



# Impuestos ambientales y su influencia sobre la mitigación de emisiones estatales

*Environmental taxes and their influence  
on state emission mitigation*

Francisco Alejandro Crespo Ramírez  
facrespor@outlook.com  
División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía,  
Universidad Nacional Autónoma de México

Saúl Basurto Hernández  
sbasurto@economia.unam.mx  
División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía,  
Universidad Nacional Autónoma de México

## Resumen

El objetivo es identificar la influencia de los impuestos ambientales en el nivel de emisiones a escala estatal. La hipótesis central del trabajo es que los impuestos ambientales no inciden en el nivel de emisiones estatales. Para la validación de dicha hipótesis utilizamos un panel de datos que relaciona el nivel de emisiones con dos impuestos: ISAN y IEPS. Los resultados principales muestran que la influencia de los impuestos ambientales sobre el nivel de emisiones es ambigua. Con base en los resultados de los modelos panel se presenta una serie de recomendaciones de política fiscal-ambiental, con la finalidad de brindar alternativas que promuevan las políticas de mitigación de gases de efecto invernadero en México.

**Palabras clave:** impuestos ambientales, emisiones de GEI, mitigación, política fiscal.

## Abstract

The aim of this article is to identify the influence of environmental taxes on the level of emissions at the state level. The central hypothesis is that environmental taxes do not affect the level of state emissions. To validate this hypothesis, we use a data panel that relates the level of state emissions with two taxes: ISAN and IEPS. The principal results show that the influence of environmental taxes is ambiguous. Based on the results of the panel models, we make a series of recommendations of fiscal-environmental policy with the purpose of offering alternatives that promote greenhouse gas emissions mitigation policies in Mexico.

**Keywords:** environmental taxes, greenhouse emissions, mitigation, fiscal policy.

**JEL:** Q52, Q53, Q54.

**Fecha de recepción:** 26 de abril de 2024.

**Fecha de aceptación:** 17 de julio de 2024.

## 1. Introducción

El exceso de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antropogénico ha ocasionado calentamiento en el océano, la atmósfera y la tierra produciendo cambios en la criosfera y biosfera (IPCC, 2021). La rápida variación atípica del clima y el rompimiento de diversos ciclos naturales ha demandado una necesidad de políticas públicas y de coordinación internacional para el abatimiento y la adaptación al cambio climático. La urgencia de atender esta problemática se puede ilustrar con la reciente modificación de las Naciones Unidas sobre el calentamiento global a la ebullición global, donde se prevé y advierte una serie de consecuencias climáticas con diversos efectos potenciales económicos, sociales y ambientales.<sup>1</sup> Este cambio habla del fracaso en la coordinación internacional en materia climática y el peso que tienen los conflictos de interés, tanto económico como político. Es decir, el cambio climático se convirtió en una retórica vacía en el discurso internacional, pero no así en el accionar público.

Desde la perspectiva de la economía ambiental, existen diversas herramientas para cuantificar e internalizar las diversas externalidades del quehacer humano en el medioambiente. Así también, existe la perspectiva de la economía ecológica, donde se advierte una acelerada generación de entropía y una crítica a la visión ortodoxa o neoclásica de las relaciones económicas humanas. Asimismo, existe un debate en la desigualdad climática, cuyos países que tienen una alta participación histórica en la acumulación de GEI (generalmente los industrializados localizados en el Norte) serán los menos afectados y no hay una compensación a los que sufrirán las mayores consecuencias directas e indirectas del cambio climático, probablemente los países localizados entre los Trópicos y el Ecuador (Molina et al., 2017; Sánchez, 2020).

Si bien, México no tiene una alta participación histórica en el nivel general de emisiones, participa a escala global con 1.38% de las emisiones.<sup>2</sup> No obstante, es uno de los países con mayores niveles de emisiones en términos absolutos; para 2022 fue el número 12 con mayores emisiones. Además, ostenta compromisos a mediano y largo plazos en materia de mitigación y adaptación al cambio

<sup>1</sup> Declaración por parte del secretario general de la ONU, António Guterres, en la sesión del pleno del 27 de julio de 2023, donde sentencia: “La era del calentamiento global ha terminado. La era de la ebullición global ha llegado”. <https://news.un.org/es/story/2023/07/1523012>

<sup>2</sup> Información obtenida con datos del Global Carbon Project; para 2022 el nivel de emisiones redondeadas de México fueron 512 MtCO<sub>2</sub>.

climático, además de ser un país con alto riesgo y vulnerabilidad climática. Una de las fuentes importantes de emisiones es el sector del transporte. De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), en promedio, el sector transporte representó en 1990 el 20.2% del total de las emisiones, para 2019 esta participación se incrementó a 27.67%, siendo 2006 la participación más alta con el 32.97%. Si se acota el promedio para los últimos doce años de información, el promedio relativo se eleva a 30.34%. Es decir, casi una tercera parte de las emisiones del país provienen en promedio del sector transporte (Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, actualización a 2019).

Con tasas de urbanización y motorización cada vez más aceleradas, junto con incrementos poblacionales, el transporte representa un foco de atención en su papel de mitigación. Considerando que, como menciona Elizondo y Hernández (2017), la movilidad de mercancías y personas se realiza primordialmente de forma motorizada, ante un escenario de incremento de ingresos y poblacional la flota vehicular probablemente se multiplique tres veces. Por otro lado, la demanda de energía del transporte proviene principalmente de combustibles fósiles, siendo un demandante intenso de energía. Si observamos el balance energético de México, en la producción primaria de energía, no hay grandes avances en una transición a fuentes menos contaminantes. Por ejemplo, para 2006 el petróleo es la fuente más importante para la producción energética (69.24%), seguido del gas natural (19.66%); mientras que las fuentes menos contaminantes como la nuclear, solar, hidroenergía, eólica y geotérmica (1.13%, 0.02%, 1.04%, 1.53% y 1.43%, respectivamente) fueron menos importantes. Para 2021, el escenario no cambia radicalmente, pues sigue predominando el petróleo (55.15%) y el gas natural (22.26%); los energéticos menos contaminantes incrementaron su participación, pero de forma escueta: nuclear (1.76%), solar (2.12%), hidroenergía (3.98%), eólica (2.34%) y geotérmica (1.30%). Es decir, México sigue siendo un país dependiente de combustibles fósiles.

Dado lo anterior, es necesaria la implementación de políticas públicas que permitan aminorar la contribución del nivel de emisiones. Una herramienta comúnmente utilizada (en el ámbito internacional) han sido los impuestos ambientales. México no cuenta con un amplio sistema fiscal en materia ambiental, si bien, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), recientemente ha implementado un proyecto de Taxonomía Sostenible para alinear los proyectos de inversión con los objetivos de la Agenda 2030. Los pocos impuestos ambientales al nivel

federal se pueden resumir en dos: Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) y el Impuesto Sobre Automóviles Nuevos (ISAN), cuya implementación y coordinación se encuentran inmersas en el federalismo fiscal mexicano. El ISAN se estableció en 1980 (nuevamente publicado en 1992) con el fin de gravar al sector transporte; no obstante, grava tecnología nueva (Galán, 2019) cuya eficiencia es mayor en emisiones. El IEPS posee diversas categorías de fiscalización; en este trabajo tomamos en cuenta únicamente la afectación a las gasolinas y al diésel (IEPS-GyD) y cuya participación sea al nivel estatal debido a que las cuotas federales sufren recurrentemente subsidios atribuidos a las variaciones del precio internacional de los combustibles. Las cuotas federales nacen a raíz de la implementación de la Ley del IEPS en 1982, como sustituto del Impuesto sobre Venta de Gasolina; las cuotas estatales se originaron en el 2007 para participar a las entidades federativas. El IEPS, de esta manera, se rige bajo el principio ambiental de “el que contamina paga”, ya que el cobro de las cuotas está en función del consumo efectuado.

En este tenor, el objetivo del presente trabajo es evaluar la incidencia de estos impuestos ISAN y IEPS en el nivel de emisiones estatales. Se utilizaron dos bases de datos (explicado en la tercera parte) con la finalidad de analizar tanto el sector transporte, como todos los sectores en general, donde la importancia de una estimación estatal radica en la recomendación de políticas ambientales con cuestiones geográficas y tomar en cuenta la heterogeneidad de las entidades federativas. Se sostiene como hipótesis inicial que los impuestos ambientales mencionados anteriormente no inciden en el nivel de emisiones estatales. Por un lado, el ISAN, al imponer una cuota a tecnología nueva, normativamente podría desincentivar la adquisición de nuevos autos (con mayor eficiencia en emisiones) y mantener el uso de autotransporte actual y mayor contaminante, de manera que no podría causar un efecto en el nivel de emisiones. Por parte, el diseño del precio de los combustibles fósiles posee en el IEPS los componentes de cuotas federales y estatales; como se mencionó, las federales sufren constantes subsidios creando una percepción ficticia del precio, no alterando el consumo y como consecuencia no hay un efecto en el nivel de emisiones.

Este trabajo está organizado en cinco secciones; la primera es la presente introducción, seguida de la revisión de literatura especializada en estudios empíricos de instrumentos fiscales y su incidencia en el nivel de emisiones. La tercera especifica la metodología a seguir y los datos utilizados para evidenciar nuestra hipótesis. La cuarta presenta los resultados econométricos y la discusión de estos,

además de una serie de propuestas de política fiscal-ambiental para México. Por último, se presentan las conclusiones generales.

## 2. Revisión de literatura

Hay una carencia de estudios empíricos que evalúen la incidencia de los impuestos ambientales en el nivel de emisiones en México.<sup>3</sup> La mayor parte de la literatura se concentra en evaluar la progresividad de estos impuestos. Una de las limitantes del porqué no existen estudios, es la falta de información local de emisiones, además de lo prematuro que son estos impuestos en términos históricos. Los estudios empíricos existentes se centran en países desarrollados y que poseen una estructura impositiva ambiental, como lo es la Unión Europea, los países nórdicos, Canadá o Estados Unidos. Con ello, permite hacer uso de datos panel o control sintético para evaluar el impacto de los impuestos en la emisión de GEI. Asimismo, el desarrollo histórico de los gravámenes posibilita el uso de series de tiempo y diferencias en diferencias.

Estos estudios concentran como variable dependiente el nivel de emisiones per cápita, seguido del consumo de gasolina y de la huella ecológica. Los impuestos, como variable de control, varían su presentación dependiendo del método y el objetivo de las y los investigadores. Ya que su presentación puede ser como tasa impositiva real o variable dummy, Pretis (2021), Andersson (2019), Lin y Li (2011) y Rybak et al. (2022) la usan, y el modelo más utilizado son diferencias en diferencias o control sintético, como composición en el precio (el modelo principal de Kim et al., 2010; Davis y Kilian, 2009; Shmelev y Speck, 2018; Runst

<sup>3</sup> Existen investigaciones teóricas en las cuales simulan escenarios de trayectorias de las emisiones si se impusiera un impuesto ambiental o verde “óptimo”. Por ejemplo, Landa et al. (2016) realizan una simulación de mediano y largo plazos, estimando el impuesto requerido para lograr las metas de emisiones dentro de la normativa, calculando una reducción del 75% si se implementara en comparación al escenario base. O el caso de Barragán et al. (2018), con un modelo de equilibrio de optimización parcial, ejecutan una simulación comparando un régimen de comercio de emisiones y un impuesto al carbono y la eficiencia en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, y concluyen que el régimen de comercio es el más eficiente. Otros estudios se centran en inversiones y tecnología, como el caso de Banacloche et al. (2020), quienes evalúan las inversiones verdes en la producción de energía y su impacto económico y en emisiones; o el caso de Chávez y Sheinbaum (2014) que evalúan y comparan los beneficios de invertir en sistemas de transporte público y transportes híbridos.

y Höhle, 2021, cuyo son mínimos cuadrados ordinarios o variables instrumentales), o como proporción de ingresos relativos (por ejemplo, Nar, 2021; Morley, 2012; Telatar y Birinci, 2022 y Sundqvist, 2007, utilizan ratios relativos y tienen como principal modelo los datos panel).

La segunda variable de control comúnmente empleada en los modelos de evaluación es el producto interno bruto (PIB) per cápita. Una herramienta es la utilización del término cuadrático al PIB, haciendo alusión a la idea de un comportamiento cóncavo análogo a la Curva de Kuznets Ambiental; por ejemplo, Morley (2012) utiliza esta presentación. Otras variables de control comúnmente empleadas son la tasa de urbanización o la población, como un indicador de forzamiento energético, como reflejo de la dependencia energética y sensibilidad entre población y nivel de emisiones (Galindo et al., 2022). Además, para considerar la inercia de emisiones en períodos anteriores, en varios estudios toman el rezago de la variable dependiente o crean variables dicotómicas relativas al tiempo. Pocos trabajos incorporan variables que tomen en cuenta cuestiones, por ejemplo, del nivel tecnológico, niveles de inversión en investigación y desarrollo (IyD) o un desglose de impuestos no ambientales pero que afectan el precio final de los combustibles o inciden en el nivel de emisiones; tales variables dependerán del objetivo, la profundización y el contexto histórico que las autoras y autores consideraron. Lin y Li (2011) toman en cuenta el gasto en IyD para los países nórdicos, y Sundqvist (2007), para Suecia, considera diversos impuestos ambientales, así como el gasto en IyD.

Los resultados de estos estudios revelan una heterogeneidad en sus conclusiones, debido a la diversidad en las metodologías, la disponibilidad y el desglose de los datos, así como la temporalidad de estos. No obstante, persiste una tendencia positiva en la efectividad de los impuestos ambientales en los niveles generales de emisión de GEI. En este tenor, se visualiza un panorama general del estado del arte, el cual ofrece distintas metodologías, variables de control y resultados diversos. De esta manera, la presente investigación constituye un esfuerzo por contribuir a la literatura existente para el caso mexicano sobre la identificación de la influencia que tienen los impuestos ambientales sobre el nivel de emisiones, utilizando los pocos datos disponibles en el ámbito estatal.

### 3. Metodología y datos

Preexiste una carencia de datos sobre emisiones en el nivel local. Para poder identificar la influencia de los impuestos ambientales sobre las emisiones estatales se consideraron dos fuentes de información. La primera de ellas, tomando en cuenta de 2008 a 2021, es el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC),<sup>4</sup> la cual es afectada de manera indirecta por los impuestos ambientales. La segunda (base Transporte), consideró las emisiones del subsector transporte del Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, mediante la creación de una variable proxy para cada entidad federativa de acuerdo con la participación relativa del producto interno bruto estatal (PIBE) del sector transporte.<sup>5</sup> Esta segunda base es afectada de manera directa por los impuestos ambientales; se tomó en cuenta una temporalidad de 2008 a 2019. Esta aproximación posee ciertas limitaciones, ya que se asume que cada unidad de PIBE del sector transporte corresponde de igual forma a emisiones en cada entidad federativa, creando problemas en la robustez de los resultados. Sin embargo, Galindo et al. (2022) concluyen que no hay evidencia de un desacoplamiento entre producto, producto per cápita y población, de forma que esta aproximación puede acercarse a las emisiones reales.

Con una aproximación al nivel de emisiones por entidad federativa, se hace necesaria la utilización de la metodología panel, ya que se cuenta con información al nivel estatal de varios años y se puede considerar la heterogeneidad entre entidades federativas. De esta manera, considerando ejercicios análogos en la literatura, se estimaron las siguientes expresiones:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 rIEPS_{it} + \beta_3 rISAN_{it} + \gamma X_{it} + \varepsilon_{it} \dots \quad (1)$$

<sup>4</sup> Únicamente se tomaron en cuenta los GEI (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hexafluoruro de azufre y los hidrofluorocarbonos) y se transformaron en su equivalencia a CO<sub>2</sub>. Esta fuente de información se encuentra disponible por entidad federativa y contabiliza a personas o empresas que superen un umbral de emisión/desecho de contaminantes de acuerdo con la NOM-165-Semarnat-2013. Debe tenerse en cuenta que esta base de datos es alimentada por grandes emisores, lo cual puede poseer cierto sesgo en los resultados.

<sup>5</sup> Se consideró como ponderador la participación relativa del PIBE por transportes, almacenamiento y correo; datos obtenidos por el Sistema de Cuentas Nacionales.



Considerando:

$$rIEPS = \frac{IEPS_{it}}{PIBE_{it}}; rISAN = \frac{ISAN_{it}}{PIBE_{it}}$$

Donde  $y_{i,t}$  es el logaritmo del nivel de emisiones per cápita (CO<sub>2</sub>e), considerando ambas bases. Para el caso de la base Transporte, la estimación se calculó

con base en:  $y_{i,t} = \frac{PIBE(Transporte)_{it}}{\sum_{i=1}^{32} PIBE(Transporte)_i} * EmissTransporte_t$ .  $rIEPS$  es el

ratio del Impuesto Especial sobre Productos y Servicios (utilizando las cuotas del artículo 2-A de la Ley del IEPS) y  $rISAN$  es el ratio del Impuesto Sobre Automóviles Nuevos (considerando el Fondo de Compensación).  $X_{it}$  es el vector de las variables de control: el logaritmo del PIBE per cápita y su término cuadrático, así como la tendencia temporal ( $T$ ).  $i$  es la entidad federativa, contemplando  $i = 1, 2, \dots, 32$ ,  $t$  es temporalidad anual e  $\varepsilon_{it}$  el error compuesto.

Debido a la disponibilidad de información, se consideró 2008 como el año de inicio, ya que a partir de 2007 se reformó la Ley del IEPS y la Ley de Coordinación Fiscal (LCF) donde se participa a las entidades federativas las cuotas de gasolina y diésel. Tanto los impuestos ambientales como el PIBE fueron deflactados a precios de 2013. En ambos impuestos se consideró la recaudación total anual. De esta forma, la ratio o la proporción de los impuestos ambientales es un aproximado a la tasa impositiva real, la cual es una tasa general, empero progresiva conforme aumenta el consumo, dando lugar a una relación entre estas tasas y el nivel de emisiones. Como menciona Galán (2019), es complejo pensar en una medición de los flujos o cantidades de emisión y relacionarlos con los impuestos ambientales; para aliviar ese vínculo o poder realizar una evaluación, se crean variables proxy (por ejemplo, elasticidades) como es el caso del presente trabajo, en el cual, a través de semielasticidades, se evalúa la relación que existe entre la tasa impositiva real y el nivel de emisiones. La propia recaudación viene relacionada con la calidad impositiva ambiental, es decir, una mayor tasa impositiva real podría mejorar la calidad ambiental.<sup>6</sup> Asimismo, al PIBE per cápita se le añadió el término cuadrático, con la finalidad de cuantificar el efecto lineal y no lineal

<sup>6</sup> Por ejemplo, como mencionan García (2017) y Galán (2019), la elaboración del Índice de Desempeño Ambiental (EPI, por sus siglas en inglés) da pie a una evaluación de la política ambiental (medida como recaudación respecto a PIB) y su impacto en diversos indicadores ambientales y no ambientales.

del ingreso de la población en el nivel de emisiones, en alusión a la Curva de Kuznets Ambiental. Por último, se utilizó una variable categórica relativa al tiempo, con el fin de capturar la inercia del nivel de emisiones en períodos anteriores.

Previo a observar los resultados encontrados, en la Tabla 1 se encuentran las estadísticas descriptivas de ambas bases de datos.<sup>7</sup> Primero, se observa la baja participación de ambos impuestos ambientales como proporción del producto per cápita, considerando que se estimaron semielasticidades; el coeficiente estimado probablemente tenderá a ser alto. Segundo, el Banco Mundial estimó para 2019 un nivel de emisiones de 3.6 toneladas per cápita para México (la última actualización es de 2020; sin embargo, dada la crisis por la pandemia mundial, el nivel de emisiones cayó a 3 toneladas per cápita). Para la base RETC se observa un promedio semejante, 3.39 toneladas, aunque como se mencionó presenta una alta varianza en la distribución de los datos. No obstante, para la base Transporte, este promedio disminuye a 1.38; lo cual se atribuye a que es una subvaloración respecto al total de emisiones, y con un nivel menor en la desviación estándar. Por último, se observa en el PIBE per cápita valores máximos bastante altos respecto a la media; lo anterior se debe a entidades con alto PIBE, pero con una baja población comparado con otros estados; por ejemplo, el estado de Campeche cuenta con un alto PIB (por su actividad petrolera) pero su población es baja relativamente comparada con otras entidades.

**Tabla 1. Estadística Descriptiva**

Base RETC						
Variable	Unidad	Obs	Media	Des. Est.	Mín	Máx
GEI per cápita (CO <sub>2</sub> e)	Tonelada	448	3.39	8.86	0.00	104.14
Ratio IEPS	Porcentaje	448	0.21	0.15	0.004	0.863
Ratio ISAN	Porcentaje	448	0.06	0.03	0.003	0.203
Población	Unidad	448	3 700 570.5	3 075 298.2	587 083.6	17 219 536
PIBE per cápita	Millones de pesos	448	0.15	0.12	.046	1.09

<sup>7</sup> Dado que únicamente se cuentan con los datos de los censos para el caso de la población, se linealizó dicha variable, a través de una interpolación, para poder obtener datos anualizados.

**Base Transporte**

Variable	Unidad	Obs	Media	Des. Est.	Mín	Máx
GEI per cápita (CO <sub>2</sub> e)	Tonelada	384	1.38	0.79	0.29	4.226
Ratio IEPS	Porcentaje	384	0.20	0.15	0.004	0.863
Ratio ISAN	Porcentaje	384	0.03	0.01	0.003	0.074
Población	Unidad	384	3 656 623.1	3 043 236.4	587 083.6	16 810 762
PIBE per cápita	Millones de pesos	384	0.15	0.13	0.05	1.09

Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, SHCP y RETC-Semarnat.

Asimismo, para la base RETC la observación mínima es cero, debido a dos observaciones correspondientes al Estado de Nayarit; a partir de 2010 comenzó la contabilidad/registro en apego a la Norma (para poder estimar la ecuación (1), esas dos observaciones se aliviaron incrementando una unidad para poder obtener el logaritmo de la variable en cuestión). Además, existe una mayor varianza en esta base respecto al nivel de emisiones per cápita, debido a la naturaleza del propio registro de emisiones.

## 4. Resultados y discusión

### 4.1 Resultados

Se estableció estimar un modelo panel de efectos fijos, ya que en los resultados se considera la heterogeneidad entre las entidades federativas, así se alivia la problemática de omisión de variables. Asimismo, para comprobar la robustez del Modelo General, se generaron tres tipos de modelo: Modelo Regional, el cual subdivide a las entidades federativas geográficamente en Norte y Sur; Modelo Ingreso, donde se dividen en dos grupos a las entidades por mayor y menor ingreso per cápita, y Modelo Emisiones, donde se divide en dos a las entidades por nivel de emisiones per cápita.

En las Tablas 2 y 3 se presentan los resultados estimados. Primero, para la base RETC, se observa que la variable ingreso presenta una relación positiva y exponencial con el nivel de emisiones, de forma significativa. En la mayoría de los grupos corroboran un comportamiento análogo al Modelo General, a excepción del Norte.

No hay evidencia para establecer una relación de concavidad entre el ingreso y el nivel de emisiones; además, el efecto marginal evaluado en la media presentó un resultado de  $-0.88$ , sin ser estadísticamente significativo. Para el caso de los impuestos ambientales, ambos presentan coeficientes negativos, pero en el IEPS-GyD no hay robustez en su significancia presumible en los resultados de los grupos. Es decir, el IEPS-GyD no tiene incidencia estadística en la reducción de emisiones de GEI. Por otro lado, el ISAN, para esta base de datos, presenta un coeficiente negativo y significativo. Los diversos grupos conformados tienen un comportamiento análogo, por lo que se concretaría robustez en que el ISAN presume un probable impacto en la reducción de emisiones; el incremento de una unidad en el ratio ISAN produciría un cambio negativo de  $381.41\%$  en el nivel general de emisiones.<sup>8</sup> Asimismo, la variable categórica del Tiempo presenta una inercia negativa, aunque no significativa, lo que habla de cierta presión a la baja en el nivel de emisiones para la base RETC. Sin embargo, no se puede hablar de robustez en la presente variable, debido a que tres de los seis grupos presentaron coeficientes positivos.

Para la segunda base de datos (Transporte), el impacto del ingreso sobre las emisiones de igual forma presenta una relación positiva y exponencial. Esto habla de una aceleración en el nivel de emisiones conforme incrementa el PIBE per cápita, sin presentar un punto de quiebre. El efecto marginal, evaluado en la media, es de  $0.63$  (estadísticamente significativo). Únicamente los grupos Norte, Menor Ingreso y Menores Emisiones difieren del resto. En lo que respecta a los impuestos ambientales, primero, el ISAN tiene un comportamiento similar a la anterior base, ya que presenta signo negativo (pero no significativo), apoyado por un comportamiento análogo en los grupos, lo que da vicisitud para mencionar que tiene poca incidencia en la reducción de las emisiones de GEI del sector Transporte, donde el incremento en una unidad del ratio ISAN tendría como consecuencia una reducción del  $264.45\%$  del nivel de emisiones de  $\text{CO}_2\text{e}$ .

Respecto al IEPS-GyD, los resultados muestran una relación análoga al anterior modelo, ya que el coeficiente estimado resultó negativo y no significativo. En cuatro de seis modelos presenta signo positivo, lo cual nos habla que el IEPS-GyD en lugar de estimular la mitigación de emisiones de GEI o desincentivar el uso de la gasolina, produce un efecto contrario. Por último, de igual forma que el primer modelo, la tendencia es decreciente, por lo que hay cierta presión exógena a los impuestos ambientales en la reducción de emisiones, por ejemplo, la eficiencia tecnológica.

---

<sup>8</sup> Este resultado deriva de la baja participación a razón del PIBE que tienen los impuestos ambientales.

Tabla 2. Resultados Base RETC

VARIABLES	Modelo General	Modelo Regional <sup>1)</sup>		Modelo Ingreso <sup>2)</sup>		Modelo Emisiones <sup>3)</sup>	
	Log CO <sub>2</sub> e	Sur Log CO <sub>2</sub> e	Norte Log CO <sub>2</sub> e	Mayor Ingreso Log CO <sub>2</sub> e	Menor Ingreso Log CO <sub>2</sub> e	Mayores Emisores Log CO <sub>2</sub> e	Menores Emisores Log CO <sub>2</sub> e
Log PIBE per cápita	1.8536*** (0.46)	2.6225*** (0.26)	-9.4305*** (2.29)	2.2650*** (0.71)	7.7533* (3.76)	2.5857*** (0.60)	4.2391* (2.36)
Log PIBE per cápita <sup>2</sup>	0.6615*** (0.18)	0.7525*** (0.15)	-2.0905*** (0.53)	1.0320** (0.44)	1.6863** (0.66)	1.0759*** (0.34)	1.1208* (0.56)
Ratio ISAN	-3.8141** (1.83)	-5.5911 (3.27)	-3.2078 (2.48)	-3.1511 (3.20)	-5.1534* (2.61)	-1.7837 (1.61)	-6.4070* (3.11)
Ratio IEPS	-0.4769 (0.41)	-1.2309** (0.51)	-0.1762 (0.76)	-0.9334 (2.49)	-0.8091** (0.31)	-0.7077 (0.82)	-0.1225 (0.49)
Tiempo	-0.0085 (0.02)	0.0234 (0.02)	-0.0229 (0.03)	-0.0163 (0.03)	0.0120 (0.01)	0.0133 (0.02)	-0.0243 (0.03)
Constante	2.1832*** (0.73)	3.1218*** (0.92)	-8.8699*** (2.91)	2.2974*** (0.72)	9.9715* (5.35)	2.0948** (0.76)	4.8936* (2.67)
Observaciones	448	224	224	224	224	224	224
R-2	0.138	0.173	0.161	0.176	0.124	0.172	0.180
Número de id	32	16	16	16	16	16	16

Errores Robustos en paréntesis. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, SHCP, RETC-Semarnat y EPA.

1) La región Sur comprende las entidades de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Estado de México, Ciudad de México, Morelos, Tlaxcala, Puebla, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Norte: Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Durango, Zacatecas, Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Jalisco, Aguascalientes, Colima, Michoacán y San Luis Potosí.

2) Año base 2019. Mayor ingreso: Sinaloa, Jalisco, Tamaulipas, Colima, Chihuahua, Baja California, Aguascalientes, Quintana Roo, Querétaro, Tabasco, Coahuila, Sonora, Baja California Sur, Nuevo León, Ciudad de México y Campeche. Menor ingreso: Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Tlaxcala, Hidalgo, Michoacán, Puebla, Estado de México, Zacatecas, Nayarit, Veracruz, Morelos, Durango, Guanajuato, Yucatán y San Luis Potosí.

3) Año base 2019. Mayores emisores: Durango, Baja California, Sinaloa, Estado de México, Sonora, Michoacán, Tabasco, Chihuahua, Nuevo León, San Luis Potosí, Campeche, Guanajuato, Veracruz, Tamaulipas, Baja California Sur e Hidalgo. Menores emisores: Nayarit, Guerrero, Aguascalientes, Colima, Quintana Roo, Tlaxcala, Zacatecas, Yucatán, Chiapas, Oaxaca, Puebla, Morelos, Ciudad de México, Querétaro, Coahuila y Jalisco.

**Tabla 3. Resultados Base Transporte**

VARIABLES	Modelo General	Modelo Regional <sup>1</sup>		Modelo Ingreso <sup>2</sup>		Modelo Emisiones <sup>3</sup>	
	Log CO <sub>2</sub> e	Sur Log CO <sub>2</sub> e	Norte Log CO <sub>2</sub> e	Mayor Ingreso Log CO <sub>2</sub> e	Menor Ingreso Log CO <sub>2</sub> e	Mayores Emisores Log CO <sub>2</sub> e	Menores Emisores Log CO <sub>2</sub> e
Log PIBE per cápita	0.8195*** (0.14)	0.8814*** (0.15)	-0.5385 (0.65)	0.9847*** (0.15)	0.6757 (1.16)	0.9538*** (0.14)	0.0161 (0.65)
Log PIBE per cápita <sup>2</sup>	0.0467 (0.06)	0.0389 (0.05)	-0.1671 (0.15)	0.1246* (0.06)	-0.0471 (0.23)	0.1016* (0.06)	-0.1531 (0.14)
Ratio ISAN	-2.6445 (3.70)	1.5593 (3.51)	-12.9920*** (4.19)	-0.3756 (3.49)	-2.1821 (5.75)	-1.0971 (5.29)	-5.8833* (3.11)
Ratio IEPS	-0.0422 (0.16)	-0.2446** (0.11)	0.2312** (0.09)	0.3408 (0.23)	0.0071 (0.08)	0.4336** (0.20)	-0.0015 (0.08)
Tiempo	-0.0276*** (0.01)	-0.0244*** (0.00)	-0.0309*** (0.00)	-0.0245*** (0.00)	-0.0341*** (0.00)	-0.0264*** (0.00)	-0.0349*** (0.00)
Constante	1.9303*** (0.17)	1.9359*** (0.18)	0.4818 (0.65)	1.9627*** (0.13)	2.0137 (1.46)	1.9126*** (0.14)	1.2338 (0.75)
Observaciones	384	192	192	192	192	192	192
R-2	0.576	0.672	0.420	0.571	0.630	0.587	0.619
Número de id	32	16	16	16	16	16	16

Errores Robustos en paréntesis.\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, SHCP, INEGYCEI -INECC.

1\ La región Sur comprende las entidades de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Estado de México, Ciudad de México, Morelos, Tlaxcala, Puebla, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Norte: Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Durango, Zacatecas, Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Jalisco, Aguascalientes, Colima, Michoacán y San Luis Potosí.

2\ Año base 2019. Mayor ingreso: Sinaloa, Jalisco, Tamaulipas, Colima, Chihuahua, Baja California, Aguascalientes, Quintana Roo, Querétaro, Tabasco, Coahuila, Sonora, Baja California Sur, Nuevo León, Ciudad de México y Campeche. Menor ingreso: Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Tlaxcala, Hidalgo, Michoacán, Puebla, Estado de México, Zacatecas, Nayarit, Veracruz, Morelos, Durango, Guanajuato, Yucatán y San Luis Potosí.

3\ Año base 2019. Mayores emisores: Querétaro, Michoacán, Tabasco, Campeche, Tamaulipas, Chihuahua, Baja California, Sonora, Puebla, Coahuila, Guanajuato, Veracruz, Jalisco, Nuevo León, Estado de México y Ciudad de México. Menores emisores: Tlaxcala, Colima, Nayarit, Zacatecas, Baja California Sur, Morelos, Durango, Aguascalientes, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Yucatán, Hidalgo, Quintana Roo, San Luis Potosí y Sinaloa.

En síntesis, ambos modelos proyectan información de la respuesta lógica en aumentos en el ingreso per cápita sobre el nivel de emisiones promedio. En efecto, considerando que México es un país de ingreso medio con una tendencia a incrementarse por las diversas situaciones y proyecciones socioeconómicas, hay un importante forzamiento en el nivel de emisiones por el gran peso que tiene el ingreso per cápita. Además, el cambio en los patrones de consumo incrementará la huella ecológica promedio, entre otras influencias que, sin una apropiada política de internalización por daño ambiental-ecológico, agravará la tendencia creciente del nivel de emisiones de CO<sub>2</sub>e. Respecto al ISAN, el planteamiento inicial era que dicho impuesto no incidía en las emisiones de GEI, ya que como menciona Galán (2019) grava tecnología nueva e incentiva el uso de automóviles con más antigüedad, asequibles y de menor eficiencia en el consumo de combustibles. No obstante, los resultados fueron contrarios a los esperados. Un elemento que pudo coadyuvar es el encarecimiento por unidad y una mayor eficiencia tecnológica en los últimos años; a pesar del incremento en el parque vehicular, considerando también el incremento poblacional y/o la tasa de urbanización en las últimas dos décadas, podría revertir estos resultados.

Por parte del IEPS-GyD, hay información para establecer que dicho impuesto no incide en el nivel de emisiones. Dos factores pueden intervenir para explicar estos resultados; el incremento en las cuotas estatales ha sido raquítico, mientras que los constantes subsidios a las cuotas federales, para contener la volatilidad del precio, han mermado la percepción en el consumo, ya que el precio no refleja necesariamente los costos ambientales asociados. Cabe mencionar la relación entre ingreso y demanda de gasolina; Reyes et al. (2010) encuentra una baja elasticidad ingreso-consumo de gasolinas, por lo que en escenarios de crecimiento económico (sin una transición energética) y sin una política de precios, el consumo de gasolinas se incrementará y, por ende, el nivel de emisiones per cápita.

#### **4.2 Discusión de implementación de políticas ambiental-fiscal**

En este tenor, dados los resultados previamente discutidos se proponen tres ejes de política fiscal-ambiental. Tomando en cuenta la coordinación fiscal entre el gobierno federal y las entidades federativas, cabe mencionar que, si bien las propuestas no derivan directamente de los resultados anteriores, la implicación de política fiscal-ambiental influye en la mitigación de GEI, y posee un mecanismo de retroalimentación en la capacidad de adaptación-mitigación por el cambio climático.

La primera propuesta es el *etiquetado de los recursos recaudados*.<sup>9</sup> Es decir, considerando el marco normativo de coordinación fiscal, que el monto recaudado por impuestos ambientales se utilice con fines de resiliencia, medidas adaptativas al cambio climático y programas de conservación ambiental. De esta manera, los impuestos tendrían un carácter de doble dividendo. Además, coadyuvaría en la alineación de las políticas públicas para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) de la Agenda 2030, donde las políticas de mitigación y adaptación son primordiales para contrarrestar el cambio climático. Con ello, se financiarían proyectos en inversión sostenible y conservación, primordialmente en el sector transporte; por ejemplo, Chávez y Sheinbaum (2014) resaltan la importancia del transporte como factor de mitigación, pues ante distintos escenarios existe una alta probabilidad de reducción de emisiones de GEI y contaminantes, criterio con una mejora e inversiones en el sistema de transporte público.

Adicionalmente, se debe considerar cambios en el mecanismo de distribución de los recursos. La repartición a las entidades federativas depende principalmente del consumo efectuado en su territorio; se pueden adicionar nuevos elementos para lograr una repartición más equitativa. En concreto, los factores que se deben considerar son: el esfuerzo fiscal en la recaudación de impuestos ecológicos,<sup>10</sup> la población y la vulnerabilidad al cambio climático. En los últimos años diversas entidades federativas han implementado impuestos al carbono,<sup>11</sup> cuya recaudación y esfuerzo fiscal-ambiental debe ser considerada/apremiada en el mecanismo de distribución de recursos federales y evaluado en el futuro por su impacto en la mitigación de GEI.

<sup>9</sup> Originalmente, para el caso del IEPS-GyD se publicó que las cuotas referidas a los impuestos debían destinarse *exclusivamente a infraestructura vial, sea rural o urbana; infraestructura hidráulica; movilidad urbana y por lo menos 12.5 por ciento a programas para la protección y conservación ambiental*. No obstante, la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) invalidó dicho párrafo de la Ley de Coordinación Fiscal, argumentando violaciones a la libertad hacendaria de los estados y municipios.

<sup>10</sup> Únicamente 11 de las 32 entidades federativas cuentan con un esquema fiscal que contemple impuestos ecológicos.

<sup>11</sup> De acuerdo con MÉXICO<sub>2</sub> (2023), ocho entidades han comenzado a implementar impuestos al carbono, dada la sentencia emitida por la SCJN, a saber: Zacatecas (2017), Baja California (2020), Tamaulipas (2020), Querétaro (2021), Yucatán (2021), Estado de México (2022), Guanajuato (2021), Durango (2022) y Jalisco (2022). La temporalidad en la que fueron implementados está fuera del período de estudio de este trabajo; no obstante, incluir estas consideraciones probablemente alteraría a favor los resultados en la mitigación de CO<sub>2e</sub>, especialmente en los modelos regionales.



La segunda propuesta es el *incremento en las cuotas estatales*, especialmente las cuotas estatales del IEPS-GyD, en las cuales podría darse una permutación de forma paulatina y progresiva entre las cuotas federales a las estatales. Cabe aclarar dos puntos importantes en esta propuesta. Primero, dicha permutación debe tomarse de forma cauta, ya que el traslado al precio final (dados los choques externos y el incremento de las cuotas) tendría un menor subsidio y, dada la dependencia en la movilidad por autotransporte, tendría inevitablemente consecuencias inflacionarias y, por ende, resultados recesivos para la economía. Segundo, este incremento de las cuotas es viable en términos de progresividad; por ejemplo, la propia SHCP (2020) o Huesca y López (2015), argumentan que para el caso del IEPS el incremento del impuesto sería progresivo, dado que el consumo de combustibles es mayor en deciles más altos. Caso análogo para el ISAN, pues conforme se adquieren o son asequibles automóviles de mayor costo, las cuotas al mismo se incrementan.

Por último, existe una basta literatura sobre *reformular el federalismo fiscal mexicano*. No se ahondará en ello debido a su extensión. Sin embargo, cabe hacer énfasis en la dependencia que tienen las entidades federativas de los recursos ministrados por la Federación; estos fondos (tanto aportaciones como participaciones federales) dependen en gran medida de la Recaudación Fiscal Participable, es decir, de la recaudación tributaria. El problema radica en que, ante diferentes escenarios de cambio climático, la tasa de crecimiento tenderá a decrecer (Sánchez, 2020<sup>12</sup>); Caballero (2012) enmarca la alta elasticidad<sup>13</sup> entre ingresos tributarios y el PIB, por lo que se traduciría en menores recursos para hacer frente a las consecuencias directas e indirectas del propio cambio climático. Por eso, debe considerarse un cambio en la perspectiva de repartición de los recursos fiscales en el mediano plazo, sin miras a seguir concibiendo el crecimiento económico como una expansión sin límite y no realista (Harris, 2013).

---

<sup>12</sup> El autor utilizó escenarios RCP 2.5, 4.5 y 6.0.

<sup>13</sup> Para el año que se realizó dicho estudio, la dependencia de las transferencias federales de las entidades federativas rondaba entre el 70 y 75%, mientras que para 2020 dicha dependencia se incrementó entre 80 y 85%, en promedio, considerando, además, un incremento en la deuda pública estatal.

## 5. Conclusiones

Existe evidencia para concluir que el impuesto del IEPS-GyD no cumple el propósito de disminuir o incidir en el nivel de emisiones en el ámbito estatal, por lo que resultó correcta la intuición primaria. Por otro lado, resultó incorrecta la interpretación inicial sobre el ISAN, ya que en ambos modelos hay información cuyos resultados indican una incidencia estadística favorable en la reducción de emisiones per cápita. Con ello, se puede indicar que México no cuenta con una buena política de mitigación por el lado fiscal, lo que resulta en un área de oportunidad para profundizar, reformar e implementar nuevos estatutos legales y de coordinación fiscal, como los discutidos anteriormente. Adicionalmente, la implementación y el funcionamiento del Sistema de Comercio de Emisiones (SCE), después de su fase piloto (2019-2021), ha tendido a ralentizarse y falta evidencia en sus resultados preliminares,<sup>14</sup> considerando que afecta principalmente al sector industrial y energético.

De igual forma, el presente trabajo posee un área de oportunidad, que es el acceso y el mejoramiento de nuevas fuentes de información. La carencia de datos al nivel desagregado dificulta un mejor análisis; sin embargo, dada la robustez de los resultados obtenidos, posiblemente se obtengan resultados análogos al presente trabajo, considerando que las bases de datos utilizadas son una subvaloración del nivel real de emisiones. Por eso, en futuras líneas de investigación en la mitigación de GEI a través de impuestos ambientales, se podría optar por diferentes modelos o por implementar una metodología que recoja de mejor forma el nivel de emisiones per cápita estatal. Nuevamente, esta investigación es un esfuerzo para vislumbrar los posibles efectos de los impuestos ambientales de mayor envergadura en las emisiones, cuya afectación se centra en el sector transporte, que tendrá un foco de atención en relación con el incremento en la demanda por el crecimiento poblacional, el nivel de urbanización y el cambio tecnológico.

Dado el alto riesgo que tiene México por el cambio climático, preexiste una probabilidad en limitaciones fiscales para hacer frente a los diversos efectos directos e indirectos del propio cambio climático. Por eso, nos encontramos en una

---

<sup>14</sup> De acuerdo con la Semarnat, los sectores afectados representan 2/3 del total de emisiones. No obstante, únicamente participarán las empresas cuyas emisiones sean mayores a 100 000 toneladas de CO<sub>2</sub>; de esta manera, el sce representa una proporción menor a lo comprometido por México a 2030 en la Contribución Nacional Determinada (reducción del 22% respecto a línea base). Esto fortalece la aplicación y el fortalecimiento de impuestos ambientales, afectando tanto a emisores micro y macro.

temporalidad ajustada para realizar los cambios necesarios en materia fiscal, a fin de transitar a una política de mitigación más efectiva y, conjuntamente, a políticas de adaptación con los recursos recaudados que coadyuven al fortalecimiento y el cumplimiento de la Agenda 2030, así como los nuevos retos que enfrentará la sociedad mexicana, como la raza humana, por la huella antropocéntrica ocasionada al planeta y a la propia naturaleza.

## Referencias

- Andersson, J. (2019). Carbon taxes and CO<sub>2</sub> emissions: Sweden as a case study. *American Economic Journal: Economic Policy*, 11(4): 1-30.
- Banacloche, S., Cadarso, M., Monsalve, F. y Lechon, Y. (2020). Assessment of the sustainability of Mexico green investment in the road to Paris. *Energy Policy*, 141, 111458.
- Barragán, C., Pizarro, A., Xylia, M., Syri, S. y Silveira, S. (2018). Carbon tax or emissions trading? An analysis of economic and political feasibility of policy mechanisms for greenhouse gas emissions reduction in the Mexican power sector. *Energy Policy*, 122, 287-299.
- Caballero, K. (2012). Finanzas públicas y cambio climático en México. México: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Chávez, C. y Sheinbaum, C. (2014). Sustainable passenger road transport scenarios to reduce fuel consumption, air pollutants and GHG (greenhouse gas) emissions in the Mexico City Metropolitan Area. *Energy*, 6, 624-634.
- Davis, L. y Kilian, L. (2009). Estimating the effect of a gasoline tax on carbon emissions. *National Bureau of Economic Research- Working Papers*, 14685, 1-41.
- Decreto por el que se reforman, adicionan, derogan, y abrogan diversas disposiciones de la Ley de Coordinación Fiscal, de la Ley del Impuesto sobre Tenencia o Uso de Vehículos y de la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios. Diario Oficial de la Federación, 21 de diciembre de 2007.
- Dinh, M. (2011). *The effect of the gasoline tax on carbon emissions in Sweden*. Tesis de Maestría. University of Gothenburg.
- Elizondo, A. y Hernández, T. (2018). Regulación de las emisiones de CO<sub>2</sub> para vehículos ligeros en México. *Gestión y Política Pública*, xxvii(2), 571-594.

- Environmental Protection Agency. Calculador de equivalencias de gases de efecto invernadero. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculador-de-equivalencias-de-gases-de-efecto-invernadero#results>
- Galán, J. (2019). *Impuestos ambientales en México y experiencias internacionales*. Cuadernos de investigación en finanzas públicas. México: Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República. <http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/handle/123456789/4693>
- Galindo, L. y Caballero, K. (2010). La economía del cambio climático: algunas reflexiones. *Gaceta de Economía*, 16, número especial, I, 85-113.
- Galindo, L., Caballero, K. y Reyes, P. (2022). Escenarios de mitigación para México a 2050: algunos hechos estilizados. *Sobre México. Temas de Economía*, 3, (6), 156-208.
- García, A. (2017). *Impuestos ambientales: explicación, ejemplos y utilidad*. México: Centro de Investigación Económica y Presupuestaria.
- Global Carbon Project. *Carbon Atlas* <https://globalcarbonatlas.org/>.
- Harris, J. (2013) Green Keynesianism: Beyond Standard Growth Paradigms. *Global Development and Environment Institute*, Working Paper 13-02, 1-17.
- Huesca, L. y López, A. (2016) Impuestos ambientales al carbono en México y su progresividad: una revisión analítica. *Economía Informa*, 398, 23-39.
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático) (2019). *Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático México*. México: [https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC\\_LibroDigital.pdf](https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf).
- INECC, Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero. <https://www.gob.mx/inecc/articulos/presenta-inecc-el-inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero-1990-2019-284532?state=published>.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Banco de Información Económica. <https://en.www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0>
- INEGI. Censo de Población y Vivienda 2005, Censo de Población y Vivienda 2010 y 2020. <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/INEGI..> *Finanzas Públicas Estatales y Municipales* <https://www.inegi.org.mx/programas/finanzas/>.
- INEGI. *Parque Vehicular*. <https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/#Informacion-general>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014). *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Ginebra.

- IPCC (2021). *Summary for Policymakers: Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, Reino Unido y Nueva, 3-32, doi:10.1017/9781009157896.001
- Kim, Y., Han, H. y Moon, Y. (2010). The empirical effects of a gasoline tax on CO<sub>2</sub> emissions reductions from transportation sector in Korea. *Energy Policy*, volume 39, (2), 981-989.
- Landa, G, Reynés, F., Cortes, I, Bellocq, F y Grazi, F. (2016). Towards a low carbon growth in Mexico: Is a double dividend possible? A dynamic general equilibrium assessment. *Energy Policy*, 96, 314-327.
- Ley de Coordinación Fiscal, última reforma, Diario Oficial de la Federación, 30 de enero de 2018.
- Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios, última reforma Diario Oficial de la Federación, 12 de noviembre de 2021.
- Ley del Impuesto Sobre la Tenencia o Uso de Vehículos, Ley abrogada, Diario Oficial de la Federación, 21 de diciembre de 2007.
- Ley Federal del Impuesto Sobre Automóviles Nuevos, última reforma, Diario Oficial de la Federación, 30 de noviembre de 2016.
- Lin, B. y Li, X. (2011). The effect of carbon tax on per capita CO<sub>2</sub> emissions. *Energy Policy*, 39, 5137-5146.
- MÉXICO<sub>2</sub> (2023). *Impuestos al carbono en México: desarrollo y tendencias*. Ciudad de México: Plataforma Mexicana de Carbono.
- Molina, M., Sarukhán, J. y Carabias, J. (2017). *El cambio climático. Causas, efectos y soluciones*. México: FCE.
- Morley, B. (2012) Empirical evidence on the effectiveness of environmental taxes. *Applied Economics Letters*, 19, 1817-1820.
- Nar, M. (2021). The role of carbon taxes in reducing greenhouse gas emissions. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(1), 117-125.
- Norma Oficial Mexicana NOM-165-SemarnaT-2013, que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes, Diario Oficial de la Federación, 24 de enero de 2014.
- Pretis, F. (2021). Does a carbon tax reduce CO<sub>2</sub> Emissions? Evidence from British Columbia. *Environmental and Resource Economics*, 83, 115-144.
- Price Waterhouse México (2022). *Guía de impuestos ecológicos en México, Ejercicio Fiscal 2022*. México: Price Waterhouse México. [https://explore.pwc.com/impuestosverdes2022/guia\\_completa](https://explore.pwc.com/impuestosverdes2022/guia_completa)
- Reyes, O., Escalante, R. y Matas, A. (2010). La demanda de gasolinas en México: Efectos y alternativas ante el cambio climático. *Economía: teoría y práctica*, 32, 83-111.

- Runst, P. y Höhle, D. (2021). The German eco tax and its impact on CO<sub>2</sub> emissions. *Energy Policy*, 160, 112655.
- Rybak, A., Joostberens, J., Manowska, A. y Pielot, J. (2022). The Impact of Environmental Taxes on the Level of Greenhouse Gas Emissions in Poland and Sweden. *Energies* 2022, 15, 44-65.
- Sánchez, A. (2020). *Efectos del cambio climático en el crecimiento económico de México*. México: UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas.
- SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito Público) (2020). *Distribución del pago de impuestos y recepción del gasto público por deciles de hogares y personas*. México: Gobierno de México. [https://www.finanzaspublicas.hacienda.gob.mx/work/models/Finanzas\\_Publicas/docs/congreso/infoanual/2022/ig\\_2022.pdf](https://www.finanzaspublicas.hacienda.gob.mx/work/models/Finanzas_Publicas/docs/congreso/infoanual/2022/ig_2022.pdf).
- SHCP. Estadísticas Oportunas de Finanzas Públicas., <http://presto.hacienda.gob.mx/EstoporLayout/>.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-de-emisiones-y-transferencia-de-contaminantes-retc>.
- Sentencia dictada en la Acción de Inconstitucionalidad 29/2008 promovida por diputados integrantes de la Sexagésima Legislatura del Congreso de la Unión en contra del propio Congreso y del Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, Diario Oficial de la Federación, 11 de junio de 2008.
- Shmelev, S. y Speck, S. (2018) Green fiscal reform in Sweden: Econometric assessment of the carbon and energy taxation scheme. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 969-981.
- Sundqvist, P. (2007) *Do energy taxes decrease carbon dioxide emissions?* Tesis de Maestría. Uppsala University.
- Telatar, O. y Birinci, N. (2022) The effects of environmental tax on Ecological Footprint and Carbon dioxide emissions: a nonlinear cointegration analysis in Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 44335-44347.
- Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory econometrics: A modern approach*, 6a. ed. Boston: Cengage Learning.