2903
Chiapas	0.5549	0.5960	0.6253
Chihuahua	0.4812	0.5259	0.5581
Coahuila	0.2530	0.2990	0.3344
Colima	0.2467	0.2925	0.3278
Distrito Federal	0.7893	0.8121	0.8278
Durango	0.2952	0.3424	0.3782
Guanajuato	0.2449	0.2906	0.3259
Guerrero	0.2625	0.3089	0.3444
Hidalgo	0.4264	0.4729	0.5069
Jalisco	0.1902	0.2327	0.2664
México	0.2362	0.2815	0.3166
Michoacán	0.2985	0.3458	0.3816
Morelos	0.2592	0.3055	0.3410
Nayarit	0.2777	0.3246	0.3602
Nuevo León	0.2919	0.3390	0.3748
Oaxaca	0.3945	0.4417	0.4765
Puebla	0.2624	0.3088	0.3443
Querétaro	0.3260	0.3736	0.4093
Quintana Roo	0.2894	0.3365	0.3723
San Luis Potosí	0.2586	0.3048	0.3403
Sinaloa	0.2934	0.3406	0.3763
Sonora	0.3203	0.3678	0.4035
Tabasco	0.2569	0.3031	0.3385
Tamaulipas	0.2722	0.3188	0.3545
Tlaxcala	0.4107	0.4576	0.4920
Veracruz	0.2280	0.2729	0.3078
Yucatán	0.2846	0.3316	0.3673
Zacatecas	0.3571	0.4047	0.4401

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de estimación, donde $0 < \xi < 1$, siendo 1 el mayor grado de eficiencia recaudatoria (o esfuerzo recaudatorio).

y Rodríguez (2011) y Castañeda y Pardinas (2012). Cabe mencionar que este resultado no resulta extraño si se toma en cuenta que el DF es la única entidad federativa que contabiliza el impuesto predial como parte de sus ingresos propios (recuérdese que para

Gráfica 4
Eficiencia recaudatoria promedio (2003-2010)



Fuente: Elaboración propia.

las demás entidades federativas el impuesto predial lo recaudan los municipios). Podría pensarse que esta es una de las razones por las que la recaudación observada se acerca más a la potencial –estimada. Al respecto, y con el objeto de analizar si los resultados de la estimación son robustos a la exclusión del predial como parte de los ingresos propios del DF, se llevaron a cabo estimaciones en condiciones similares de ingreso para todas las entidades federativas. Es decir, hemos realizado la estimación del modelo nuevamente pero excluyendo al impuesto predial de los ingresos propios del DF. Los resultados de la estimación bajo exclusión del impuesto predial en el DF se presentan en el Anexo y puede observarse en ellos que las estimaciones prácticamente no difieren bajo las distintas condiciones de ingresos propios del DF. Por lo tanto, la evidencia indica que la inclusión del impuesto predial como parte de los ingresos propios del DF no es lo que explica el que esta entidad sea la más eficiente para el período analizado. Este resultado más bien invita a la realización de un trabajo de investigación sobre las políticas y mecanismos recaudatorios que se implementan en el Distrito Federal y que han llevado a posicionarlo como la entidad más eficiente en términos recaudatorios.

En la Gráfica 4 también puede observarse que Oaxaca se ubica en sexto lugar en eficiencia recaudatoria. El desempeño de Oaxaca en este tema se explica por el hecho de ser una entidad en la que las bases tributarias son muy bajas. Este estado no solamente

tiene el PIB per cápita más bajo en México (32,800 pesos –de 2003– por habitante al año, en promedio, para el período de estudio), sino que además se ubica en quinto lugar con mayor tasa de ocupación en el sector informal (33 por ciento en promedio). Dada la baja recaudación potencial de Oaxaca, lo efectivamente recaudado es también poco, aunque se acerca más al potencial en comparación con otros 25 estados que son menos eficientes. Otro resultado que llama la atención es el del estado de Aguascalientes, que resultó ser el menos eficiente y podría decirse que este caso es el opuesto al de Oaxaca, en el sentido de que Aguascalientes ocupa el lugar 10 entre los estados con mayor PIB per cápita en México y tiene una tasa de ocupación en el sector informal menor al promedio nacional (24.1 por ciento en promedio). Estos son algunos indicadores de que Aguascalientes tiene un potencial recaudatorio bastante alto con relación a lo que realmente está recaudando y de ahí el bajo indicador de eficiencia en la recaudación de ingresos propios. El resultado es coincidente con los reportados por Bonet y Rueda (*op. cit.*) y por Castañeda y Pardinas (*op. cit.*) en el período 2001-2006, y Puente y Rodríguez (*op. cit.*) reportan que Aguascalientes ocupa el lugar 23 en eficiencia recaudatoria. La Gráfica 4 también deja ver que, después de los primeros cinco lugares sobresalientes, la eficiencia recaudatoria en ingresos propios es bastante similar entre los estados (entre 0.43 y 0.22 en promedio) indicando que, en general, el esfuerzo recaudatorio de los estados es bajo.

Estimación del efecto de las transferencias federales en la eficiencia recaudatoria de las entidades federativas

Los resultados presentados son útiles para identificar las entidades federativas que son más eficientes en sus esfuerzos recaudatorios y cuáles son las menos eficientes. Sin embargo, desde la perspectiva de política pública, nos interesa distinguir las entidades que son más eficientes en su recaudación de aquellas que lo son menos, para saber si comparten algunas características comunes. Así, como hemos indicado en secciones anteriores, uno de los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación es analizar la evidencia sobre la influencia que la dependencia financiera de las entidades federativas, medida esta por las transferencias federales como porcentaje de los ingresos totales, ha tenido sobre los esfuerzos fiscales o eficiencia recaudatoria de las estas. En otras palabras, este trabajo proporciona elementos para probar si la elevada proporción de transferencias federales es una de las causas que explican la ineficiencia en la recaudación de las entidades federativas. La metodología propuesta para poder llevar a cabo este objetivo consiste en estimar –en una segunda etapa después de la estimación del modelo de frontera estocástica– una ecuación para la media condicional de los efectos de ineficiencia en función de un conjunto de variables explicativas.⁴³ En el estudio que aquí se presenta proponemos las siguientes variables para explicar la ineficiencia en la recaudación: las transferencias federales como porcentaje de los ingresos totales (incluyendo el primer rezago de esta variable), el tiempo (considerando que son efectos cambiantes en el tiempo) y el primer rezago del logaritmo del PIB per cápita como indicador del tamaño de la base tributaria en la entidad correspon-

⁴³ Un enfoque de dos etapas (diferente al que aquí se propone) para modelar los efectos de ineficiencia en la producción ha sido también utilizado por Pitt y Lee (1981) y por Alfírmán (2003) para modelar la ineficiencia en la recaudación (potencial recaudatorio no utilizado).

diente.⁴⁴ Esto se realiza tomando en cuenta que la distribución de los efectos de ineficiencia es normal truncada (en cero). La ecuación a estimar es entonces la siguiente:

$$(19) \quad u_{it} = z_{it}\boldsymbol{\delta} + \omega_{it}$$

donde $z_{it} = (TR_{it}, TR_{it-1}, t, PIBPC_{it-1})$ es el vector del conjunto de variables que explican la ineficiencia, $\boldsymbol{\delta}$ es el vector de parámetros asociados a las variables y ω_{it} es el término de error aleatorio cuya distribución es normal truncada con media cero y varianza σ^2_ω . Dado que las u_{it} 's son no observables, estas son sustituidas por las obtenidas en la estimación de la frontera estocástica de recaudación tributaria; es decir, utilizamos \hat{u}_{it} calculada según se expresa en la ecuación (9) y con las estimaciones correspondientes obtenidas para u_i y η . Los resultados de la estimación de la ecuación de los efectos de ineficiencia se presentan en el Cuadro 5, donde puede observarse que todos los coeficientes son estadísticamente diferentes de cero con un nivel de significancia del uno por ciento. El impacto contemporáneo y del primer rezago del porcentaje de las transferencias sobre los efectos de ineficiencia es positivo indicando que, al aumentar este porcentaje, los efectos de ineficiencia aumentan; es decir, la eficiencia técnica en la recaudación disminuye a medida que las transferencias (tanto en t como en $t-1$) representan un mayor porcentaje de los ingresos totales y el efecto es mayor con relación a las transferencias en $t-1$.⁴⁵ Este resultado proporciona evidencia de que las transferencias federales se han convertido en una especie de “incentivo perverso” para los esfuerzos recaudatorios de las entidades federativas, al favorecer la llamada “pereza fiscal” (Bonet y Reyes-Tagle, 2010; Aragón y Gayoso, 2005; Puente y Rodríguez, 2011) y concuerda con los resultados obtenidos para

⁴⁴ Puente y Rodríguez (2011) modelan los efectos de ineficiencia en función del nivel educativo de la población, la relación entre aportaciones y participaciones federales con los egresos y la deuda como proporción de las participaciones federales. Estiman los parámetros asociados a la función de valor esperado de los efectos de ineficiencia de forma simultánea con la estimación de los parámetros de la función de recaudación. Cabe mencionar que el modelo utilizado por estos autores impone una estructura invariante en el tiempo para los efectos de ineficiencia. En su estudio para 113 países, Fenochietto y Pessino (2013) estiman la media de los efectos de ineficiencia en función de variables observables como un indicador de corrupción y la inflación. El procedimiento de estimación de los parámetros de la ecuación de ineficiencia es realizado mediante máxima verosimilitud de forma simultánea con los parámetros de la frontera estocástica de recaudación. Por su parte Garg *et al.* (2014), en su estudio aplicado a 14 estados de la India, modelan los efectos de ineficiencia (invariantes en el tiempo) en función de las transferencias federales (netas de deuda), el gasto total como proporción del PIB estatal, un índice de gobernanza (construido por los autores), una variable dummy indicando la implementación de la ley de responsabilidad fiscal y administración presupuestal, la deuda como proporción del PIB estatal, número de distritos que componen el estado, entre otras variables.

⁴⁵ De acuerdo al valor estimado de los coeficientes, un incremento de un punto porcentual en el porcentaje de transferencias respecto a ingresos totales en $t-1$, incrementa la ineficiencia en 0.0145733 unidades. Ahora bien, tomando en cuenta que la eficiencia recaudatoria ha sido definida como se expresa en la ecuación (14) –y estimada como se presenta en la ecuación (18)– y suponiendo que el nivel de ineficiencia de una entidad federativa se encuentra en el promedio de la muestra (.9881381), el incremento de un punto porcentual en las transferencias (como porcentaje del ingreso total de la entidad) se traduce en una caída aproximada de 0.0054 unidades (medida entre 0 y 1) de eficiencia en la recaudación –o bien 0.54 puntos porcentuales si la eficiencia recaudatoria fuera medida en una escala de 0 a 100. Bajo las mismas circunstancias, si el incremento en las transferencias como porcentaje de los ingresos totales es de 10 puntos porcentuales, la caída aproximada en la eficiencia es de 0.054 unidades midiéndola en una escala de 0 a 1 –o bien 5.4 puntos si la eficiencia recaudatoria fuera medida en una escala de 0 a 100.

México por Puente y Rodríguez (*ibid.*) y con los obtenidos por Greg *et al.* (2014) para el caso de India. En relación con el esquema de incentivos debe mencionarse que, desde que se crea el Sistema Nacional de Coordinación Fiscal en 1980, los criterios de distribución de los recursos federales hacia las entidades federativas más bien han estado orientados a incrementar la denominada Recaudación Federal Participable (RFP), la cual constituye un elemento esencial en la distribución no solo de los recursos participables (participaciones federales, ramo 28), sino también de las aportaciones federales (ramo 33). Aun considerando el cambio de esquema de distribución de ingresos federales en 2007, los estímulos para incrementar la recaudación propia de las entidades federativas continúan siendo muy escasos, pues puede considerarse que estos se mencionan únicamente en los componentes del Fondo General de Participaciones. Dicho fondo representa el 20% de la RFP y, de ese monto recaudado, solamente el 30% se reparte en función del esfuerzo –incremento– recaudatorio estatal en los últimos tres años sobre los impuestos y derechos locales ponderados por la población (INAFED, 2011: 44)⁴⁶. En cuanto a los fondos de aportaciones para los estados, debe aclararse que su monto se conforma “a partir de los registros con que cuentan diversas dependencias federales sobre las necesidades de gasto en cada entidad federativa en materia de educación y salud y en su distribución se utilizan criterios eminentemente históricos e iniciales” (INAFED, 2011: 106). Estas características del esquema de distribución de las participaciones y aportaciones federales muestran la escasez de criterios con incentivos para que las entidades federativas incrementen su esfuerzo recaudatorio en ingresos propios. Se hace entonces evidente la necesidad de una revisión de los criterios de distribución de la RFP y el replantear el esquema distributivo de tal manera que este contenga criterios que a su vez generen incentivos para incrementar la recaudación de ingresos propios y disminuya así la dependencia hacia las transferencias federales.

Volviendo al análisis de los resultados de la estimación de los efectos de ineficiencia, en el Cuadro 5 se muestra que el signo del coeficiente asociado al PIB per cápita es positivo indicando que las entidades federativas con mayor actividad productiva (en $t - 1$) son, en promedio, más ineficientes. Esto puede explicarse por el hecho de que mayor actividad productiva requiere de una mejor capacidad administrativa y fiscalizadora por parte de los gobiernos subnacionales para poder recaudar, condición que parece no estar ocurriendo. El signo asociado al tiempo es el esperado, dado el signo positivo de la estimación del parámetro η obtenido en la primera etapa de la metodología.

■ *Reflexiones finales*

El análisis de la estructura de los ingresos de las entidades federativas nos permitió proporcionar evidencia respecto a la fuerte dependencia de las transferencias federales.

⁴⁶ Cabe mencionar además que las participaciones federales distribuidas a través del Fondo de Fomento Municipal, el cual representa solamente el 1% de la Recaudación Federal Participable, también incluyen escasos incentivos para la recaudación de impuestos propios de los municipios. Los recursos a través de este fondo se distribuyen en función de los incrementos (mejoras) de un año a otro en la recaudación de predial y los derechos de agua del conjunto de los municipios que conforman el estado, ponderado por la población (INAFED, 2011: 47).

Cuadro 5
**Resultados de la estimación de la función de efectos de ineficiencia
en la recaudación de las entidades federativas (31 estados y el D.F.)**

	Coeficiente	Error Estándar	Estadístico z	P > z
TR_t	0.0061783**	0.0027381	2.26	0.024
TR_{t-1}	0.0145733***	0.0029712	4.90	0.000
t	-0.0234638***	0.0076973	-3.05	0.002
$PIBPC_{t-1}$	0.2376464***	0.0349668	6.8	0.000
_cons	43.7377300***	15.51504	2.82	0.005
Log-likelihood		16.273861		
Wald Chi2 (4)		106.19		
Prob > chi2		0.0000		
Número de Obs		224		

Fuente: Elaboración propia con base en las estimaciones. (***) , (**) coeficiente estadísticamente significativo al 1 y 5 por ciento respectivamente.

Por otra parte, se presentó de manera detallada el modelo de frontera estocástica con efectos cambiantes en el tiempo y cómo este puede aplicarse para estimar la recaudación tributaria potencial de las entidades federativas, así como también puede aplicarse para estimar la eficiencia recaudatoria de estas. Los resultados de la estimación del modelo de frontera estocástica para la recaudación permitieron presentar evidencia de la presencia de efectos de ineficiencia en el proceso de recaudo de los ingresos propios de las entidades federativas. La evidencia muestra también una ligera tendencia creciente en el indicador de eficiencia recaudatoria, siendo el Distrito Federal y Aguascalientes las entidades que mayor y menor esfuerzo recaudatorio realizan respectivamente.

El trabajo que aquí se presentó ha mostrado además evidencia de que el diseño de la actual política de transferencias no proporciona los incentivos adecuados para aumentar la eficiencia recaudatoria, sino que, por el contrario, la disminuyen. Esta evidencia concuerda con la presentada por otros autores para el caso de México y otros países, lo que pone también en evidencia la necesidad de una revisión sobre las actuales reglas de asignación de transferencias intergubernamentales. Sabemos que las transferencias federales hacia los estados desempeñan un papel muy importante en el proceso de descentralización y pueden ayudar a reducir problemas como la desigualdad, externalidades y la calidad pobre en la provisión de servicios (Oates, 1972). Sin embargo, la política de transferencias federales no debe favorecer la pereza fiscal de los gobiernos subnacionales, la cual se traduce en una fuerte dependencia financiera hacia los recursos federales. La influencia negativa de las transferencias gubernamentales en la recaudación de los ingresos propios de las entidades, aunada a los bajos niveles de eficiencia recaudatoria que se estiman, evidencian la necesidad de una revisión de los criterios de distribución de la Recaudación Federal Participable de tal manera que estos contengan incentivos para incrementar la recaudación de ingresos propios. La influencia negativa de las transferencias en los esfuerzos recaudatorios locales llama además a replantear

las políticas encaminadas a mejorar los procesos administrativos y fiscales de los gobiernos estatales. El incremento en los ingresos estatales que surge como resultado del incremento en la eficiencia recaudatoria debe buscarse a través del mejoramiento de los procesos administrativos y fiscales que a su vez debe estar acompañado de transparencia y rendición de cuentas.

■ *Anexo*

Resultados del modelo estimado cuando los ingresos propios del distrito federal excluyen el impuesto predial

Cuadro A.1

Resultados de la estimación de la función de recaudación propia de las entidades federativas (31 estados y el D.F. sin impuesto predial)

	Coeficiente	Error Estándar	Estadístico z	P > z
Lpib	0.3536389**	0.1716668	2.06	0.039
Lt_imss	0.3839665***	0.1485781	2.58	0.01
pob	0.0818474***	0.0264125	3.10	0.002
pib_serv	0.0255346**	0.0117295	2.18	0.029
tosi	-0.0194681***	0.0058075	-3.35	0.001
Lvehic	0.1620645	0.1036318	1.56	0.118
_cons	3.2145600***	1.018963	3.15	0.002
$\hat{\mu}$	0.8675461	1.036908		
$\hat{\eta}$	0.0361867	0.0379617		
$\hat{\sigma}_e^2$	0.0917823	0.0193256		
$\hat{\gamma}$	0.5562328	0.0945625		
$\hat{\sigma}_u^2$	0.0510523	0.0189416		
$\hat{\sigma}_v^2$	0.0407300	0.0038628		
Log-likelihood		4.1349807		
Wald Chi2 (6)		306.59		
Prob > chi2		0.0000		
Número de Obs		256		

Fuente: Elaboración propia con base en las estimaciones. (***) , (**) coeficiente estadísticamente significativo al 1 y 5 por ciento respectivamente.

Cuadro A.2

Pruebas de hipótesis relevantes para el modelo de frontera estocástica

Hipótesis Nula H_0	Estadístico X_J^2	Valor-P	Decisión
$\gamma = \mu = \eta = 0$	169.96	0.0000	Rechazar H_0
$\mu = 0$	18.41	0.0000	Rechazar H_0
$\eta = 0$	19.16	0.0000	Rechazar H_0

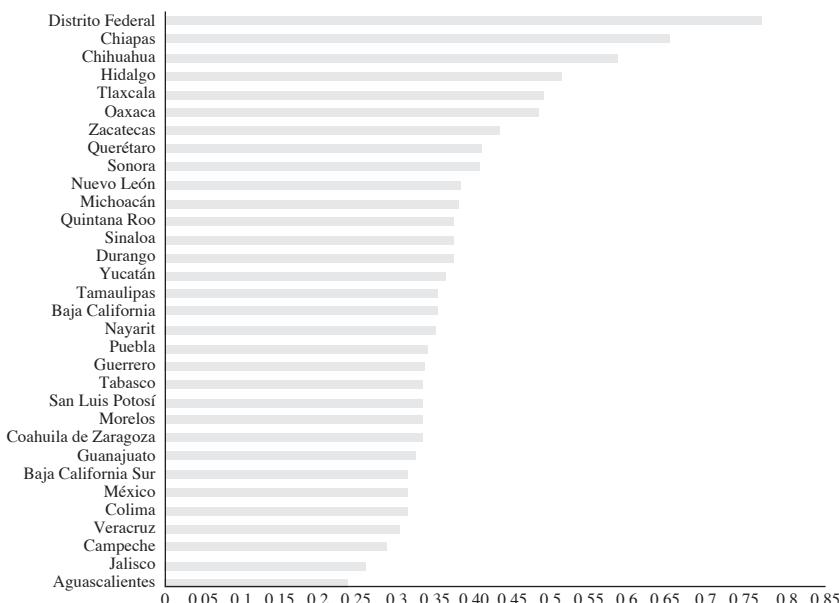
Fuente: Elaboración propia con base en las estimaciones.

Cuadro A.3
Resultados de la estimación de la función de efectos de ineficiencia
en la recaudación de las entidades federativas
(31 estados y el D.F. sin impuesto predial)

	Coeficiente	Error Estándar	Estadístico z	P > z
TR_t	0.00553339**	0.0025535	2.17	0.030
TR_{t-1}	0.0128391***	0.0027706	4.63	0.000
t	-0.0251126***	0.0071768	-3.50	0.000
$PIBPC_{t-1}$	0.221778***	0.0326050	6.80	0.000
_cons	47.32619***	14.465810	3.27	0.001
Log-likelihood		31.989549		
Wald Chi2 (4)		103.46		
Prob > chi2		0.0000		
Número de Obs		224		

Fuente: Elaboración propia con base en las estimaciones. (***) , (**) coeficiente estadísticamente significativo al 1 y 5 por ciento respectivamente.

Gráfica A.1
Eficiencia recaudatoria promedio (2003-2010)
Excluyendo predial en el DF



Fuente: Elaboración propia.

■ Bibliografía

- Acosta, O. y Bird, R. (2005). The dilemma of decentralization in Colombia. En R. Bird, J. Poterba y J. Slemrod (ed), *Fiscal reform in Colombia: problems and prospect*. The MIT Press, Londres, Reino Unido.
- Aguilar, G. (2009). Modelos econométricos y capacidad tributaria municipal en México: ¿Pueden los municipios recaudar más?. *Revista Finanzas Públicas*, Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 1(1): 15-45.
- Aguilar, G. (2010). Capacidad tributaria y finanzas públicas metropolitanas en México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 1(25).
- Aigner, D. J., Lowell, C. A. y Smith, D. L. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6: 21-37.
- Alfirman, L. (2003). Estimating stochastic frontier tax potential: Can indonesian local governments increase tax revenues under decentralization? Center for Economic Analysis, University of Colorado at Boulder. *Working paper*, 03-19.
- Amsler, C., Prokhorov, A. y Schmidt, P. (2015). Endogeneity in stochastic frontier models. Business Analytics Working Paper Series. *Working Paper*, No: BAWP-2015-01. The University of Sidney Business School.
- Aragón, F. M. y Gayoso, V. J. (2005). Intergovernmental transfers and fiscal effort in peruvian local governments. *Munich Personal RePEc Archive*. MPRA Paper No. 2108, posted 9. March 2007.
- Aregional.com Institucional (2009). *Diagnóstico de las finanzas públicas estatales y municipales, 2009*. Serie: Desarrollo de MiTyMEs, año 9, núm. 20, 2009.
- Bahl, R. W. (1971). A regression approach to tax effort and tax ratio analysis; *IMF Staff Papers*, 3(18): 570-612.
- Bahl, R. y Bird, R. (2008). Subnational taxes in developing countries: The way forward. *Working Paper*; Instituto de Negocios Internacionales de la Universidad de Toronto, pp. 1-25.
- Battese, G. E. y Coelli, T. J. (1992). Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in Indian, Armidale. University of New England/Department of Econometrics; *Working Paper in Applied Statistics*, 56: 1-24.
- Bonet, J. y Rueda, F. (2011). Esfuerzo fiscal en los estados mexicanos. *Banco Interamericano de Desarrollo*. Washington, D. C. Enero.
- Bonet, J. y Reyes-Tagle, G. (2010). Evolución y determinantes de los ingresos propios en los estados mexicanos: los casos de Baja California y Michoacán, *Trimestre Fiscal*, 93: 181-224, INDETEC, México, D. F.
- Cabrero, E. y Orihuela, I. (2000). Expansión financiera y gestión hacendaria en municipios de México (1978-1997). *Documento de Trabajo*, 87, CIDE.
- Cabrero, E. (2004). Capacidades institucionales en gobiernos subnacionales de México: ¿Un obstáculo para la descentralización fiscal?; *Revista Gestión y Política Pública*, 3(8): 753-780.

- Castañeda, L. y Pardinas, J. (2012). Sub-national revenue mobilization in Mexico. Inter-American development bank. *IDB Working Paper Series* No. IDB-WP-354. November.
- Coelli, T. J. (1995). Estimators and hypothesis tests for a stochastic frontier function: A monte carlo analysis. *The Journal of Productivity Analysis* (6): 247-268.
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J. y G. E. Battese (2005); *An Introduction to efficiency and productivity analysis*, Springer, Nueva York, Capítulo 9.
- Courant, P., Gramlich, E. y Rubinfeld, D. (1979). *The stimulative effects of intergovernmental grants: Or why money sticks where it hits*, Fiscal Federalism and Grants-in-Aid, pp. 5-21.
- Doing Business en México (2014). Entendiendo las regulaciones para las pequeñas y medianas empresas, *The World Bank*, pp. 5-219.
- Fenochieto, R. y Pessino, C. (2013). Understanding countries' tax effort. *IMF Working Papers* WP/13/244. Noviembre.
- Garg, S, Goyal, A. y Pal, R. (2014). Why tax effort falls short in indian states: A stochastic frontier approach. *Indira Gandhi Institute of Development Research*, WP-2014-032, August.
- Goode, R. (1984). *Government finance in developing countries*. The Brookings Institution, Washington, D.C.
- Guan, Z., Kumbhakar, S. C., Myers, R. J. y Lansink, A. O. (2009). Measuring excess capital capacity in agricultural production. *American Journal of Agricultural Economics*, 91: 65-776.
- Inman, R. P. y Rubinfeld, D. L. (1998). Subsidiarity and the European Union. *NBER, Working Paper*, No. 6556.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (2011). *Manual de transferencias federales para municipios*. Secretaría de Gobernación. México.
- Iregui, A. M., Melo, L. y Ramos, J. (2004). *Impuesto predial en Colombia: Factores explicativos del recaudo*. Banco de la República. Subgerencia de Estudios Económicos. Colombia.
- Karakaplan, M. (2015). *SFKK: Stata module for endogenous stochastic frontier models in the style of Karakaplan and Kutlu*. Disponible en: Boston College, Department of Economics, Statistical Software Components (SSC) S458029: <http://econpapers.repec.org/software/bocbocode/S458029.htm>.
- Karakaplan, M. y Kutlu, L. (2013). Handling endogeneity in stochastic frontier analysis: A solution to endogenous education frontier cost models. *Working paper*.
- Karakaplan, M. y Kutlu, L. (2015). Consolidation policies and saving reversals. Disponible en: <http://ssrn.com/abstract=2607276> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2607276>.
- Meeusen, W. y J. van den Broeck (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review*, 18: 435-444.

- Millimet, D. L. y Collier, T. (2008). Efficiency in public schools: Does competition matter? *Journal of Econometrics*, 145: 134-157.
- Musgrave, R. (1959). *The theory of public finance*. New York, McGraw-Hill.
- Oates, W. (1999). An essay on fiscal federalism, *Journal of Economic Literature*, (37): 1120-1149.
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (2014); *Reporte de estadísticas tributarias para América Latina 1990-2012*, pp. 46-65.
- OECD Fiscal Decentralisation Data Base, Consulta en línea Octubre, 2015. Disponible en: http://www.oecd.org/tax/federalism/oecdfiscaldecentralisationdatabase.htm#D_9
- Pitt, M. y L. Lee (1981). The measurement and sources of technical inefficiency in the indonesian weaving industry, *Journal of Development Economics*, (9).
- Portuese, A. (2011). The principle of subsidiarity as principle of economic efficiency. *Columbia Journal of European Law*, (17): 232-262.
- Puente, J. y Rodríguez, R. (2011). Estimación del potencial de recaudación de las haciendas locales: Un enfoque de fronteras estocásticas. *Finanzas Públicas*, 6(3). Centro de Estudios de las Finanzas Públicas.
- Ramírez, E. (2011). Federalismo y finanzas públicas: una discusión acotada para México. *Economía*, 22(8), México, UNAM.
- Ramírez, R. y Erquizio, A. (2011). Capacidad y esfuerzo fiscal en las entidades federativas en México: medición y determinantes. *Paradigma Económico*, 1, Año 3.
- Sánchez, R. (2011). La asimetría en el federalismo fiscal mexicano: evolución y determinantes de los ingresos subnacionales, 2000-2009. *Revista Finanzas Públicas*, 6(3): 187-247.
- Schmidt P. y Sickles, R. C. (1984). Production frontiers and panel data, *Journal of Business and Economic Statistics*, (2): 367-374.
- Sobarzo, H. (2004). Tax effort and tax potential of state governments in Mexico: A representative tax system. The Helen Kellogg Institute for International Studies. *Working Paper* 315.
- Sobarzo, H. (2006). Esfuerzo y potencialidad fiscal de los gobiernos estatales en México, un sistema fiscal representativo. *El Trimestre Económico*, Tomo LXXIII, 292(4): 809-861.
- Tiebout, C. M. (1956). A pure theory of local expenditures. *The Journal of Political Economy*, 5(64): 416-424.
- Tran, C. y Tsionas, E. (2015). Endogeneity in stochastic frontier models: Copula approach without external instruments. *Economic Letters*, 133: 5-88.
- Valero, C. N. (2008). El municipio libre en el marco del federalismo mexicano, derechos y obligaciones. *Serie Verde. Temas Económicos*. Cámara de Diputados, LX Legislatura.