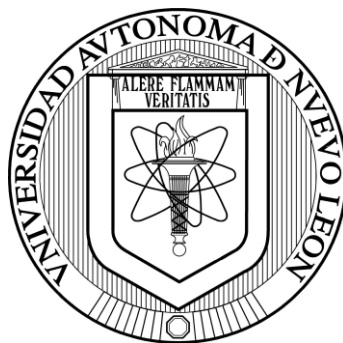


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ECONOMÍA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**“ANÁLISIS DE ENERGÉTICOS CON PERSPECTIVA DE GÉNERO
Y CONDICIÓN DE POBREZA”**

Por

PERLA ROCÍO ARELLANO SALAZAR

**Tesis presentada como requisito parcial para
obtener el grado de Doctorado en Ciencias Económicas**

Agosto, 2017

**“ANÁLISIS DE ENERGÉTICOS CON PERSPECTIVA DE GÉNERO
Y CONDICIÓN DE POBREZA”**

Perla Rocío Arellano Salazar

Aprobación de Tesis:

Asesor de la Tesis

DR. JOANA CECILIA CHAPA CANTÚ

DR. ERNESTO AGUAYO TÉLLEZ

DR. JORGE NOEL VALERO GIL

DR. HORACIO ENRIQUE SOBARZO FIMBRES

DR. EDGARDO ARTURO AYALA GAYTÁN

DR. PEDRO ANTONIO VILLEZCA BECERRA
Director de la División de Estudios de Posgrado
De la Facultad de Economía, UANL
Agosto, 2017.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I: ANÁLISIS DE LOS PATRONES DE GASTO EN BIENES ENERGÉTICOS CON PERSPECTIVA DE GÉNERO	7
1.1 INTRODUCCIÓN	7
1.2 REVISIÓN DE LITERATURA	9
1.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA BASE DE DATOS	11
1.3.1 <i>Características de los hogares mexicanos</i>	11
1.3.2 <i>Variables explicativas en los modelos Pooled Tobit</i>	14
1.4 ESPECIFICACIÓN DEL MODELO POOLED TOBIT	17
1.5 RESULTADOS DEL MODELO POOLED TOBIT	19
1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	22
1.7 BIBLIOGRAFÍA	24
CAPÍTULO II: EFECTO DEL PRECIO DE LA ELECTRICIDAD EN LOS HOGARES MEXICANOS CON PERSPECTIVA DE GÉNERO Y CONDICIÓN DE POBREZA.....	30
2.1 INTRODUCCIÓN	30
2.2 MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL.....	32
2.2.1 <i>Estructura</i>	35
2.3 MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL.....	39
2.4 RESULTADOS	41
2.4.1 <i>Efectos agregados</i>	41
2.4.2 <i>Efectos desagregados</i>	42
2.5 CONCLUSIONES	47
2.6 REFERENCIAS	49
2.7 ANEXOS.....	52
CAPÍTULO III: EFECTO DE UN IMPUESTO AL CARBONO CON PERSPECTIVA DE GÉNERO Y CONDICIÓN DE POBREZA: UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL	59
3.1 INTRODUCCIÓN	59
3.2 MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL	62
3.2.1 <i>Metodología</i>	63
3.2.2 <i>Especificación del modelo</i>	64
3.3 RESULTADOS.....	67
3.3.1 <i>Escenario A</i>	68
3.3.2 <i>Escenario B</i>	73

3.4 CONCLUSIONES	78
3.5 BIBLIOGRAFÍA	80
3.6 ANEXOS	82
REFLEXIONES FINALES	90

INTRODUCCIÓN

El enfoque de género ha realizado valiosos aportes conceptuales y metodológicos al estudio de la pobreza por lo que, con el objeto de contribuir a esos avances a través de recomendaciones de política pública, esta tesis desarrolla tres artículos de investigación enfocándose en el análisis de bienes energéticos y sectores económicos íntimamente relacionados como valor agregado. Se pretende, mostrar si existe una relación entre los energéticos, el género y la pobreza.

Los bienes energéticos son estratégicos para el crecimiento económico y social en nuestro país, ya que la energía es insumo en todos los sectores económicos por lo que esta tesis también pretende generar información que constituya un insumo para políticas públicas relacionadas con energéticos que incorporen la perspectiva de género.

Esta tesis se compone de tres estudios de investigación en los cuales se analizan bienes energéticos y sectores relacionados como Minería y Extracción y; Petroquímica con perspectiva de género y condición de pobreza. Cada uno de estos trabajos constituye un capítulo de la presente tesis.¹

El primer capítulo tiene como objetivo determinar el efecto del género del jefe de familia en los patrones de gasto de energía doméstica. Los bienes energéticos analizados son la electricidad, la gasolina magna, la gasolina premium, gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), carbón y leña. Para ello se estiman modelos pooled Tobit del gasto en energéticos, con base en los microdatos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH). Los principales resultados sugieren que los hogares encabezados por hombres (HEH) gastan más en gasolina magna y premium, mientras que los hogares encabezados por mujeres (HEM) gastan más en electricidad, gas natural, GLP y leña. El artículo contribuye a la literatura debido a que es uno de los primeros intentos en el país de analizar el efecto del género del jefe de familia en los patrones de gasto de energía doméstica, lo que permitirá contestar preguntas acerca de cómo el sexo del jefe del hogar afecta la magnitud del gasto en bienes energéticos, por lo que podrán sugerir estrategias para la toma de decisiones en materia de demanda energía.

¹Cabe mencionar que el segundo capítulo ya fue publicado como artículo en la revista *Análisis Económico* 80(32): 69-92; el primer capítulo fue enviado a la revista *Equilibrio Económico. Revista de Economía, Política y Sociedad* y se encuentra en proceso de dictamen; mientras que el último capítulo todavía se encuentra en revisión para su posterior publicación.

El segundo y tercer trabajo presentan modelos de equilibrio general, modelos de simulación, situados entre la economía normativa y la econometría, modelos que nos permiten cuantificar los efectos directos e indirectos sobre los agentes y la estructura de la economía.

En el segundo capítulo se documenta la construcción de una matriz de contabilidad social (MCS) para México con enfoque de género y condición de pobreza, y con base en ella, se formula un modelo de equilibrio general (MEG), que retrata el mecanismo del flujo circular de la renta, para examinar el impacto potencial de un aumento del precio de la electricidad. Los principales resultados sugieren que los hogares encabezados por mujeres tienden a ser más afectados que los hogares encabezados por hombres si los hogares son pobres. Este trabajo es pertinente ya que no se tiene conocimiento de algún otro artículo que analice el efecto de los precios de energéticos con enfoque de género en el país.

El tercer capítulo documenta la construcción de un modelo de equilibrio general (MEG) para México con enfoque de género y condición de pobreza, el cual permite evaluar los efectos derivados de un impuesto al carbono a los sectores Minería y Extracción y; Petroquímica. Los principales resultados sugieren que los hogares no pobres son los que se ven más afectados, es decir el impuesto es del tipo progresivo. Además, los hogares encabezados por hombres tienden a ser más afectados que los hogares encabezados por mujeres si los hogares son no pobres. Dado que no se tiene conocimiento de algún otro artículo que analice el efecto del impuesto al carbono con enfoque de género en el país, este capítulo pretende contribuir al análisis del impacto de este tipo de política pública en un contexto de interdependencia general con precios flexibles.

CAPÍTULO I: ANÁLISIS DE LOS PATRONES DE GASTO EN BIENES ENERGÉTICOS CON PERSPECTIVA DE GÉNERO

1.1 Introducción

La energía juega un papel de suma importancia dentro de cualquier economía. Es un insumo esencial para la generación de bienes y servicios, el desplazamiento de personas y bienes, así como para que se lleven a cabo actividades domésticas y los hogares disfruten de comodidad.

El análisis de la energía resulta aún más relevante, en el contexto actual que se vive en nuestro país, con la puesta en marcha de la reforma energética, la liberalización del precio de las gasolinas y del diésel y la baja capacidad instalada de plantas de generación de electricidad.

En México, el gasto en bienes energéticos (electricidad, gasolina magna, gasolina premium, gas natural, gas licuado de petróleo, carbón y leña) ha aumentado en los últimos años. De 2008 a 2014 pasó de \$767.91 a \$876.70 mensuales por hogar, lo cual representa 14.17% de incremento. Los hogares pobres incrementaron su gasto en energéticos en 9.92%, los hogares no pobres lo hicieron en 22.76%, mientras que los hogares encabezados por mujeres experimentaron un aumento del 17.10% y los hogares encabezados por hombres del 13.74%. Por lo que es importante conocer las características que influyen en los patrones de gasto en energía según tipo de energético y tipo de hogar.

El papel que ejercen las mujeres en el mundo ha sufrido diversas transformaciones a lo largo del tiempo y esto se puede constatar, entre otras cosas, por el crecimiento significativo de la jefatura femenina en los hogares. Algunas de las causas que condicionan este incremento y que han sido ampliamente estudiadas están las de tipo socioeconómico (incorporación femenina al mercado laboral), demográfico (movimientos migratorios), y culturales (cambios en el tradicional papel femenino de madre-esposa en el interior del hogar) (Hernández, 2000).

México no es la excepción, durante los últimos años el país ha experimentado un aumento constante en los hogares encabezados por mujeres (HEM) como proporción del total de hogares. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), en 2014 los HEM representaron cerca del 26 por ciento de todos los

hogares en el país, lo cual implica un aumento del 11.5 por ciento en comparación con 1992.

Las principales motivaciones para abordar el análisis desde la perspectiva de género son:

1.- La necesidad de identificar a los hogares más vulnerables para la implementación, por ejemplo, de políticas de mitigación de la pobreza. Diversos estudios han demostrado que, especialmente en América Latina, los hogares con jefatura femenina son generalmente más pobres que los de jefatura masculina.²

2.- El interés en el desarrollo y bienestar familiar. Las prioridades de gasto de las mujeres difieren respecto a la de los hombres, se ha demostrado que las mujeres destinan una mayor proporción del gasto a rubros que mejoren el bienestar de la familia, como alimentación, educación y salud.³

3.- Otra motivación relativamente nueva en la literatura es la relación entre los HEM y el medio ambiente. Las últimas investigaciones muestran que las condiciones ambientales tienen un impacto diferente en la vida de las mujeres y los hombres. Las mujeres se ven mayormente afectadas por el agotamiento de los recursos naturales ya que muchas mujeres de las áreas rurales dependen de esos recursos para su subsistencia. Además, los estudios sugieren que el deterioro ambiental ejerce un mayor impacto sobre la salud de la mujer, quien parece ser más vulnerable a los efectos de la contaminación.⁴

En este sentido, el presente trabajo tiene como motivación identificar los determinantes del gasto en bienes energéticos de los hogares mexicanos desde una perspectiva de género. Por lo que el objetivo general que se persigue es analizar las diferencias en los patrones de consumo de un grupo de bienes energéticos (electricidad, gasolina magna, gasolina premium, gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), carbón y leña) de los hogares con jefatura femenina y masculina en México, tomando en cuenta la evolución del gasto en ellos. De esta forma establecer o probar si

^{2a} Buvinic et al (1978); Buvinic (1990); Folbre (1991); Kennedy (1992); Buvinic y Gupta (1997); Salles et al (1999); Rico de Alonso (2006); Slon y Zúñiga (2006); Gindling y Oviedo (2008); Huete (2015); CONEVAL (2016).

^{2b} La relación entre la jefatura femenina y la pobreza es un tema controversial, pues los resultados dependen del concepto de jefatura utilizado, de las características de los hogares estudiados y del concepto de pobreza que se utilice.

³ Kossoudji y Mueller (1983); Brannen y Wilson (1987); Behrman y Deolalikar (1988); Behrman y Wolfe (1989); Kennedy y Peters (1992); Lloyd y Gage-Brandon (1993); Kennedy y Haddad, (1994); Hoddinott y Haddad (1995); Handa (1996); Thomas (1997); Haddad (1999); Katz (2000); Quisumbing y Maluccio (2003); Smith et al (2003); Doss (2006); Pajaron (2013).

⁴ Velázquez (1994); Leach et al (1995); Scott (1996); Montoya (2003); Pablos (2003); Nankhuni (2004); Blackden y Wodon (2006); Aguilar y Esparrallagas (2012); World Health Organization (2014).

existe una relación entre el sexo del jefe de familia y el gasto en energía, controlando por otras características del hogar.⁵ A su vez como objetivo específico se tiene el emitir algún tipo de recomendación de política pública.

Se pretende probar la siguiente hipótesis: los hogares encabezados por mujeres destinan una menor proporción de su gasto a la compra de energéticos que los hogares encabezados por hombres.

Para ello se estimaron modelos Pooled Tobit del gasto en energéticos utilizando un conjunto de datos a nivel micro de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) para los períodos: 2008, 2010, 2012 y 2014 publicadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Este trabajo contribuye a la literatura, debido a que es uno de los primeros intentos en el país de analizar el efecto del género del jefe de familia en los patrones de gasto de energía doméstica. Para México existe escasa investigación que permita contestar preguntas acerca de cómo el sexo del jefe del hogar afecta la magnitud del gasto en bienes energéticos. Por lo que se espera que los resultados de este estudio permitan sugerir estrategias para la toma de decisiones en materia de demanda energía.

En la siguiente sección se expone una breve revisión de literatura. Mientras que en la sección 3 se describe y analiza la base de datos. En la sección 4 se especifica el modelo econométrico utilizado y se explican sus fundamentos teóricos, mientras que los principales resultados de la estimación se presentan en la sección 5. En la penúltima sección se mencionan las conclusiones más relevantes y se indican algunas líneas de investigación futura para complementar este trabajo de investigación. Al final se presentan las referencias y los anexos.

1.2 Revisión de literatura

El estudio del proceso de asignación de recursos dentro del hogar se ha incrementado desde 1960. La persistencia de las desigualdades de género es una de las razones. Algunos de los estudios se centran en la toma de decisiones dentro del hogar y en identificar los determinantes responsables de la asignación de los recursos. Mientras que otros se centran en las disparidades en los patrones de consumo dentro del hogar

^{5a} Características del hogar: Si vive en una localidad rural, si paga renta, el número de integrantes, cantidad de miembros menores de 11 años, entidad federativa donde habita, gasto familiar.

^{5b} Características del jefe de familia: Edad, nivel de educación.

con respecto a la alimentación y el consumo no alimentario (salud, educación y otros recursos).

La asignación de los recursos al interior del hogar ha sido estudiada bajo diferentes perspectivas. Por un lado, encontramos el modelo unitario (Becker, 1981) en donde el comportamiento del hogar se moldea como el de un único agente, por lo que la familia cuenta con una sola función de utilidad que representa sus preferencias. Por otro lado, tenemos el modelo cooperativo (Manser y Brown, 1980), en donde la asignación de los recursos al interior del hogar es el resultado de un proceso de negociación.

Literatura sobre los patrones de consumo de energía que comparan entre hogares encabezados por mujeres y hombres es muy limitada.

El trabajo realizado por Nolan (2003) parece ser uno de los pocos estudios que lleva a cabo un análisis del gasto en bienes energéticos diferenciando si el tomador de decisiones es femenino o masculino. Utilizando microdatos de corte transversal para hogares irlandeses para 1994-1995, estima un modelo Tobit utilizando el gasto en gasolina como variable dependiente y varias características del hogar como variables independientes. Encuentra que el lugar, el género del jefe de familia, la presencia de trabajadores en el hogar, el número de adultos y niños y el ingreso del hogar son factores explicativos importantes.

Otro estudio es el realizado por Ouedraogo (2006) para la capital de Burkina Faso con el objetivo de analizar los factores que determinan la elección de energía por parte de hogares urbanos utilizando un modelo logit-multinomial. Él no encuentra una relación significativa entre el género del jefe del hogar y el uso de energía.

Utilizando también un modelo logit-multinomial, con el objetivo de examinar los determinantes del uso de energía en el hogar en Nigeria, Ogwumike et al (2014) encuentran que, para algunos tipos de combustible, el sexo del jefe del hogar, si es un factor que explican el gasto en energía.

Existen otros estudios sobre el gasto de energía, pero no comparando si el jefe de familia es hombre o mujer. Por ejemplo, Rajmohan y Weerahewa (2010) examinan el de consumo de energía de los hogares urbanos y rurales en Sri Lanka. Encuentran que la región de residencia es un factor importante que afecta la elección de combustibles de los hogares.

Eakins (2013) proporciona un análisis de los factores determinantes del consumo de energía en el sector doméstico en Irlanda. Se centra en la estimación de la relación entre el gasto en bienes energéticos en los hogares, el ingreso y otras características del hogar y la vivienda como edad, educación y el estatus de trabajo del jefe de familia. Encuentra que entre más edad tenga el jefe del hogar más se gasta en combustibles y entre menos educación tenga el jefe del hogar se gasta más en carbón.

Otro estudio es el de Longhi (2015) que analiza el impacto de las características de la vivienda y las condiciones socioeconómicas de los hogares ingleses en el gasto de energía per cápita. Encuentra que el tamaño del hogar es la variable que mayor impacto en el gasto en energía.

Para México, no hay intentos de estudiar el comportamiento del gasto en bienes energéticos de los hogares encabezados por mujeres por lo que el presente trabajo contribuye a la literatura, debido a que es uno de los primeros intentos en este país para el análisis el efecto del género del jefe de familia en los patrones de gasto de energía de los hogares.

1.3 Descripción y análisis de la base de datos

Los datos para este estudio se tomaron de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), muestra aleatoria representativa de todos los hogares en México recolectada cada dos años, a partir de 1992, por INEGI que contiene información detallada sobre los gastos del hogar y los ingresos de diferentes fuentes, también tiene características socio-demográficas de todos los miembros del hogar, tales como la edad, nivel de educación, condición de actividad económica y las características del trabajo, entre otras.⁶

1.3.1 Características de los hogares mexicanos

El cuadro I.1 muestra las características demográficas de los hogares de estudio. En 2008, existían casi 28 millones de hogares en el país de los cuales el 24.8% eran encabezados por mujeres, 21.4% eran hogares rurales y 13.8% de los hogares rentaban, para el 2014 se observa un aumento de 0.9% en los hogares con jefatura femenina, un incremento de 0.6% en los hogares rurales y una reducción de 0.7% de hogares sin casa propia. La edad promedio del jefe del hogar ha crecido pasando de un 48.2 en 2008 a

⁶ La unidad de observación es el hogar, la unidad de muestreo es la vivienda y la unidad de análisis es el hogar, la vivienda y los integrantes del hogar.

un 48.8 en 2014 y, en general, los jefes hombres son más jóvenes que los jefes mujeres. Asimismo, se registró una disminución de los jefes de hogar sin instrucción, en el caso de las jefas mujeres pasando de un 14.5% en 2008 a un 12.1% en 2014, mientras que para los jefes hombres pasó de un 7.8% en 2008 a un 6.4% en 2014.

Cuadro I.1: Características de los hogares en México (2008-2014).

	2008	2010	2012	2014
Total de hogares	27,874,625	29,556,772	31,559,379	31,671,002
HEM	24.8%	24.6%	25.3%	25.7%
HEH	75.2%	75.4%	74.7%	74.3%
Hogares rurales	5,970,750	6,313,776	6,918,085	6,965,292
HEM	19.8%	18.7%	21.3%	20.5%
HEH	80.2%	81.3%	78.7%	79.5%
Edad del jefe	48.2	48.3	48.6	48.8
HEM	52.0	52.2	52.9	52.8
HEH	47.0	46.9	47.2	47.5
Educación del jefe				
HEM	6,926,364	7,257,746	7,983,748	8,135,239
- Sin instrucción	14.5%	13.6%	13.8%	12.1%
- Básica	69.8%	69.0%	65.6%	66.2%
- Media	7.4%	8.6%	12.5%	10.9%
- Superior	8.3%	8.8%	8.1%	10.8%
HEH	20,948,261	22,299,026	23,575,631	23,535,763
- Sin instrucción	7.8%	7.6%	7.3%	6.4%
- Básica	68.6%	67.6%	66.8%	65.3%
- Media	11.8%	12.0%	13.4%	14.9%
- Superior	11.8%	12.8%	12.5%	13.4%
Tamaño del hogar (integrantes)	4.0	3.9	3.7	3.8
HEM	3.4	3.2	3.1	3.3
HEH	4.2	4.1	3.9	4.0
Hogares que rentan	3,837,379	4,133,785	4,724,889	4,137,017
HEM	27.0%	25.8%	24.9%	27.6%
HEH	73.0%	74.2%	75.1%	72.4%
Menores de 11 años en el hogar	0.9	0.9	0.8	0.8
HEM	0.7	0.6	0.6	0.7
HEH	1.0	1.0	0.9	0.9

Nota: HEM=Hogares encabezados por mujeres, HEH: Hogares encabezados por hombres.

Fuente: Elaboración propia usando datos de la ENIGH-08, ENIGH-10, ENIGH-12 y ENIGH-14.

En general, el tamaño del hogar y el número de menores de 11 años han disminuido. En 2008, el tamaño del hogar y el número de menores de 11 años eran de 4.0 y 0.9, respectivamente, mientras que en 2014 fue de 3.8 y 0.8. Los HEM normalmente son más pequeños que los HEH. En 2014, el tamaño de un hogar encabezado por una mujer

fue de 3.3 personas, mientras que el tamaño de un hogar encabezado por un hombre fue de 4.0 personas.

Cuadro I.2: Porcentaje de hogares que consumen bienes energéticos.

	2008	2010	2012	2014
Electricidad				
Todos	69.5	85.6	85.6	88.3
HEM	68.7	84.9	86.0	86.8
HEH	69.8	85.8	85.4	88.9
Gasolina magna				
Todos	35.4	36.1	36.4	38.0
HEM	23.8	23.0	25.8	26.8
HEH	39.3	40.4	39.9	41.9
Gasolina premium				
Todos	3.8	2.9	3.7	4.3
HEM	3.2	2.1	3.3	3.6
HEH	4.1	3.1	3.8	4.5
Gas natural				
Todos	6.4	7.8	8.0	9.1
HEM	6.2	8.1	10.4	9.5
HEH	6.5	7.6	7.2	9.0
GLP				
Todos	53.3	51.5	47.1	53.1
HEM	51.9	49.7	45.7	51.2
HEH	53.8	52.0	47.6	53.7
Carbón				
Todos	2.2	2.2	2.6	2.2
HEM	2.1	2.5	3.1	2.3
HEH	2.3	2.1	2.4	2.1
Leña				
Todos	4.0	3.9	3.3	4.3
HEM	3.9	3.9	3.0	5.0
HEH	4.0	3.8	3.4	4.1

Nota: HEM=Hogares encabezados por mujeres, HEH: Hogares encabezados por hombres.

Fuente: Elaboración propia usando datos de la ENIGH-08, ENIGH-10, ENIGH-12 y ENIGH-14.

Los cuadros III.2 y III.3 presentan el número de hogares que reportan gasto mayor a cero y la proporción del gasto en bienes energéticos, respectivamente.

Como se puede observar, en 2014, el 88.3% de los hogares en el país reporta gasto en electricidad mientras que, solamente el 2.2% de los hogares reporta gasto en carbón. El 27% de los HEM y el 42% de los HEH gastan en gasolina magna. En general, los HEM gastan una mayor proporción del gasto en electricidad, gas natural, GLP, carbón y leña.

Mientras que los HEH dedican una mayor proporción del gasto a la compra de gasolina magna y gasolina premium.

Cuadro I.3: Proporción del gasto en bienes energéticos.

	2008	2010	2012	2014
Electricidad				
Todos	0.0372	0.0295	0.0258	0.0280
HEM	0.0399	0.0332	0.0301	0.0308
HEH	0.0363	0.0283	0.0244	0.0270
Gasolina magna				
Todos	0.0301	0.0369	0.0363	0.0413
HEM	0.0195	0.0219	0.0240	0.0286
HEH	0.0336	0.0418	0.0405	0.0456
Gasolina premium				
Todos	0.0029	0.0024	0.0029	0.0038
HEM	0.0025	0.0016	0.0026	0.0031
HEH	0.0030	0.0027	0.0031	0.0041
Gas natural				
Todos	0.0026	0.0024	0.0021	0.0025
HEM	0.0026	0.0028	0.0032	0.0029
HEH	0.0025	0.0023	0.0017	0.0023
GLP				
Todos	0.0255	0.0249	0.0224	0.0268
HEM	0.0295	0.0278	0.0249	0.0304
HEH	0.0241	0.0239	0.0216	0.0255
Carbón				
Todos	0.0003	0.0003	0.0004	0.0003
HEM	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006
HEH	0.0002	0.0003	0.0004	0.0002
Leña				
Todos	0.0021	0.0021	0.0014	0.0019
HEM	0.0024	0.0026	0.0017	0.0022
HEH	0.0020	0.0020	0.0013	0.0019

Nota: HEM=Hogares encabezados por mujeres, HEH: Hogares encabezados por hombres.

Fuente: Elaboración propia usando datos de la ENIGH-08, ENIGH-10, ENIGH-12 y ENIGH-14.

1.3.2 Variables explicativas en los modelos Pooled Tobit

Los datos que se emplean para el modelo Tobit de datos agrupados (pooled Tobit) es tomando en cuenta la información de los años 2008, 2010, 2012 y 2014. Con base a la literatura previa, la descripción de las variables empleadas se muestra en el cuadro III.4.

Cuadro I.4: Descripción de variables.

Variable	Definición
Variables dependientes	
Elect	Proporción del gasto monetario total del hogar en electricidad.
Magna	Proporción del gasto monetario total del hogar en gasolina magna.
Premium	Proporción del gasto monetario total del hogar en gasolina premium.
Gnatural	Proporción del gasto monetario total del hogar en electricidad.
GLP	Proporción del gasto monetario total del hogar en electricidad.
Carbón	Proporción del gasto monetario total del hogar en electricidad.
Leña	Proporción del gasto monetario total del hogar en electricidad.
Variables independientes	
Lngasto	Logaritmo del gasto monetario total del hogar.
Rural	Variable dicotómica igual a 1 si el hogar vive en una localidad rural y 0 de otra forma (Una localidad rural es aquella con una población menor a 2500 habitantes).
Género	Variable dicotómica que toma el valor de 1 si el jefe del hogar declarado es mujer y 0 de otra forma (El jefe del hogar declarado o <i>jefe de jure</i> es la persona identificada o reconocida como el jefe de familia por los otros miembros del hogar).
Edad	Edad del jefe del hogar.
Edu_bas	Variable dicotómica igual a 1 si el nivel de educación del jefe del hogar es básico (preescolar, primaria y secundaria) y 0 de otra forma.
Edu_med	Variable dicotómica igual a 1 si el nivel de educación del jefe del hogar es medio (preparatoria y carrera técnica) y 0 de otra forma.
Edu_sup	Variable dicotómica igual a 1 si el nivel de educación del jefe del hogar es superior (normal, profesional, maestría o doctorado) y 0 de otra forma.
Tamaño	Número de integrantes del hogar.
Tamaño2	Cuadrado del número de integrantes del hogar.
P11	Cantidad de miembros del hogar menores de 11 años.
Y08	Variable dicotómica igual a 1 si el año es 2008 y 0 de otra forma.
Y10	Variable dicotómica igual a 1 si el año es 2010 y 0 de otra forma.
Y12	Variable dicotómica igual a 1 si el año es 2012 y 0 de otra forma.

Fuente: Elaboración propia.

El uso de la variable gasto monetario total del hogar en forma logarítmica se emplea como simple estrategia de transformación matemática para reducir la dispersión original de la serie. Reducir la dispersión limita el riesgo de aparición de heterocedasticidad. Además, que su utilización nos ayuda a tener una semi-elasticidad.⁷

⁷ Se usa el gasto en lugar del ingreso porque de acuerdo con diversa literatura, se argumenta que el gasto puede medirse mejor que los ingresos y por lo tanto puede ser más confiable.

Cuadro I.4: (Continuación)

Variable	Definición	Variable	Definición
Edo01	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Aguascalientes y 0 d.o.f.	Edo17	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Morelos y 0 d.o.f.
Edo02	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Baja California y 0 d.o.f.	Edo18	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Nayarit y 0 d.o.f.
Edo03	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Baja California Sur y 0 d.o.f.	Edo19	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Nuevo León y 0 d.o.f.
Edo04	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Campeche y 0 de d.o.f.	Edo20	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Oaxaca y 0 de d.o.f.
Edo05	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Coahuila y 0 d.o.f.	Edo21	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Puebla y 0 d.o.f.
Edo06	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Colima y 0 d.o.f.	Edo22	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Querétaro y 0 d.o.f.
Edo07	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Chiapas y 0 d.o.f.	Edo23	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Quintana Roo y 0 d.o.f.
Edo08	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Chihuahua y 0 d.o.f.	Edo24	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es San Luis Potosí y 0 d.o.f.
Edo09	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Distrito Federal y 0 d.o.f.	Edo25	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Sinaloa y 0 d.o.f.
Edo10	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Durango y 0 d.o.f.	Edo26	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Sonora y 0 d.o.f.
Edo11	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Guanajuato y 0 d.o.f.	Edo27	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Tabasco y 0 d.o.f.
Edo12	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Guerrero y 0 d.o.f.	Edo28	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Tamaulipas y 0 d.o.f.
Edo13	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Hidalgo y 0 d.o.f.	Edo29	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Tlaxcala y 0 d.o.f.
Edo14	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Jalisco y 0 d.o.f.	Edo30	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Veracruz y 0 d.o.f.
Edo15	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es México y 0 d.o.f.	Edo31	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Yucatán y 0 d.o.f.
Edo16	Variable dicotómica igual a 1 si el estado es Michoacán y 0 d.o.f.		

Fuente: Elaboración propia.

Dado el objetivo del presente estudio se utiliza el género del jefe de familia como una de las variables explicativas, esperándose que los HEM destinen una menor proporción de su gasto en gasolinas. Además del sexo del jefe del hogar, existen otros factores que

podrían determinar qué proporción del gasto familiar es destinado a bienes energéticos. Por ejemplo, la inclusión de la variable rural constituye un control para la diferenciación de localización. La diferencia de ubicación del hogar refleja la disponibilidad de los productos energéticos, por lo que se esperaría que un hogar rural destine una mayor proporción de su gasto en la adquisición de carbón y leña y menos a los otros bienes energéticos.

Asimismo, se supone que el tamaño del hogar también influye en la proporción del gasto destinado a bienes energéticos, se esperaría que entre más integrantes tenga el hogar, la familia destine mayor proporción del gasto a bienes energéticos. El término cuadrático se incluye para capturar la posibilidad de economías de escala y niveles de saturación en los gastos de las familias.

Otra variable que puede explicar la proporción del gasto destinado a productos energéticos es la edad del jefe del hogar. Se esperaría que entre más edad tenga el cabeza de familia menos se destine a rubros como las gasolinas por la disminución del uso de automóviles.

El nivel de educación podría reflejar la tenencia de electrodomésticos, automóviles, etc. más eficientes, consideraciones importantes para el gasto de bienes energéticos en el hogar. La no tenencia de casa propia y el número de integrantes menores de 11 años son factores que también podrían influir en destinar una menor proporción del gasto en bienes energéticos. Además, se incluyeron variables dicotómicas por estado para controlar por efectos fijos dentro de cada entidad federativa.

1.4 Especificación del modelo Pooled Tobit

Cuando se trabaja con datos sobre gastos de los hogares, generalmente se presenta la situación en donde no todas las familias consumen cantidades positivas de determinados bienes. La presencia de valores cero en la variable dependiente (gasto en el consumo) plantea dificultades a la hora de analizar los micro-datos. El uso de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) se torna inapropiado pues muestra resultados sesgados e inconsistentes, debido a que excluye a las observaciones en el límite (cero gastos de consumo). El sesgo sería especialmente grave cuando la variable dependiente es cero para una proporción sustancial de la población, por lo cual se tiene que recurrir a otros métodos econométricos que no presenten esta limitación.

Los modelos de regresión censurada (se utilizan cuando se observa la variable dependiente de forma incompleta. Uno de los modelos de regresión censurada que más se ha utilizado es el modelo Tobit, modelo desarrollado por el economista James Tobin (1958). Dado que gran parte de los hogares tienen cero gastos en uno o más de los siete bienes, se torna apropiado implementar este modelo.⁸

La especificación estándar del modelo Tobit es definida como:

$$(I.1) Y_i^* = X_i\beta + \varepsilon_i \text{ con } \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

$$(I.2) Y_i \begin{cases} Y_i^* & \text{si } Y_i^* > 0 \\ 0 & \text{si } Y_i^* \leq 0 \end{cases}$$

$$i = 1, 2, \dots, N.$$

donde, Y_i es la variable dependiente (proporción del gasto), X_i es un vector de variables independientes que explican la decisión de consumo, β es un vector de parámetros a estimar, y ε_i es un vector de términos de error. El modelo asume la existencia de una variable latente endógena, Y_i^* , que es observable cuando es positiva.

El modelo Tobit estándar se estima utilizando el método de máxima verosimilitud:

$$(I.3) \ln L = \sum_{Y_i=0} \ln \left[1 - \Phi \left(\frac{X_i\beta}{\sigma_i} \right) \right] + \sum_{Y_i>0} \ln \left[\frac{1}{\sigma_i} \phi \left(\frac{Y_i - X_i\beta}{\sigma_i} \right) \right]$$

donde, Φ y ϕ representan la función de densidad y la función acumulativa de la distribución normal estándar, respectivamente.

La función 3 puede maximizarse por el procedimiento habitual y, de esa manera, se obtiene un estimador con todas las buenas propiedades que generalmente se suponen en los estimadores de máxima verosimilitud.

Algunos estudios relevantes del uso de modelos Tobit para analizar patrones de consumo en el ámbito internacional son los elaborados por Deaton (1978) para analizar el consumo en varios grupos de bienes; el de Ray (1980) para analizar el consumo de bienes alimenticios y no alimenticios; el de Capps y Love (1983) para analizar el consumo de verduras; el de Cheng y Capps (1988) para analizar el consumo de pescado; el de Atkinson et al (1990) para analizar el gasto en alcohol; el de Gould (1992) para analizar el consumo de queso; y el de Melenberg y Van Soest (1996) para analizar el gasto en vacaciones.

⁸ La principal ventaja de un modelo Tobit es que en comparación con una regresión por MCO usando las observaciones ceros y las positivas, se produce estimaciones insesgadas y consistentes.

Mientras que en el país se encuentran los de Jarque (1987) que analiza el consumo de diferentes bienes; el de Villezca y Jasso (2002) que analizan el consumo de diversas categorías de alimentos; el de Villezca (2005) que analiza el consumo de cerveza; el de Cano (2009) que analiza el consumo de alcohol; y el de Valero y Treviño (2010) que analizan el gasto en salud.

El objetivo del presente estudio es probar si existe una relación entre el sexo del jefe de familia y el gasto en bienes energéticos, por lo que se especifican funciones de gasto, para cada bien energético, y a partir de estas funciones, se construyen modelos, en los que se utiliza como variable dependiente la proporción del gasto en consumo de electricidad, gasolina magna, gasolina premium, gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), carbón y leña de los hogares, y como variables independientes otros factores incluido el género del jefe del hogar.

El modelo Tobit también se puede aplicar empleando datos panel, si no tenemos en cuenta el tiempo se dice que estamos utilizando datos agrupados (*pooled*). La regresión agrupada toma la información como un todo sin discriminar los datos temporales o transversales. Esta estimación es útil para dilucidar patrones preliminares, los signos y las magnitudes de las variables independientes.

Dada la estructura de los datos y las pruebas realizadas, lo mejor parece ser estimar un modelo Tobit de datos agrupados (*pooled* Tobit) y errores estándar robustos y controlar por efectos fijos dentro de cada entidad federativa. El efecto del género del jefe del hogar puede ser capturado por las variables independientes de una mejor manera y apegadas a la teoría económica.

Los modelos empíricos se especificaron como:

(1.4) $W_i =$

$$\beta_{0i} + \beta_{1i}Lngasto + \beta_{2i}Rural + \beta_{3i}Género + \beta_{4i}Edad + \beta_{5i}Edu_bas + \beta_{6i}Edu_med + \beta_{7i}Edu_sup + \beta_{8i}Tamaño + \beta_{9i}Tamaño2 + \beta_{10i}Renta + \beta_{11i}P11 + \beta_{12i}Y08 + \beta_{13i}Y10 + \beta_{14i}Y12 + \sum_{k=1}^{31} \beta_{eki}Edo_k + \varepsilon_i$$

donde, W_i representa la proporción del gasto en consumo del bien energético i , ε_i es el error estándar, β_{ji} es el coeficiente asociado a la variable explicativa X_{ji} y β_{0i} el intercepto para dicho bien.

1.5 Resultados del Modelo Pooled Tobit

Los efectos marginales del modelo Pooled Tobit para los distintos tipos de bienes energéticos se presentan en el cuadro III.5.

Cuadro I.5: Efectos Marginales del Modelo Pooled Tobit

	Electricidad	Magna	Premium	Gas Natural	Gas LP	Carbon	Leña
Lngasto	-0.0107* (0.0004)	0.0647* (0.0009)	0.1012* (0.0025)	0.0130* (0.0007)	0.0015* (0.0004)	0.0058* (0.0007)	-0.0115* (0.0015)
Rural	-0.0104* (0.0005)	0.0148* (0.0015)	-0.0021 (0.0051)	-0.0383* (0.0023)	-0.0129* (0.0007)	-0.0099* (0.0014)	0.0229* (0.0024)
Género	0.0013* (0.0004)	-0.0432* (0.0013)	-0.0177* (0.0041)	0.0033* (0.0012)	0.0028* (0.0006)	0.0010 (0.0010)	0.0071* (0.0023)
Edad	0.0009* (0.0001)	0.0032* (0.0002)	0.0020* (0.0007)	0.0012* (0.0002)	0.0004* (0.0001)	0.0002 (0.0002)	-0.0012* (0.0004)
Edad2	-0.0000* (0.0000)	-0.0000* (0.0000)	-0.0000*** (0.0000)	-0.0000** (0.0000)	0.0000 (0.0000)	-0.0000 (0.0000)	0.0000** (0.0000)
Edu_bas	0.0059* (0.0008)	0.0331* (0.0025)	0.0452* (0.0105)	0.0151* (0.0029)	0.0112* (0.0011)	-0.0059* (0.0016)	-0.0371* (0.003)
Edu_med	0.0094* (0.0009)	0.0588* (0.0029)	0.0662* (0.0114)	0.0265* (0.0033)	0.0065* (0.0013)	-0.0126* (0.0022)	-0.0854* (0.0056)
Edu_sup	0.0116* (0.001)	0.0562* (0.003)	0.1039* (0.0113)	0.0311* (0.0034)	-0.0022 (0.0014)	-0.0155* (0.0023)	-0.1147* (0.0075)
Tamaño	0.0019* (0.0003)	0.0016*** (0.001)	-0.0182* (0.0031)	-0.0012 (0.001)	0.0026* (0.0008)	0.0015** (0.0006)	0.0088* (0.0015)
Tamaño2	-0.0001* (0.0000)	-0.0005* (0.0001)	0.0001 (0.0003)	-0.0001 (0.0001)	-0.0002* (0.0001)	-0.0001 (0.0001)	-0.0003* (0.0001)
Renta	-0.0047* (0.0004)	-0.0306* (0.0017)	-0.0316* (0.0053)	-0.0069* (0.0016)	-0.0034* (0.0007)	-0.0008 (0.0014)	-0.0483* (0.0049)
P11	-0.0007* (0.0002)	-0.0003 (0.0007)	0.0078* (0.0023)	-0.0008 (0.0008)	-0.0005*** (0.0003)	0.0004 (0.0005)	0.0022*** (0.0012)
Edo01	-0.0038** (0.0014)	-0.0291* (0.005)	-0.0045 (0.0201)	0.0100 (0.0068)	-0.0225* (0.0023)	0.0087 (0.0066)	-0.0289 (0.0193)
Edo02	0.0255* (0.002)	0.0072 (0.0051)	0.1030* (0.0172)	0.0212* (0.0063)	-0.0228* (0.0021)	0.0095 (0.0063)	-0.0479** (0.0243)
Edo03	0.0180* (0.0020)	0.0055 (0.0054)	0.1031* (0.0175)	-0.0019 (0.0073)	-0.0525* (0.003)	0.0152** (0.0063)	0.0048 (0.0171)
Edo04	-0.0005 (0.0017)	-0.0742* (0.0052)	0.0027 (0.0192)	-0.0587* (0.0106)	-0.0576* (0.0026)	0.0412* (0.0060)	0.0805* (0.0124)
Edo05	0.0086* (0.0017)	-0.0276* (0.0047)	0.0386** (0.018)	0.0543* (0.006)	-0.0278* (0.0023)	0.0170* (0.0060)	-0.0194 (0.0177)
Edo06	-0.0016 (0.0015)	-0.0554* (0.005)	0.0816* (0.0173)	-0.0396* (0.0084)	-0.0477* (0.0026)	0.0295* (0.0060)	-0.0006 (0.0165)
Edo07	-0.0135* (0.0013)	-0.0958* (0.0045)	0.0425** (0.0169)	-0.0229* (0.007)	-0.0614* (0.0022)	0.0366* (0.0059)	0.1241* (0.0117)
Edo08	0.0062* (0.0016)	0.0076*** (0.0046)	0.0567* (0.0178)	0.0691* (0.0058)	-0.0283* (0.0023)	-0.0107 (0.0078)	0.0441* (0.0135)
Edo09	-0.0146* (0.0013)	-0.0994* (0.004)	-0.0028 (0.0157)	0.0363* (0.0056)	-0.0166* (0.0018)	-0.0022 (0.0059)	-0.0375** (0.0156)
Edo10	-0.0026*** (0.0015)	-0.0353* (0.0049)	0.0311 (0.019)	-0.0246* (0.008)	-0.0225* (0.0023)	0.0254* (0.0059)	0.065* (0.0128)
Edo11	-0.0024*** (0.0014)	-0.0567* (0.0041)	0.0004 (0.0172)	0.0132** (0.0059)	-0.0232* (0.002)	0.0074 (0.0059)	0.037* (0.0118)

Nota: EE en paréntesis; *: 1% de significancia; **: 5% de significancia; ***: 10% de significancia

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro I.5: (Continuación)

	Electricidad	G. Magna	Premium	Gas Natural	Gas LP	Carbon	Leña
Edo12	-0.0074* (0.0016)	-0.1242* (0.0053)	0.0378** (0.0179)	-0.0328* (0.0087)	-0.0551* (0.0024)	0.0159* (0.0061)	0.1157* (0.0118)
Edo13	-0.0111* (0.0015)	-0.0749* (0.0051)	0.0175 (0.0192)	-0.0346* (0.0094)	-0.0128* (0.0023)	0.0102 (0.0066)	0.091* (0.0123)
Edo14	-0.0060* (0.0014)	-0.0338* (0.0041)	0.0400** (0.0164)	0.0152** (0.0059)	-0.0231* (0.0021)	0.0207 (0.0057)	-0.0115 (0.0139)
Edo15	-0.0220* (0.0014)	-0.0914* (0.004)	-0.0128 (0.0163)	0.0190* (0.0057)	-0.0128* (0.0018)	0.0126** (0.0056)	0.0964* (0.0114)
Edo16	-0.0002 (0.0014)	-0.0526* (0.0047)	0.0122 (0.0186)	-0.0417* (0.0093)	-0.0279* (0.0023)	0.0081 (0.0065)	0.0906* (0.012)
Edo17	-0.0100* (0.0015)	-0.0867* (0.0051)	0.0202 (0.0183)	-0.0505* (0.0097)	-0.0243* (0.0022)	0.0248* (0.0061)	0.0465* (0.0133)
Edo18	-0.0063* (0.0017)	-0.0766* (0.0052)	0.0957* (0.0174)	-0.0134*** (0.0078)	-0.0476* (0.0028)	0.0243* (0.0060)	0.0177 (0.015)
Edo19	0.0059* (0.0016)	-0.0345* (0.005)	-0.0155 (0.0191)	0.0941* (0.0058)	-0.0499* (0.0024)	0.0324* (0.0059)	0.0139 (0.0154)
Edo20	-0.0060* (0.0015)	-0.1074* (0.0049)	0.0394** (0.0176)	-0.0305* (0.008)	-0.0500* (0.0023)	0.0316* (0.0058)	0.1252* (0.0117)
Edo21	-0.0122* (0.0014)	-0.0969* (0.005)	0.0092 (0.0181)	0.0130** (0.0063)	-0.0200* (0.0021)	0.0493* (0.0061)	0.1197* (0.012)
Edo22	-0.0038* (0.0014)	-0.0539* (0.0042)	-0.0263 (0.0172)	0.0537* (0.0057)	-0.0378* (0.0021)	0.0141** (0.0058)	0.0471* (0.0119)
Edo23	-0.0054* (0.0017)	-0.0706* (0.0051)	-0.0204 (0.0201)		-0.0555* (0.0025)	0.0267* (0.0060)	0.0520* (0.0136)
Edo24	-0.0050* (0.0015)	-0.0571* (0.0049)	0.0018 (0.0198)	0.0183* (0.0065)	-0.0373* (0.0024)	0.0088 (0.0066)	0.0868* (0.0123)
Edo25	0.0315* (0.0019)	-0.0266* (0.0048)	0.0325*** (0.0188)	-0.0306* (0.0081)	-0.0474* (0.0025)	0.0059 (0.0066)	-0.0326*** (0.0196)
Edo26	0.0485* (0.0018)	-0.0173* (0.0041)	0.0298*** (0.0161)	0.0152** (0.0059)	-0.0363* (0.0020)	0.0169* (0.0057)	0.0203 (0.0127)
Edo27	-0.0201* (0.0016)	-0.0876* (0.0045)	0.0178 (0.0169)	-0.0142** (0.0067)	-0.0449* (0.0022)	0.0174* (0.0058)	0.0727* (0.0118)
Edo28	0.0141* (0.0017)	-0.0081*** (0.0049)	-0.0113 (0.0197)	0.0307* (0.006)	-0.0385* (0.0023)	0.0265* (0.0059)	-0.0006 (0.0162)
Edo29	-0.0125* (0.0015)	-0.0888* (0.0052)	-0.0498** (0.0232)	-0.0243* (0.0082)	-0.0020 (0.0022)	0.0587* (0.0063)	0.1342* (0.0126)
Edo30	-0.0035** (0.0015)	-0.0859* (0.0046)	0.0131 (0.0176)	0.0009 (0.0064)	-0.0328* (0.0022)	0.0199* (0.0062)	0.0898* (0.0121)
Edo31	-0.0017 (0.0013)	-0.0701* (0.004)	0.0356** (0.0158)	-0.0068 (0.0059)	-0.0644* (0.0020)	0.0436* (0.0058)	0.1289* (0.0114)
Y08	0.0024* (0.0005)	-0.0117* (0.0015)	0.0003 (0.0043)	-0.0017 (0.0014)	-0.0013** (0.0007)	0.0000 (0.0011)	-0.0093* (0.0026)
Y10	-0.0003 (0.0004)	0.0008 (0.0015)	-0.037* (0.0047)	-0.0031** (0.0014)	-0.0016** (0.0007)	-0.0002 (0.0012)	-0.0138* (0.0027)
Y12	-0.0027* (0.0005)	-0.0028 (0.0020)	0.0200* (0.0062)	-0.0032*** (0.0019)	-0.0080* (0.0009)	-0.0004 (0.0016)	-0.0204* (0.0038)

Nota: EE en paréntesis; *: 1% de significancia; **: 5% de significancia; ***: 10% de significancia

Fuente: Elaboración propia

El género del jefe del hogar es significativo para todos los bienes excepto carbón. Los resultados indican que los HEM destinan una mayor proporción del gasto en consumo

de electricidad, gas natural, GLP y leña, pero menor proporción en gasolina magna y premium que los HEH.

No se encuentra diferencia estadística significativa para la gasolina premium entre la población urbana y rural. Los resultados indican que, si un hogar vive en un área rural, destina una proporción mayor en el gasto de gasolina magna y leña, mientras los hogares urbanos asignan una mayor proporción de su gasto a electricidad, gas natural, GLP y carbón.

Los valores de los coeficientes estimados de las variables explicativas de educación del jefe del hogar resultaron ser significativas para todos los bienes. Mientras mayor sea la educación del jefe del hogar, las familias destinan una proporción mayor en electricidad, gasolina magna, gasolina premium y gas natural y menor en proporción en leña y carbón, en el caso del GLP se observa que un jefe de hogar que cuente con educación básica y media destina una proporción mayor que los jefes de hogar que no cuentan con educación, pero los jefes de hogar con educación superior destinan una proporción menor que los jefes no educados.

A medida que aumenta la edad de un jefe de hogar aumenta la proporción del gasto en todos los bienes energéticos, pero luego decrece (excepto para carbón donde no es significativa)

La variable número de integrantes del hogar resulto ser significativa para todos los bienes excepto gas natural. Los resultados indican que entre más integrantes tenga un hogar, las familias destinan una mayor proporción del gasto en electricidad, gasolina magna, GLP carbón y leña, pero menor proporción en gasolina premium, además se encuentra evidencia de economías de escala en electricidad, gasolina magna, GLP y leña.

Si el hogar renta destina una menor proporción en el gasto de bienes energéticos, excepto en carbón donde no se encuentra diferencia significativa. Por otro lado, entre más integrantes menores de 11 años tenga el hogar se destina una proporción menor al gasto de electricidad, gasolina magna y GLP.

1.6 Conclusiones y Recomendaciones

El presente estudio tiene como objetivo investigar las diferencias en los patrones de consumo y gasto de los productos energéticos (electricidad, gasolina magna, gasolina

premium, gas natural, GLP, carbón y leña), entre los hogares encabezados por mujeres y hombres en el país.

Los resultados del ejercicio proporcionan evidencia para confirmar la hipótesis planteada pero solo para 2 bienes energéticos, esto es, el análisis de los patrones de gasto de los hogares mexicanos demuestra que los HEM asignan, en términos generales, una parte significativamente menor de su presupuesto a la gasolina magna y la gasolina premium y una proporción mayor para electricidad, gas natural, GLP y leña que los HEH.

Las estimaciones puntuales (después de controlar por la heterogeneidad no observada) implican que la presencia de una jefa mujer disminuye la proporción del gasto dedicado a la gasolina magna en 4.29%, y a la gasolina premium por en 1.76%; mientras que incrementa la proporción del gasto destinada a leña en 0.68%, a gas natural en 0.33%, a GLP en 0.28% y a electricidad en 0.14%.

En futuras investigaciones sería interesante incorporar la técnica bietápica propuesta por Heckman con la finalidad de tener en cuenta la probabilidad de comprar bienes energéticos e identificar hasta qué punto se mantienen sus diferencias entre los hogares con jefatura femenina y masculina. Eakins (2013) presenta el modelo bietápico de Heckman aplicado al análisis de los factores determinantes del consumo de energía en el sector doméstico en Irlanda. Asimismo, sería útil para este tipo de estudios compatibilizar las cifras de la ENIGH con su contrapartida en las cuentas nacionales, para hacer inferencias y comparaciones de carácter agregado.

Resulta fundamental cambiar la forma en que el país consume la energía para garantizar un futuro más sustentable, por lo que se convierte en prioridad impulsar el uso de eficiente de la energía.

El ahorro energético es la medida más barata de la eficiencia energética porque tiene que ver con los patrones de consumo y/o gasto, y éstos pueden ser modificados, por lo que la información surgida a partir de esta investigación se vuelve importante.

En el país se tiene establecidos programas de ahorro y uso eficiente de la energía, pero no con una perspectiva de género, y dado que el principio de igualdad de género es transversal en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y la meta es incorporar la perspectiva de género en todo el sector energético, se vuelve fundamental conocer los patrones de consumo/gasto diferenciados por el sexo del jefe de familia.

Como se mencionó anteriormente, los hogares encabezados por mujeres destinan mayor proporción del gasto en electricidad que los encabezados por hombres, por lo que se podrían diseñar políticas públicas o acciones exclusivamente para jefas de familia, por ejemplo, migrar a sistemas de iluminación más eficientes, promover la situación de electrodomésticos por aquellos con un menor consumo de energía, etcétera.

Además de que los resultados de la presente investigación podrían servir de soporte para apoyos técnicos y subsidios focalizados con base a los patrones de gasto identificados, programas de uso de estufas de leña de combustión avanzada, programas de apoyo a la población de escasos recursos para adoptar tecnologías eficientes, entre otros.

1.7 Bibliografía

Atkinson, A., Gomulka, J., and Stern, N. (1990): "Spending on alcohol: evidence from the Family Expenditure Survey 1970-1983", *The Economic Journal*, 100(402):808-827.

Becker, G. (1981): *A Treatise on the Family*, London: NBER.

Behrman, J., and Deolalikar, A. (1988): "Health and nutrition", *Handbook of development economics*, 1:631-711.

Behrman, J., and Wolfe, B. (1989): "Does more schooling make women better nourished and healthier? Adult sibling random and fixed effects estimates for Nicaragua", *Journal of human resources*, 24(4):644-663.

Blackden, C. and Wodon, Q. (2006): *Gender, time use, and poverty in sub-Saharan Africa*, Washington DC: World Bank Publications.

Brannen, J., and Wilson, G. (1987): *Give and take in families: studies in resource distribution*, Boston: Allen and Unwin.

Buvinic, M. (1990): The vulnerability of women-headed households: policy questions and options for Latin America and the Caribbean. Paper prepared for the meeting on "Vulnerable Women", Vienna Austria.

Buvinić, M. and Gupta, G. (1997): "Female-headed households and female-maintained families: are they worth targeting to reduce poverty in developing countries?", *Economic development and cultural change*, 45(2):259-280.

Buvinic, M., Youssef, N., and Von Elm, B. (1978): *Women-headed households: the ignored factor in development planning*, Washington, DC: International Center for Research on Women.

Cano, A. (2009): Análisis de la demanda de alcohol en México: ¿Qué variables sociodemográficas determinan el consumo? Dissertation, Tecnológico de Monterrey.

Capps, O., and Love, J. (1983): "Determinants of household expenditure on fresh vegetables", *Southern Journal of Agricultural Economics*, 15(2):127-132.

Cheng, H., and Capps, O. (1988): "Demand analysis of fresh and frozen finfish and shellfish in the United States", *American Journal of Agricultural Economics*, 70(3): 533-542.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2016): *Pobreza y género en México: Hacia un sistema de indicadores. Información 2010-2014*, México: CONEVAL.

Deaton, A. (1978): "Specification and testing in applied demand analysis", *The Economic Journal*, 88(351):524-536.

Doss, C. (2006): "The effects of intrahousehold property ownership on expenditure patterns in Ghana", *Journal of African economies*, 15(1):149-180.

Eakins, J. (2013): An analysis of the determinants of household energy expenditures: Empirical evidence from the Irish household budget survey. Dissertation, University of Surrey.

Folbre, N. (1991): "The unproductive housewife: Her evolution in nineteenth-century economic thought", *Signs*, 16(3):463-484.

Gindling, T. y Oviedo, L. (2008): "Hogares monoparentales encabezados por mujeres y pobreza en Costa Rica", *Revista de la CEPAL*, 94:121-132.

Gould, B. (1992): "At-home consumption of cheese: a purchase-infrequency model", *American Journal of Agricultural Economics*, 74(2):453-459.

Haddad, L. (1999): "The income earned by women: Impacts on welfare outcomes", *Agricultural Economics*, 20(2):135-141.

Handa, S. (1996): "Expenditure behavior and children's welfare: An analysis of female headed households in Jamaica", *Journal of development Economics*, 50(1):165-187.

Hernández, M. (2000): "Hogares encabezados por mujeres: un debate inconcluso", *Sociológica*, 15(42):231-256.

Hoddinott, J., and Haddad, L. (1995): "Does female income share influence household expenditures? Evidence from Côte d'Ivoire", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 57(1):77-96.

Huete, A. (2015): *Pobreza y exclusión social de las mujeres con discapacidad en España*, Salamanca: CERMI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2009): *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2008*, México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011): *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2010*, México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2013): *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2012*, México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015): *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2014*, México: INEGI.

Jarque, C. (1987): "Patrones de gasto en los hogares de la ciudad de México", *Estudios Económicos*, 2(1):37-64.

Katz, E. (2000): "Does gender matter for the nutritional consequences of agricultural commercialization? Intrahousehold transfers, food acquisition, and export cropping in Guatemala", In: Spring A (ed.), *Women farmers and commercial ventures: Increasing food security in developing countries*, Lynne Rienner Publishers. pp 89-112.

Kennedy, E. (1992): Effects of household structure on women's and children's nutritional status. Paper presented at the *14th Annual Conference on Economic Issues*, Middlebury College.

Kennedy, E., and Haddad, L. (1994): "Are pre-schoolers from female-headed households less malnourished? A comparative analysis of results from Ghana and Kenya", *The Journal of Development Studies*, 30(3):680-695.

Kennedy, E., and Peters, P. (1992): "Household food security and child nutrition: the interaction of income and gender of household head", *World development*, 20(8):1077-1085.

Kossoudji, S., and Mueller, E. (1983): "The economic and demographic status of female-headed households in rural Botswana", *Economic Development and Cultural Change*, 31(4):831-859.

Leach, M., Joeks, S., and Green, C. (1995): "Editorial: Gender relations and environmental change", *Ids bulletin*, 26(1):1-8.

Lloyd, C. and Gage-Brandon, A. (1993): "Women's role in maintaining households: family welfare and sexual inequality in Ghana", *Population Studies*, 47(1):115-131.

Longhi, S. (2015). "Residential energy expenditures and the relevance of changes in household circumstances", *Energy Economics*, 49: 440-450.

Manser, M., and Brown, M. (1980): "Marriage and household decision-making: A bargaining analysis", *International economic review*, 21(1):31-44.

Melenberg, B., and Van Soest, A. (1996): "Parametric and semi-parametric modelling of vacation expenditures", *Journal of Applied Econometrics*, 11(1):59-76.

Montoya, R. (2003): "Género, medio ambiente y desarrollo sustentable: Un nuevo reto para los estudios de género", *Revista de estudios de género: La Ventana*, 17:79-106.

Nankhuni, F. (2004): Environmental degradation, resource scarcity and children's welfare in Malawi: School attendance, school progress, and children's health. Dissertation, The Pennsylvania State University.

Nolan, A. (2003): "The determinants of urban households' transport decisions: A microeconomic study using Irish data", *International Journal of Transport Economics*, 30(1):103-132.

Ogwumike, F., Ozughalu, U., and Abiona, G. (2014): "Household energy use and determinants: Evidence from Nigeria", *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(2):248-262.

Ouedraogo, B. (2006): "Household energy preferences for cooking in urban Ouagadougou, Burkina Faso", *Energy Policy*, 34(18):3787-3795.

Pablos, E. (2003): *Género y medio ambiente*, México: Colegio de la Frontera Norte.

Pajaron, M. (2013): "Heterogeneity in the Intra-household Allocation of International Remittances: Evidence from Philippine Households", *The Journal of Development Studies*, 52(6):854-875.

Quisumbing, A., and Maluccio, J. (2003): "Resources at marriage and intra-household allocation: Evidence from Bangladesh, Ethiopia, Indonesia, and South Africa", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 65(3):283-327

Rajmohan, K., and Weerahewa, J. (2010): "Household energy consumption patterns in Sri Lanka", *Sri Lankan Journal of Agricultural Economics*, 9:55-77.

Ray, R. (1980): "Analysis of a time series of household expenditure surveys for India", *The Review of Economics and Statistics*, 62(49):595-602.

Rico de Alonso, A. (2006): Equidad de género en la planeación del desarrollo en Colombia: reseña y lecciones de una experiencia. Trabajo presentado en el Seminario *Programación estratégica, análisis prospectivo y tecnologías para el cambio organizacional*.

Salles, V., Tuirán, R., y García, B. (1999): *Mujer, género y población en México*, México: El Colegio de México.

Scott, P. (1996): "The World's Women 1995: Trends and statistics", *Journal of Government Information*, 23(3):352.

Slon, P., y Zúñiga, E. (2006): “Dinámica de la pobreza en Costa Rica: datos de panel a partir de cortes transversales”, *Revista de la CEPAL*, 89:179-193.

Smith, L., Ramakrishnan, U., Ndiaye, A., Haddad, L., and Martorell, R. (2003): *The importance of women's status for child nutrition in developing countries*, Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI).

Thomas, D. (1997): “Incomes, expenditures, and health outcomes: Evidence on intrahousehold resource allocation”, In: Haddad L (ed.), *Intrahousehold resource allocation in developing countries: models, methods, and policy*, Johns Hopkins University Press, pp 142-164.

Tobin, J. (1958): “Estimation of relationships for limited dependent variables”, *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 26:24-36.

Valero, J., y Treviño, M. (2010): “El gasto en salud de los hogares en México, y su relación con la disponibilidad de recursos, las remesas y la asignación intrafamiliar”, *Economía mexicana. Nueva época*, 19(2):311-342.

Velázquez, M. (1994): *Mujer y medio ambiente en América Latina y el Caribe: propuestas para la investigación*, México: Colegio de la Frontera Sur.

Villezca, P. (2005): “Análisis del consumo de cerveza en el área metropolitana de Monterrey. Un modelo de respuesta censurada”, *CIENCIA UANL*, 8(3):339.

Villezca, P., y Jasso, I. (2002): “Efecto de factores socioeconómicos en el consumo de alimentos en el AMM”, *CIENCIA UANL*, 5(3):357.

World Health Organization (2014): *Progress on drinking water and sanitation: 2014*, WHO/JMP.

CAPÍTULO II: EFECTO DEL PRECIO DE LA ELECTRICIDAD EN LOS HOGARES MEXICANOS CON PERSPECTIVA DE GÉNERO Y CONDICIÓN DE POBREZA

2.1 Introducción

Existe evidencia empírica que demuestra que una variación en los precios de los bienes energéticos incide sobre el nivel de precios de una economía y, por consiguiente, sobre el bienestar de la población. Si se incrementan los precios, los consumidores pierden poder adquisitivo, tanto por pagar precios altos por los productos energéticos como por el aumento general de los precios que se generan a través del cambio en la estructura de costos de los sectores económicos.

Las simulaciones y proyecciones realizadas en Caballero y Galindo (2009), y otros artículos indican claramente que existe una fuerte dependencia entre el consumo de energía y la producción. Aumentos en los precios de energéticos generan efectos negativos en los costos de producción, en el nivel general de precios, en la demanda y por consiguiente en la producción.

El impacto del aumento de los precios varía entre distintos grupos socioeconómicos, en general, los hogares encabezados por mujeres tenderían a ser más vulnerables a las alteraciones de los precios de la electricidad por dos razones. En primer lugar, estos hogares tienen a gastar proporcionalmente más en energía eléctrica que los encabezados por hombres y, por consiguiente, les afecta más el aumento del precio este bien energético (En 2014, la proporción del gasto en electricidad fue de 0.0236 en los hogares encabezados por mujeres y del 0.0219 en los hogares encabezados por hombres). En segundo lugar, se enfrentan al problema que, a pesar de contar con la misma escolaridad, la población femenina obtiene menos ingresos por sus empleos que los hombres, afectando su capacidad adquisitiva, esto último de acuerdo con un estudio elaborado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) en 2012.

No obstante, existen efectos adicionales del alza en el precio de la electricidad. El costo de producción de los sectores económicos intensivos en electricidad se incrementa, y con ello el precio al que venden sus productos, esto a su vez afecta negativamente la demanda de estos bienes y con ello su producción, en consecuencia, estos sectores económicos podrían reducir su demanda por trabajo y capital, y con ello el ingreso de los hogares que sean los proveedores principales de estos factores productivos, los cuales no necesariamente son los hogares encabezados por mujeres.

Para tomar en cuenta todos estos efectos, el uso de un modelo formulado con base en una matriz de contabilidad social (MCS) es apropiado. Una MCS es una fotografía de la economía de un país en un momento del tiempo. Es una matriz cuadrada de flujos monetarios que engloba las relaciones de ingreso y de gasto de todos los agentes que participan en una economía.

En este sentido, el objetivo de la presente investigación es construir una matriz de contabilidad social para el año 2008 (MCS-08) que pueda ser utilizada para analizar los efectos de políticas de precios de los energéticos sobre las familias clasificadas según su condición de pobreza, estrato sociodemográfico y el género del jefe del hogar. Se presenta como ejercicio evaluar el aumento potencial de un cambio en el precio de la electricidad en un contexto de equilibrio general, específicamente considerando el flujo circular de la renta, es decir, la relación entre sectores, factores productivos y hogares. Se pretende probar la siguiente hipótesis: el incremento en el precio de la electricidad afecta en mayor cuantía a los hogares pobres encabezados por mujeres que a los hogares pobres encabezados por hombres.

La MCS-08 a utilizar en esta investigación está basada en Chapa y Ortega (2017), que distingue los hogares según condición de pobreza y estrato sociodemográfico, definido de acuerdo con la metodología del Comité Técnico para la Medición de la Pobreza (CTMP) y el cálculo oficial de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). De tal forma consideran ocho tipos de hogares: pobre alimentario, pobre de habilidades, pobre patrimonial y no pobre, y sus combinaciones según si habita una localidad rural o urbana (donde urbano son localidades mayores a 10,000 habitantes). La matriz es utilizada para hacer un análisis estructural, identificando los principales emisores de gases efecto invernadero en la economía mexicana.

A diferencia del estudio de Chapa y Ortega (2017), en la presente investigación los hogares son clasificados de la siguiente forma: i) se consideran pobres aquellos hogares que se encuentran por debajo de la línea de pobreza patrimonial; ii) los hogares rurales son aquellos que se encuentran en localidades con no más de 2,500 habitantes y los urbanos son los que habitan localidades de más de 2,500 y; iii) los tipos de hogares se diferencian según el género del jefe de familia, reconocido como tal por los miembros del hogar.

En el ámbito internacional, matrices de contabilidad social que diferencien los hogares por el género del jefe del hogar se encuentran las realizadas por Nyanzi (2000) para

Uganda, Fontana y Wobst (2001) para Bangladesh, Fontana (2004) para Zambia, Nganou et al (2009) para Kenia, Arora y Rada (2014) para Etiopía, y el IFPRI et al (2016) para Bolivia. En el caso de México se encuentra la elaborada por Debowicz y Golan (2014), no obstante, la matriz es construida específicamente para analizar el efecto del programa Oportunidades, de tal forma que los hogares también se diferencian si son o no receptores de este apoyo gubernamental.

En este sentido, las principales contribuciones de esta investigación son que: 1) la matriz construida permite formular modelos multisectoriales para analizar el impacto de políticas públicas y choques exógenos con enfoque de género en México, 2) este trabajo es pertinente ya que no se tiene conocimiento de algún otro artículo que analice el efecto de los precios de energéticos con enfoque de género en el país.

El contenido del capítulo es el siguiente. La sección 1.2 contiene la estructura de la MCS-08. En la sección 1.3 se describe el modelo de equilibrio general. En la sección 1.4 se discuten los resultados. Las conclusiones se encuentran en la sección 1.5. Al final del capítulo se presentan las referencias y los anexos.

2.2 Matriz de Contabilidad Social

Una importante herramienta para el estudio de una economía es la matriz de contabilidad social (MCS), siendo un punto de partida para la aplicación de modelos de equilibrio general. Una MCS es una fotografía de los nexos económicos de un país en un momento del tiempo. Es una matriz cuadrada de flujos monetarios que engloba las relaciones de ingreso y de gasto de todos los agentes que participan en una economía. Por lo tanto, en conjunto con un modelo de equilibrio, puede ser utilizada como herramienta para medir el impacto de choques exógenos, además del análisis de políticas macroeconómicas.

La principal fuente de alimento para la construcción de una MCS es la matriz insumo-producto (MIP). Una MIP refleja las transacciones intersectoriales de los sectores económicos de un país, retrata la generación de la producción sectorial por el lado de los gastos y las ventas.⁹

La construcción de MCS es muy importante dado que tiene una gran cantidad de aplicaciones, por ejemplo, gracias a estas matrices es posible la elaboración de modelos

⁹ En México se dispone de las MIP correspondientes a los años: 1950, 1960, 1970, 1975, 1978, 1980, 2003 y 2008.

multisectoriales, como los modelos multiplicadores contables, modelos de precios, modelos de equilibrio general estáticos, modelos de equilibrio general dinámicos, entre otros.

Cuadro II.1: MCS construidas para México.

Autor	Objetivo
Serra, 1979	MCS-1977: Estudiar la reforma fiscal en México.
Pleskovic et al, 1985	MCS-1975: Analizar la función del sector público en la economía del país.
Adelman y Taylor, 1990	MCS-1980: Estudiar los efectos de las políticas implementadas por el gobierno de México en los años ochenta en términos de crecimiento, pobreza y desigualdad.
Jaime, 1993	MCS-1989: Estudiar el sector agrícola.
Levy y Van Wijnbergen, 1992	MCS-1989: Evaluar el impacto de la apertura comercial de México.
Sobarzo, 1992 y 1994	MCS-1980 y 1985: Analizar las consecuencias del TLC de América del Norte y políticas fiscales mediante modelos de equilibrio general computable.
Chapa, 2003	MCS-1993: Analizar los efectos sobre la economía mexicana de la apertura comercial y del TLCAN mediante modelos multisectoriales.
Núñez, 2004	MCS-1996: Analizar la pobreza y los efectos del TLCAN sobre el sector agropecuario.
Blancas, 2006	MCS-1990: Analizar los vínculos entre instituciones mexicanas, sector real y financiero, realizando un análisis estructural de la economía del país.
Aguayo et al, 2009	MCS-2004: Analizar la generación y redistribución de la renta en México ante inyecciones exógenas como las remesas internacionales.
Barboza et al, 2009	MCS-2004: Analizar impactos externos en los distintos sectores y agentes económicos, utilizando un enfoque de entropía cruzada e información de cuentas nacionales.
Ramírez, 2009	MCS-2000: Estudiar los subsidios otorgados al sector agropecuario.
Debowicz y Golan, 2014	MCS-2008: Analizar los efectos distributivos del programa Oportunidades mediante un modelo de equilibrio general computable.
Núñez, 2014	MCS-2003: Establecer una plataforma para la construcción de micro MCSs y la aplicación del análisis multisectorial en México mediante la elaboración de un macro MCS.
Chapa y Ortega, 2017	MCS-2008: Evaluar el impacto del impuesto al carbono, que forma parte de la reforma fiscal aprobada en 2014 mediante un modelo input-output de precios.

Fuente: Elaboración propia.

Las primeras matrices que se elaboraron para México datan de finales de los años setenta. En el cuadro I.1 se describen algunas que se han realizado para el país.

Mediante la descripción de todas las transacciones entre sectores e instituciones en la economía, en un punto del tiempo, las MCS son una forma útil de representar una amplia gama de características socioeconómicas importantes para el diseño de políticas. Desagregada apropiadamente, una MCS puede contribuir significativamente a la comprensión de los efectos de género en diversas cuestiones económicas. Lamentablemente aun es escasa la literatura donde se diferencien los hogares por el género del jefe del hogar.

Para México, hasta donde sabemos, solamente se ha elaborado una, la de Debowicz y Golan en 2014. Ellos construyeron una MCS para el año 2008 con el fin de analizar los efectos distributivos del programa Oportunidades mediante un modelo de equilibrio general computable (MEGC). El MEGC incluye 14 actividades productivas, 15 factores de producción, 16 tipos de hogares y otras 10 cuentas. Los hogares se clasifican de acuerdo al nivel de pobreza, región, sexo del jefe del hogar, y si son beneficiarios del programa Oportunidades.

Mientras que en el ámbito internacional podemos citar las de Nyanzi (2000), que construye una MCS-97 con el objetivo de evaluar la reforma de impuestos en Uganda. La de Fontana y Wobst (2001) que construyen una MCS-93-94 para Bangladesh, la matriz es estimada utilizando un enfoque de entropía cruzada y separa el valor añadido del trabajo femenino y masculino para cada nivel educativo y en cada sector de la economía.

Además de la de Fontana (2004) que construye una MCS donde se evalúa como las diferencias en la dotación de recursos, las características del mercado de trabajo y las normas socio-culturales dan forma a la manera en que la expansión del comercio afecta a las desigualdades de género. El modelo se aplica en Bangladesh y Zambia.

También podemos mencionar a Nganou et al (2009) que con el objetivo de evaluar el impacto del aumento en el precio del petróleo construyen una MCS-2001 para Kenia, encuentran que los hogares encabezados por hombres son más afectados por el aumento del precio del petróleo que los hogares encabezados por mujeres.

Arora y Rada (2014) elaboran una MCS-97 para Etiopía rural donde proponen una metodología como primer paso hacia un enfoque de género para tomar en cuenta la asignación del trabajo y recursos dentro del hogar. Mientras que el Instituto

Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias en conjunto con otras instituciones, construyen una MCS-12 con el propósito de analizar la estructura y la importancia del sector agrícola y las diferencias de género en la economía boliviana.

La estructura de una MCS está en función del objetivo que se persigue con su construcción. En este caso, los objetivos que se persiguen son dos: i) construir una matriz que retrate las relaciones ingreso-gasto del país distinguiendo 8 tipos de hogares diferenciados por el género (jefe de familia masculino o femenino), la condición de pobreza (pobres y no pobres), y estrato sociodemográfico (urbano o rural) y ii) que pueda utilizarse en la calibración de un modelo de equilibrio general para analizar el efecto de un impacto potencial de un cambio en el precio de la electricidad.

Cuadro II.2: Estructura agregada de la MCS-08.
(Miles de millones de pesos)

	AE	C	L	K	H	G	S-I	SE	INR	DE
AE		20842.7								
C	6253.7				7313.1	1332.5	2504.8	3270.6		7.9
L	3223.2									
K	8460			7526.6						
H			3223.2	5981.3		404.4		293.2	1268.7	
G	258	-160.1		1314.2	807.3	1710.3	19.8	0.001		
S-I				1095.6	2620.6	379.6		176		
SE	2647.8			68.9	429.8	122.8	470.5	293.2		
INR							1268.7			
DE							7.9			

Nota 1: AE=Actividades económicas, C=Consumo, L=Trabajo, K=Capital, H=Hogares, G=Gobierno, S-I=Ahorro-Inversión; SE=Sector externo, INR=Ingreso no reportado, DE=Discrepancia estadística.

Nota 2: La suma de las filas y columnas puede diferir debido al redondeo.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1 Estructura

La MCS-08 está basada en Chapa y Ortega (2017), pero presenta una modificación sustancial ya que, a diferencia de dicho artículo, en este estudio se toma en cuenta simultáneamente el género, la condición de pobreza y la ubicación para la formación de hogares, lo que permite identificar que familias serían las más afectadas ante cambios en el precio de la electricidad y analizar las implicaciones distributivas. La MCS-08 fue construida utilizando un enfoque de arriba hacia abajo, es decir la MCS se ajusta desde el inicio a las cuentas nacionales. Por lo cual primero se construyó una Macro

MCS o MCS agregada, la cual fue desagregada por sector económico usando la Matriz Insumo-Producto 2008 y por tipo de hogar, utilizando la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares para el año 2008 (ENIGH 2008). El cuadro I.2 muestra la estructura de la MCS-08 en su formato agregado. Para cada agente de la economía la columna contiene sus egresos, mientras la fila proporciona sus ingresos.

Actividades económicas y bienes de consumo

La MCS-08 considera 37 bienes de consumo y 37 actividades económicas de acuerdo con la nomenclatura estadística de actividades económicas de la Comunidad Europea (NACE) (Ver cuadro I.3).

Cuadro II.3: Actividades económicas y bienes de consumo.

Clave	Descripción	Clave	Descripción
AE1	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.	AE20	Otras industrias manufactureras.
AE2	Minería y extracción.	AE21	Comercio al por mayor.
AE3	Electricidad.	AE22	Comercio al por menor.
AE4	Agua.	AE23	Comercio al por mayor de vehículos automotores, venta al por menor de combustible.
AE5	Gas.	AE24	Transporte terrestre.
AE6	Construcción.	AE25	Transporte acuático.
AE7	Alimentos, bebidas y tabaco.	AE26	Transporte aéreo.
AE8	Industria textil.	AE27	Otros servicios de apoyo y actividades auxiliares del transporte.
AE9	Vestido y calzado.	AE28	Correos y telecomunicaciones.
AE10	Industria de la madera.	AE29	Intermediación financiera.
AE11	Industria del papel.	AE30	Inmobiliario.
AE12	Petroquímica.	AE31	Alquiler de maquinaria y equipo.
AE13	Industria química.	AE32	Educación.
AE14	Industria del plástico y hule.	AE33	Salud y trabajo social.
AE15	Minerales no metálicos.	AE34	Otros servicios personales.
AE16	Metálicas básicas y productos metálicos.	AE35	Hoteles y restaurantes.
AE17	Maquinaria.	AE36	Hogares que emplean personal doméstico.
AE18	Equipo eléctrico y óptico.	AE37	Administración pública y defensa.
AE19	Equipo de transporte.		

Fuente: Elaboración propia.

La MCS-08 se alimenta de la MIP, la cual contiene todas las relaciones de compra-venta entre las actividades productivas de la economía, así como las remuneraciones del trabajo y del capital por sector productivo, además del consumo privado, transacciones con el sector externo y gobierno.

Cada actividad económica es una empresa que produce un bien el cual puede ser usado como producto intermedio o bien para demanda final. Las empresas obtienen ingresos por la venta de cada bien a otras empresas nacionales, a los hogares, al gobierno y al sector externo. Mientras que sus egresos son por la compra de trabajo y capital, impuestos y compras al extranjero.

Hogares

La ENIGH 2008 proporciona información sobre el ingreso y gasto de los hogares y es representativa en nivel nacional. A partir de esta encuesta se obtuvieron las estructuras porcentuales que involucran las relaciones de ingreso-gasto entre los hogares, los factores productivos (trabajo y capital), las remesas provenientes del sector externo y las transferencias que el gobierno les proporciona a las familias. Estas proporciones permiten transformar los datos de contabilidad nacional y de finanzas públicas de manera agregada, a los ingresos y gastos de diferentes tipos de hogares. Para ello, los hogares fueron clasificados en 8 tipos, según sexo del jefe de familia, condición de pobreza y estrato sociodemográfico. (Ver cuadro I.4).

Cuadro I.4: Tipos de hogar.

Clave	Descripción	Clave	Descripción
H1	Pobre, rural, jefe femenino	H5	Pobre, rural, jefe masculino
H2	No pobre, rural, jefe femenino	H6	No pobre, rural, jefe masculino
H3	Pobre, urbano, jefe femenino	H7	Pobre, urbano, jefe masculino
H4	No pobre, urbano, jefe femenino	H8	No pobre, urbano, jefe masculino

Fuente: Elaboración propia.

Las familias son propietarias de una determinada dotación de trabajo y capital, la cual venden a las empresas y así obtienen ingresos para satisfacer sus necesidades de consumo y ahorro. El ingreso de las familias está constituido de la venta de sus dotaciones de trabajo y capital, de las transferencias que reciben del sector externo, así como de transferencias gubernamentales, algunos hogares presentan ingresos no reportados. La composición del ingreso de los hogares se muestra en el cuadro I.5.

Notemos que los hogares encabezados por mujeres pobres rurales (H1), aproximadamente una tercera parte de su ingreso lo constituyen las transferencias del

sector externo (Rem), siendo éste y las transferencias gubernamentales (TrG) los rubros más fuertes de su ingreso. En términos relativos, los ingresos laborales tienen más importancia como fuente de ingreso para las familias encabezadas por mujeres no pobres rurales (H2). Por el contrario, los ingresos de capital tienen más peso en los hogares encabezados por hombres no pobres rurales y urbanos (H6 y H8). (Cuadro I.5).

Cuadro I.5: Composición del ingreso de los hogares, 2008.

Clave	wL	rK	TrG	Rem	INR
H1	17.43%	2.10%	27.11%	30.96%	22.42%
H2	36.08%	28.97%	9.00%	25.95%	0.00%
H3	23.93%	3.63%	5.71%	7.70%	59.03%
H4	35.78%	39.10%	2.99%	4.64%	17.49%
H5	24.31%	3.92%	16.92%	4.74%	50.11%
H6	29.52%	58.99%	7.97%	3.53%	0.00%
H7	27.91%	6.20%	4.33%	0.93%	60.63%
H8	28.04%	70.26%	1.02%	0.67%	0.00%

Nota: wL=Remuneraciones por trabajo, rK= Remuneraciones por capital, TrG= Transferencias gubernamentales, Rem=Remesas, INR=Ingreso no reportado.

Fuente: Elaboración propia con datos de la MCS-08.

Por otra parte, los egresos de los hogares consisten en el pago de impuestos, en la compra de bienes y servicios tanto nacionales como extranjeros, así como lo que destinan al ahorro. El cuadro I.6 muestra la composición del gasto de los hogares.

Cuadro I.6: Composición del gasto de los hogares, 2008.

Clave	CHn	Imp	S	CHe
H1	86.58%	5.58%	0.00%	7.84%
H2	82.58%	8.88%	2.62%	5.92%
H3	90.24%	4.13%	0.00%	5.63%
H4	83.47%	12.23%	0.00%	4.30%
H5	85.94%	5.98%	0.00%	8.09%
H6	55.19%	5.87%	34.94%	4.00%
H7	89.59%	4.48%	0.00%	5.93%
H8	56.81%	7.18%	33.14%	2.86%

Nota: CHn=Consumo nacional, Imp=Impuestos, S=Ahorro, CHe=Consumo extranjero.

Fuente: Elaboración propia con datos de la MCS-08.

Podemos observar que los hogares encabezados por mujeres y hombres pobres urbanos (H3 y H7), destinan aproximadamente el 90% de su gasto a consumo nacional, mientras que los hogares encabezados por mujeres y hombres pobres rurales (H1 y H5)

destinan aproximadamente el 8% de su gasto a consumo extranjero. Los hogares encabezados por mujeres no pobres rurales (H2) y los encabezados por hombres no pobres rurales (H6) y urbanos (H8) son los únicos hogares que ahorran.

Trabajo

La MCS-08 contiene 3 tipos de trabajo, clasificados de acuerdo al nivel de educación, siendo el primer tipo de trabajo secundaria incompleta (L1), el segundo secundaria completa o preparatoria incompleta (L2) y el tipo 3 preparatoria completa o más (L3). En el cuadro I.7, podemos observar las remuneraciones por tipo de trabajo de los hogares.

Cuadro I.7: Remuneraciones por tipo de trabajo de los hogares, 2008.

Clave	L1	L2	L3
H1	51.87%	34.39%	13.75%
H2	23.20%	26.92%	49.89%
H3	31.84%	38.72%	29.44%
H4	9.44%	15.17%	75.39%
H5	54.87%	30.31%	14.82%
H6	29.70%	25.76%	44.55%
H7	29.10%	38.67%	32.23%
H8	8.60%	14.88%	76.51%

Nota: L1=Secundaria incompleta, L2=Secundaria completa o preparatoria incompleta; L3=Preparatoria completa o más.

Fuente: Elaboración propia con datos de la MCS-08.

2.3 Modelo de Equilibrio General

Uno de los objetivos de esta investigación es evaluar el impacto potencial de un aumento del precio de la electricidad en los distintos tipos de hogares en el país, para ello se utiliza un modelo de equilibrio general que retrata las interrelaciones sectoriales y el flujo circular de la renta de la economía mexicana, pero donde los precios no son completamente flexibles.¹⁰

¹⁰ Si bien, el presente modelo toma en cuenta que el precio de la electricidad altera los costos de producción y el precio de los bienes provistos por todos los sectores económicos, y con ello se ven impactadas la demandas, producción, demandas de factores primarios e ingreso de los hogares; no considera que los precios de los factores primarios (trabajo y capital) y el precio de los bienes reaccionan cuando cambian sus demandas para equilibrar los mercados. En este sentido, no existe flexibilidad completa de los precios. En el contexto de la terminología de modelos de equilibrio general manejada por Sobarzo (2011), el modelo de equilibrio general que aquí se construye es un intermedio entre modelo de precios fijos y modelo de precios flexibles.

Este tipo de metodología es una gran herramienta para medir variaciones en los precios de los bienes energéticos ya que permite capturar los efectos directos e indirectos resultantes de las relaciones productivas. Además, considera la interacción entre los diversos agentes económicos: sectores productivos, hogares, gobierno y sector externo.

El modelo por utilizar en esta investigación está basado en Acevedo et al (2014), en el cual se analizan el impacto de las remesas en el estado de Nuevo León. Se consideran 37 sectores productivos, 8 tipos de familias diferencias según condición de pobreza, género del jefe de familia y estrato sociodemográfico, 3 tipos de trabajo, un tipo de capital, 37 bienes de consumo, un nivel de gobierno y; un sector externo agregado.

Cada sector económico o empresa produce un bien homogéneo, el cual puede ser usado como bien intermedio o final; para ello, utiliza como insumos bienes propios o de otros sectores; así como trabajo y capital. Los sectores deciden cuánto demandar de factores productivos y bienes intermedios minimizando costos, sujeto a su tecnología. Además, las empresas tienen la posibilidad de elegir entre producir domésticamente o importar. El modelo considera competencia perfecta en el mercado de bienes finales y en el de bienes intermedios.

Los hogares poseen una dotación de trabajo y capital que ofrecen a las empresas, además reciben transferencias del gobierno y del sector externo obteniendo así ingresos para satisfacer sus necesidades de consumo y ahorro. Los hogares determinan su consumo y ahorro maximizando su utilidad, sujeto a su restricción presupuestal.

En el anexo se presenta la especificación formal del modelo, el cual tiene dos supuestos principales:

- 1.- Transmisión instantánea. El aumento de los precios de los bienes energéticos se transmite completamente y de forma instantánea a los sectores productivos y a los hogares. Es decir, el modelo ignora cualquier posible impedimento en la transmisión del aumento del precio de la electricidad, exagerando el efecto del choque.

- 2.- Los coeficientes técnicos se mantienen fijos. No se toma en cuenta la innovación tecnológica para la reducción de costos. Este supuesto puede ser justificable en el corto plazo.

2.4 Resultados

Se lleva a cabo un ejercicio de simulación. La simulación refleja la situación en donde el precio de la electricidad aumenta 19.14%. Se considera ese porcentaje debido a que fue el crecimiento promedio de los precios medios de energía eléctrica en México de los últimos 10 años. Este ejercicio nos permite observar el impacto sobre los sectores, tanto de manera directa, indirecta e inducida, así como también sobre el PIB, la utilización de trabajo y capital, el ingreso y el consumo de las familias, etc.

2.4.1 Efectos agregados

El incremento del precio de la energía eléctrica provoca un efecto directo sobre la demanda de electricidad de los hogares. Ello se traduce en una caída en la actividad de dicho sector, en su producción y demanda de insumos intermedios y primarios; lo anterior impacta el ingreso de los hogares, incidiendo de nuevo sobre la demanda, pero ahora de todos los bienes finales, y con ello sobre su producción, demanda de insumos intermedios, trabajo y capital e ingreso de los hogares.

Cuadro I.8: Efectos agregados del aumento de 19.14% en el precio de la electricidad.

Cuentas agregadas	Cambio
Producción interna (Y)	-4.07%
Valor agregado (VA)	-4.04%
Importaciones (M)	-3.13%
Exportaciones (X)	-1.55%
Producción total (Q)	-3.88%
Demanda derivada de trabajo (LA)	-4.40%
Demanda derivada de capital (KA)	-3.90%
Ingreso disponible (ID)	-3.60%
Consumo privado (CH)	-4.09%
Ahorro privado (SH)	-4.06%
Ingreso de gobierno (IngG)	-4.00%
Gasto de gobierno (GG)	-4.81%
Inversión (I)	-4.96%

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, aumentan los costos de producción de los sectores económicos que utilizan electricidad, lo que ocasiona un incremento en sus precios. Ello conlleva una caída en la demanda de productos finales y por ende una baja en la producción de los mismos. En consecuencia, se reduce la demanda de trabajo y capital, lo que ocasiona una baja del ingreso disponible de las familias, esto con lleva una baja en las demandas de consumo

y de ahorro privado. La producción vuelve a disminuir e inicia el proceso del flujo circular de la renta, y así sucesivamente hasta que converge.

Respecto al gobierno, sus ingresos se reducen como consecuencia de la baja en la actividad económica y con ello de su recaudación, y dado que se estableció como regla de cierre que el déficit presupuestal se mantuviese fijo, el gasto de gobierno también disminuye.

El cuadro I.8 muestra el impacto del choque sobre las variables agregadas. Notemos que la producción interna y el valor agregado caen aproximadamente 4%, mientras que las importaciones y exportaciones disminuyen 3.13% y 1.55%, respectivamente. El ingreso disponible, el consumo y el ahorro privado se reducen alrededor del 4%.

2.4.2 Efectos desagregados

Los cuadros II.9 y II.10 contienen los efectos detallados del aumento de 19.14% en el precio de la electricidad sobre las actividades económicas, demanda de factores primarios y las familias, respectivamente.

Precios

Al aumentar el precio de la electricidad, el precio de los demás bienes finales también sube, debido al alza en los costos de producción. El mayor incremento en los precios lo presentan los sectores: electricidad (AE3), metálicas básicas y productos metálicos (AE16), industria del papel (AE11), la industria del plástico y hule (AE14), y hoteles y restaurantes (AE35). (Cuadro I.9).

Sectores productivos

La producción total disminuye. Los sectores que más se ven afectados en este rubro son: electricidad (AE3), administración pública y defensa (AE37), construcción (AE6), salud y trabajo social (AE33), y educación (AE32) con caídas del 9.14%, 5.30%, 4.96%, 4.96, y 4.89% respectivamente. Por lo tanto, la producción interna y el valor agregado disminuyen entre el 2.17% y 10.81%. Los sectores que más se ven afectados debido al choque en estos rubros son: electricidad (AE3) con 10.81%, administración pública y defensa (AE37) con 5.31%, construcción (AE6) con 4.98%, salud y trabajo social (AE33) con 4.98%, y educación (AE32) con 4.90%. (Cuadro I.9).

Por otra parte, las actividades económicas que reportan una mayor caída en la demanda interna, la cual se ubica entre 4.99% y 4.41%, son: industria química (AE13),

minerales no metálicos (AE15), petroquímica (AE12), otras industrias manufactureras (AE20), y hoteles y restaurantes (AE35). Al caer la producción interna, cae el valor agregado, y con ello, la demanda derivada de trabajo y capital de los sectores económicos. Por lo tanto, en el mercado de trabajo, se reduce la demanda de todos los tipos de ocupación. La demanda por trabajadores con escolaridad de preparatoria o más (L3) es el tipo de trabajo que más demanda el sector electricidad, tal que el 85.74% del total de las remuneraciones que paga son destinadas a este tipo de trabajo, por ello, es el más afectado por el choque, con una caída del 4.49%; seguido del tipo de ocupación L1 (secundaria incompleta) con una disminución del 4.26% y; por el último el tipo de ocupación L2 (secundaria completa o preparatoria incompleta) con baja del 4.20% en su demanda. Mientras que, en el mercado de capital, la demanda cae en 3.90%.

Cuadro I.9: Efectos del aumento de 19.14% en el precio de la electricidad sobre las actividades económicas.

Sector	PY	PQ	Y	Q	VA	X	M	DI
AE1	0.33%	0.30%	-3.36%	-3.34%	-3.36%	-0.65%	-3.04%	-3.58%
AE2	0.20%	0.19%	-2.84%	-2.83%	-2.84%	-0.58%	-2.65%	-4.08%
AE3	19.14%	16.95%	-10.81%	-9.14%	-10.81%	-29.55%	6.26%	-4.12%
AE4	0.22%	0.21%	-3.95%	-3.95%	-3.95%	0.00%	-3.75%	-4.07%
AE5	0.91%	0.85%	-4.49%	-4.44%	-4.49%	0.00%	-3.62%	0.00%
AE6	0.34%	0.31%	-4.98%	-4.96%	-4.98%	0.00%	-4.66%	0.00%
AE7	0.52%	0.46%	-3.60%	-3.54%	-3.60%	-1.03%	-3.10%	-3.70%
AE8	0.75%	0.54%	-3.28%	-3.08%	-3.28%	-1.49%	-2.55%	-3.70%
AE9	0.61%	0.52%	-3.50%	-3.42%	-3.50%	-1.21%	-2.92%	-3.75%
AE10	0.56%	0.52%	-3.86%	-3.82%	-3.86%	-1.67%	-3.32%	-4.04%
AE11	1.23%	0.98%	-4.33%	-4.09%	-4.33%	-3.60%	-3.16%	-4.10%
AE12	0.22%	0.15%	-3.93%	-3.87%	-3.93%	-0.64%	-3.72%	-4.57%
AE13	0.43%	0.35%	-4.20%	-4.13%	-4.20%	-1.27%	-3.79%	-4.99%
AE14	1.10%	0.73%	-4.13%	-3.78%	-4.13%	-3.23%	-3.07%	-3.70%
AE15	1.01%	0.93%	-4.48%	-4.40%	-4.48%	-2.96%	-3.52%	-4.62%
AE16	1.23%	0.99%	-4.12%	-3.88%	-4.12%	-3.61%	-2.93%	-3.96%
AE17	0.51%	0.29%	-2.33%	-2.13%	-2.33%	-1.51%	-1.84%	-3.44%
AE18	0.53%	0.16%	-2.17%	-1.80%	-2.17%	-1.57%	-1.65%	-3.93%
AE19	0.55%	0.32%	-2.71%	-2.49%	-2.71%	-1.62%	-2.18%	-3.05%

Nota: PY=Precio de la producción interna, PQ=Precio de la producción total, Y=Producción interna, Q=Producción total, VA=Valor agregado, X=Exportaciones, M=Importaciones, DI=Demanda interna.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro I.9: (Continuación)

Sector	PY	PQ	Y	Q	VA	X	M	DI
AE20	0.53%	0.34%	-3.84%	-3.66%	-3.84%	-3.15%	-3.33%	-4.42%
AE21	0.40%	0.40%	-3.69%	-3.68%	-3.69%	-0.80%	-3.30%	-4.08%
AE22	0.47%	0.46%	-3.93%	-3.92%	-3.93%	-0.94%	-3.47%	-4.09%
AE23	0.44%	0.42%	-4.01%	-3.99%	-4.01%	-0.88%	-3.58%	-4.11%
AE24	0.20%	0.18%	-3.43%	-3.42%	-3.43%	-0.39%	-3.24%	-4.18%
AE25	0.18%	0.16%	-3.33%	-3.30%	-3.33%	-0.37%	-3.15%	-4.11%
AE26	0.23%	0.22%	-3.11%	-3.09%	-3.11%	-0.47%	-2.88%	-3.49%
AE27	0.32%	0.29%	-3.74%	-3.70%	-3.74%	-0.65%	-3.43%	-3.66%
AE28	0.33%	0.30%	-4.01%	-3.98%	-4.01%	-0.66%	-3.70%	-4.18%
AE29	0.22%	0.21%	-3.98%	-3.98%	-3.98%	-0.43%	-3.77%	-4.20%
AE30	0.24%	0.24%	-3.72%	-3.72%	-3.72%	0.00%	-3.49%	-3.96%
AE31	0.21%	0.20%	-3.98%	-3.97%	-3.98%	-0.42%	-3.78%	-3.94%
AE32	0.42%	0.42%	-4.90%	-4.89%	-4.90%	0.00%	-4.50%	-4.32%
AE33	0.60%	0.57%	-4.98%	-4.96%	-4.98%	0.00%	-4.41%	0.00%
AE34	0.56%	0.55%	-4.21%	-4.20%	-4.21%	0.00%	-3.67%	-4.17%
AE35	1.07%	1.04%	-4.49%	-4.46%	-4.49%	0.00%	-3.47%	-4.41%
AE36	0.00%	0.00%	-3.87%	-3.87%	-3.87%	0.00%	0.00%	0.00%
AE37	0.52%	0.51%	-5.31%	-5.30%	-5.31%	0.00%	-4.82%	-3.84%

Nota: PY=Precio de la producción interna, PQ=Precio de la producción total, Y=Producción interna, Q=Producción total, VA=Valor agregado, X=Exportaciones, M=Importaciones, DI=Demanda interna.

Fuente: Elaboración propia.

Sector externo

La caída en la producción de la economía provoca una baja en la demanda por importaciones de los sectores que son importadores netos. Las importaciones caen entre 1.65% y 4.82%. Las importaciones del sector de administración pública y defensa (AE37) caen 4.82%, las del sector construcción (AE6) en 4.66%, las del sector educación (AE32) en 4.50%, las correspondientes al sector de salud y trabajo social (AE33) en 4.41%, y las de la industria química (AE13) en 3.79%. El único sector que presenta aumento en sus importaciones es electricidad (AE3) con un incremento del 6.26%.

Las exportaciones se reducen debido al incremento en los precios y la baja en la competitividad en el mercado internacional, ubicándose las reducciones entre 0.37% y 29.55%. Los sectores que más disminuyen sus exportaciones son electricidad (AE3), metálicas básicas y productos metálicos (AE16), la industria del papel (AE11), la industria del plástico y hule (AE14), y otras industrias manufactureras (AE20), con reducciones de 29.55, 3.61, 3.60, 3.23 y 3.15 por ciento respectivamente. (Cuadro I.9).

Hogares

El incremento en el precio de la electricidad genera dos efectos en los hogares mexicanos: el efecto precio y el efecto ingreso. El efecto precio hace referencia al aumento en el costo de la canasta de consumo de las familias, siendo los hogares que habitan en el área rural, los más impactados por este efecto (H1, H2, H5 y H6), ubicándose en los primeros dos lugares los encabezados por mujeres. Ello se debe a que destinan una mayor proporción de su ingreso a la compra de los bienes que subieron de precio, en especial de la electricidad. Como se puede observar en el cuadro I.10, el costo de la canasta de consumo (IPH) de los hogares pobres encabezados por mujeres del área rural (H1) se incrementa en 0.96%, el de los hogares no pobres encabezados por mujeres del área rural (H2) en 0.94%, el de los hogares pobres encabezados por hombres del área rural (H5) se incrementa en 0.90% y, el de los hogares no pobres encabezados por hombres del área rural (H6) en 0.86%. En contraste, el costo de la canasta de consumo de los hogares urbanos aumenta entre 0.75% y 0.78%, en este grupo de hogares, los más afectados son los pobres (H3 y H7) y no se ve una diferencia según género del jefe de hogar.

Cuadro I.10: Efectos del aumento de 19.14% en el precio de la electricidad sobre ingreso, consumo y ahorro de las familias.

Hogar	IPH	IT	ID	IG	CH	SH	C3H
H1	0.96%	-3.15%	-3.15%	-4.23%	-3.95%	0.00%	-17.19%
H2	0.94%	-3.99%	-3.98%	-4.15%	-4.75%	-3.98%	-17.90%
H3	0.78%	-1.70%	-1.71%	-4.25%	-2.36%	0.00%	-15.95%
H4	0.75%	-3.40%	-3.35%	-4.15%	-3.97%	0.00%	-17.36%
H5	0.90%	-2.16%	-2.17%	-4.23%	-2.92%	0.00%	-16.35%
H6	0.86%	-4.08%	-4.08%	-4.05%	-4.79%	-4.08%	-17.99%
H7	0.78%	-1.68%	-1.69%	-4.24%	-2.34%	0.00%	-15.94%
H8	0.75%	-4.05%	-4.05%	-4.05%	-4.67%	-4.05%	-17.96%

Nota: IT=Ingreso total, ID=Ingreso disponible; IG=Ingreso gravable, CH=Consumo, SH=Ahorro, C3H=Consumo en electricidad.

Fuente: Elaboración propia.

La disminución en la demanda de trabajo y capital y la reducción de transferencias gubernamentales genera un efecto ingreso negativo en los hogares. Notemos que la caída en el ingreso disponible de las familias varía entre 1.69 y 4.08 por ciento. Tanto en zonas rurales como urbanas, el ingreso disponible de los hogares no pobres se reduce más que el de los hogares pobres, los hogares no pobres muestran caídas entre 3.35% y 4.08%, mientras que los hogares pobres exhiben bajas que se ubican entre 3.15% y 1.69%. Cabe comentar que los resultados muestran un patrón diferente según

género y estrato socioeconómico. Entre los hogares no pobres, tanto en el área urbana como la rural, los encabezados por hombres (H6 y H8) se ven más afectados que los encabezados por mujeres (H2 y H4). Mientras que, entre los hogares pobres, los más afectados son los hogares del área rural, mostrando una mayor caída en el ingreso los hogares pobres rurales encabezados por mujeres (3.15%). Los hogares no pobres se ven más afectados por el efecto ingreso que los hogares pobres debido a que el ingreso laboral y por renta de capital tienen mayor peso como fuente de recursos para este tipo de familias, como puede observarse en el cuadro I.5; note también que el mayor porcentaje de su ingreso laboral (cuadro I.7) corresponde al trabajo de alta escolaridad (L3, preparatoria o más) que es el que más disminuye por ser altamente demandado por el sector eléctrico.

Con la caída del ingreso y el aumento de los precios, los hogares reducen su consumo y ahorro. Notemos que la ordenación de los hogares según el efecto en el consumo es dictada por la ordenación de los hogares según el efecto ingreso. Los hogares encabezados por hombres y mujeres rurales no pobres (H6 y H2) son los que presentan una mayor caída en el consumo agregado. Asimismo, se identifican las siguientes diferencias por género: si los hogares son no pobres, los encabezados por hombres (H6 y H8) exhiben una mayor caída en el consumo que los encabezados por mujeres (H2 y H4) y; si los hogares son pobres, los encabezados por mujeres reducen más su consumo (H1 y H3) que los encabezados por hombres (H5 y H7), ver cuadro I.10.

La caída en el consumo privado de electricidad oscila entre 15.94 y 17.99 por ciento, siendo los hogares encabezados por hombres rurales y urbanos no pobres (H6 y H8) los que presentan una caída mayor en el consumo de este bien.

Gobierno

Ya que se mantuvo el déficit del gobierno fijo como regla de cierre, hubo cambios tanto en su ingreso como en sus gastos. Sus ingresos tuvieron una reducción del 4.00% y sus gastos se redujeron en 4.81%. La disminución en los ingresos gubernamentales se debe principalmente a una baja en la recaudación de impuestos tanto de los hogares como de las actividades productivas y el cambio en los gastos fue vía una reducción en la producción del bien agregado de consumo de gobierno y de transferencias a los hogares.

2.5 Conclusiones

Mediante la descripción de todas las transacciones entre sectores e instituciones en la economía, en un punto del tiempo, las MCS son una forma útil de representar una amplia gama de características socioeconómicas importantes para el diseño de políticas. Desagregada apropiadamente, una MCS puede contribuir significativamente a la comprensión de los efectos de género en diversas cuestiones económicas. Lamentablemente aun es escasa la literatura donde se diferencien los hogares por el género del jefe del hogar.

Por esa razón este estudio documenta la construcción de una MCS para México. Incluye 37 actividades y 37 bienes. También define categorías de hogar según género, condición de pobreza, y estrato sociodemográfico. Se utiliza un modelo de equilibrio general para examinar el impacto potencial de un aumento del 19.14% en el precio de la electricidad en las 8 categorías de los hogares en México. Identifica cuáles sectores de la economía serían los más afectados y analiza las implicaciones distributivas de estos choques en los hogares.

La Comisión Federal de Electricidad (CFE), anunció incrementos en el precio de la energía eléctrica para el sector industrial, comercial y doméstico de alto consumo, mencionando un incremento en el precio de los combustibles para generar electricidad, específicamente combustóleo y gas natural como la razón, por lo que este trabajo es pertinente dada la evolución actual del precio de la energía eléctrica, lo que permite dar un aproximado cualitativo de que se afecta en la economía

El incremento del precio de la electricidad provoca un efecto directo sobre los consumidores de electricidad, tanto los hogares como las actividades económicas intensivas en este tipo de energía. Por su característica de insumo, aumentan los costos de producción de las empresas lo que se manifiesta como un aumento en el nivel general de precios, que a su vez provoca una caída en la demanda y por ende en la producción. Las actividades electricidad (AE3), administración pública y defensa (AE37), construcción (AE6), salud y trabajo social (AE33), y educación (AE32) son los sectores más afectados debido al choque. La caída en la producción interna provoca a su vez que disminuya la demanda de trabajo y de capital, lo que se traduce en una baja del ingreso disponible de los hogares y, en conjunto con el aumento general de los precios, con lleva una baja en las demandas de consumo y de ahorro privado. Lo anterior provoca que la inversión privada también se reduzca.

Respecto al gobierno, sus ingresos reducen como consecuencia de la baja en la actividad económica, y dado que se estableció como regla de cierre que el déficit presupuestal se mantuviese fijo, el gasto de gobierno también disminuye. Cabe comentar aquí, que el aumento en precios de la electricidad se está asumiendo que es consecuencia de un incremento en costos para la paraestatal, por lo que no se generan mayores ingresos para el gobierno.

El aumento en el precio de la electricidad genera dos efectos sobre los hogares, el efecto precio por el aumento en el costo de su canasta de consumo y el efecto ingreso por la baja en la actividad económica. El efecto precio es más fuerte sobre los hogares rurales, y dentro de este grupo, sobre los encabezados por mujeres, ello como consecuencia de que destinan una mayor proporción de su ingreso a la compra de electricidad y de los bienes que aumentaron de precio. Mientras que el efecto ingreso es más importante para los hogares no pobres debido a que son los que dependen más del ingreso laboral y por renta de capital como fuentes de recursos, ya que la mayor proporción de su ingreso laboral es por concepto del tipo de trabajo que mostró una mayor baja en su demanda por ser altamente utilizado por el sector eléctrico, los trabajadores con preparatoria o más (L3).

Ambos efectos repercuten en las decisiones de consumo y ahorro. A continuación, comentamos los efectos sobre el consumo debido a que es un indicador del bienestar de las familias. Los hogares no pobres se ven más afectados que los hogares pobres, mostrando la mayor baja en el consumo. Dentro de los hogares no pobres los que muestran las mayores caídas son los hogares encabezados por hombres. Mientras que, tanto en zonas rurales como urbanas, los hogares encabezados por mujeres disminuyen más su consumo que los hogares encabezados por hombres si los hogares son pobres. En los hogares pobres los más afectados son los hogares rurales. En este sentido, los resultados del ejercicio proporcionan evidencia para confirmar la hipótesis planteada dado que, en un contexto de equilibrio general, en el grupo de hogares pobres se observa que los encabezados por mujeres son más afectados que los encabezados por hombres por el aumento en el precio de la electricidad.

Dado el costo político que siempre ha tenido la elevación de los precios eléctricos en el país, el gobierno mexicano debería diseñar políticas o programas que ayuden a mitigar o minimizar el impacto del alza sobre los consumidores más afectados. Por ejemplo, retomar una política que tuvo mucho éxito el sexenio pasado en materia de eficiencia energética que fue el Programa de Sustitución de Equipos Electrodomésticos para el

Ahorro de Energía.¹¹ Otra opción es expandir programas ya existentes como el Programa de Sustitución de Focos o el Programa de Educación para el Ahorro y Uso Racional de la Energía Eléctrica. Es decir, en lugar de subsidios, incentivar el consumo eléctrico más eficiente.¹²

Los resultados de esta investigación están condicionados a: 1) Dada la especificación de la demanda, las elasticidades precio son unitarias, lo cual no necesariamente es cierto en el caso de la electricidad y, 2) en el ejercicio se asume que no hay sustitución de energía eléctrica con otro tipo de energías, aunque dada la capacidad instalada en México en el corto plazo parece poco probable que dicha sustitución pueda darse. No obstante, las condicionantes anteriores, consideramos que este ejercicio es una buena primera aproximación a los efectos del aumento en el precio de la electricidad en los hogares mexicanos.

2.6 Referencias

Acevedo, G., Chapa, J., Ramírez, N., & Santos, E. (2014). "Importancia de las remesas para la economía del estado de Nuevo León en un contexto de equilibrio general", en Chapa, J. & Treviño, L. (Eds.), *Pobreza y género desde una perspectiva feminista*, México: Pearson, pp. 77-118.

Adelman, I., & Taylor, J. (1990). "Is structural adjustment with a human face possible? The case of Mexico", *The Journal of Development Studies*, vol. 26, núm. 3, pp. 387-407.

Aguayo, E., Chapa, J., Ramírez, N., & Rangel, E. (2009). "Análisis de la generación y redistribución del ingreso en México a través de una matriz de contabilidad social", *Estudios Económicos*, núm. Ext., pp. 225-311.

¹¹ El Programa de Sustitución de Equipos Electrodomésticos para el Ahorro de Energía fue una política implementada en el sexenio del presidente Felipe Calderón que consistió en la sustitución de aparatos electrodomésticos obsoletos por nuevos más eficientes en el uso de energía, el cual benefició a 400 mil familias. Entre los bienes que podían ser sustituidos se encontraban refrigeradores y aires acondicionados, lo que permitió que muchas familias consumieran menos energía, con el consecuente beneficio a su economía por el ahorro económico que registraron.

¹² El programa de Sustitución de Focos consiste en cambiar focos incandescentes por focos ahorradores (un foco ahorrador consume 75% menos energía) gratis para familias que viven en localidades menores a 100,000 habitantes. El programa de Educación para el Ahorro y Uso Racional de la Energía Eléctrica es una política enfocada a fomentar, en centros educativos, culturales, organismos de participación social y empresas, la formación del individuo en la cultura del ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, para contribuir con un desarrollo sustentable.

Arora, D., & Rada, C. (2014). "Gender differences in time and resource allocation in rural households in Ethiopia", *Annual Conference of the American Economic Association*. Retrieved on, vol. 8.

Barboza, I., Vázquez, J., & Matus J. (2009). "Matriz de contabilidad social 2004 para México", *Agrociencia*, vol. 43, núm. 5, pp. 551-558.

Blancas, A. (2006). "Interinstitutional linkage analysis: a social accounting matrix multiplier approach for the Mexican economy", *Economic Systems Research*, vol. 18, núm. 1, pp. 29-59.

Caballero, K., & Galindo, L. (2009). "El consumo de energía en México y sus efectos en el producto y los precios", *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, vol. 38, núm. 148.

Chapa, J. (2003). *Análisis de la apertura comercial en México mediante modelos multisectoriales, 1970-93*, Universidad de Barcelona.

Chapa & Ortega (2017). "Identifying the Main Emitters of CO2 in Mexico: A Multi-Sectoral Study", *Economía. Journal of the Latin American and Caribbean Association*. (Forthcoming).

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2012). *Pobreza y género en México, hacia un sistema de indicadores, información 2008-2012*, CONEVAL. México, D.F.

Debowicz, D., & Golan, J. (2014). "The impact of Oportunidades on human capital and income distribution in Mexico: a top-down/bottom-up approach", *Journal of Policy Modeling*, vol. 36, núm. 1, pp. 24-42.

Fontana, M. (2004). "Modelling the effects of trade on women, at work and at home: comparative perspectives", *Economie internationale*, núm. 3, pp. 49-80.

Fontana, M., & Wobst, P. (2001). *A gendered 1993-94 social accounting matrix for Bangladesh*, International Food Policy Research Institute (IFPRI).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. ENIGH 2008. *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares*, ENIGH, 2009. INEGI. México, D.F

International Food Policy Research Institute (IFPRI), Inter-American Development Bank (IDB), Institute for Advanced Development Studies (INESAD), Kiel Institute for the World Economy (IfW), (2016), *Bolivia Social Accounting Matrix 2012*, Harvard Dataverse, V2.

Jaime, C. (1993). *Construcción de una matriz de contabilidad social para México, 1989*, Tesis de maestría, El Colegio de México.

Levy, S. & Van Wijnbergen, S. (1992). *Transition problems in economic reform: agriculture in the Mexico-US free trade agreement*, The World Bank.

Nganou, J., Parra, J., & Wodon, Q. (2009). "Oil Price Shocks, Poverty and Gender: A Social Accounting Matrix Analysis for Kenya", in Bussolo, M. & De Hoyos, R. (Eds.), *Gender Aspects of the Trade and Poverty Nexus: A Macro-Micro Approach*, United States, pp. 53-80.

Núñez, G. (2004). *Un análisis estructural y de equilibrio general de la economía mexicana*, Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona.

Núñez, G. (2014). "Macro Matriz de Contabilidad Social de México para el año 2003", *EconoQuantum*, vol. 11, núm. 2, pp. 75-99.

Nyanzi, T. (2000). *Evaluation of the 1997 tax reforms in Uganda: An engendered general equilibrium model*, Doctoral dissertation, University of Bath.

Pleskovic, B., Pleskovic, B., & Treviño, G. (1985). "The use of a social accounting matrix framework for public sector analysis: the case study of Mexico", núm 04.

Ramírez, N. (2009). *Matriz de Contabilidad Social para la Economía Mexicana*, tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Serra, J. (1979). *A computational general equilibrium model for the Mexican economy: An analysis of fiscal policies*, Doctoral dissertation, Yale University.

Sobarzo, H. (1992). "A general equilibrium analysis of the gains from trade for the Mexican economy of a North American Free Trade Agreement", *The World Economy*, vol. 15, núm 1, pp. 83-100.

Sobarzo, H. (1994). "The gains for Mexico from a North American free trade agreement: an applied general equilibrium assessment", en Francois, J. & Shiells, C. (Eds), *Modeling trade policy: applied general equilibrium assessments of North American free trade*, Cambridge: Mass, pp. 83-99.

Sobarzo, H. (2011). "Modelo de insumo-producto en formato de matriz de contabilidad social: Estimación de multiplicadores e impactos para México, 2003" *Economía mexicana. Nueva Época, CIDE*, vol. 20, núm. 2, pp. 237-280.

2.7 Anexos

A continuación, se describe la especificación del modelo utilizado en este capítulo.

Hogares

Los hogares toman sus decisiones de consumo y ahorro siguiendo un proceso de optimización en tres niveles. En todos los niveles, las preferencias de los hogares están representadas por funciones de utilidad Cobb-Douglas homogéneas de grado uno.

En el primer nivel, eligen el consumo agregado (CH_h) y el ahorro (S_h) maximizando su utilidad, sujeto a su ingreso disponible (ID_h):¹³

$$(II.1) \text{Max } U_h = (CH_h)^{\alpha_h} (S_h)^{1-\alpha_h}$$

$$\text{s.a } ID_h = PCH_h * (1 + VAT_h + NTPS_h) * CH_h + PS * S_h$$

$$(II.2) CH_h = \frac{\alpha_h * ID_h}{PCH_h(1 + VAT_h + NTPS_h)}$$

$$(II.3) S_h = \frac{(1-\alpha_h) * ID_h}{PS}$$

para $h=1,2,3,\dots,8$.

En el segundo nivel del proceso de optimización, los hogares eligen cuánto consumir en el país (CDo_h) y cuanto en el extranjero (CEx_h), sujeto al valor del consumo agregado determinado en el paso anterior:¹⁴

$$(II.4) \text{Max } d_h = (CDo_h)^{\beta_h} (CEx_h)^{1-\beta_h}$$

$$\text{s.a } CH_h * PCH_h = PCDo_h * CDo_h + PCEX * CEx_h$$

¹³ PCH_h es el precio del consumo agregado; VAT_h es la tasa de impuesto al valor agregado; $NTPS_h$ es la tasa de impuesto sobre productos; PS es el precio del ahorro y se mantiene constante.

¹⁴ d_h es el coeficiente de la función de utilidad Cobb-Douglas; $PCDo_h$ es el precio del consumo doméstico; $PCEX$ es el precio de importaciones para el consumo final que es exógeno.

$$(II.5) CDO_h = \frac{\beta_h * CH_h * PCH_h}{PCDO_h}$$

$$(II.6) CEx_h = \frac{(1 - \beta_h) * CH_h * PCH_h}{PCEX}$$

para $h=1,2,3,\dots,8$.

En el tercer nivel del proceso de optimización, los hogares deciden cuanto consumir de cada bien final, maximizando su utilidad, dado los precios de los bienes finales (PY_j), sujeto al consumo doméstico elegido anteriormente:¹⁵

$$(II.7) Max \prod_{f=1}^{37} BC_{f,h}^{\delta_{f,h}}$$

$$s. a. CDO_h = \sum_{f=1}^{37} PY_f * BC_{f,h}$$

$$(II.8) BC_{f,h} = \frac{\delta_{f,h} * CDO_h * PCDO_h}{PY_f}$$

para $h=1,2,3,\dots,8; f=1,2,3,\dots,37$.

El ingreso total de los hogares (IT_h) proviene del pago que reciben por ser los dueños de los factores productivos, trabajo ($LH_{h,l}$) y capital (KH_h); las transferencias del gobierno (TrG_h), las transferencias del sector externo (Rem_h) y otros ingresos no reportados (INR_h):¹⁶

$$(II.9) IT_h = \sum_{l=1}^3 (PL_l * LH_{h,l}) + PK * KH_h + TrG_h + Rem_h + INR_h$$

para $h=1,2,3,\dots,8; l=1,2,3$.

Las familias contribuyen al sector público, pagando un impuesto por la venta de los factores productivos (TH_h); por lo tanto, el ingreso disponible (ID_h) y el ingreso gravable (IG_h) son:

$$(II.10) ID_h = IG_h * (1 - TH_h) + TrG_h + Rem_h + INR_h$$

$$(II.11) IG_h = \sum_{l=1}^3 (PL_l * LH_{h,l}) + PK * KH_h$$

para $h=1,2,3,\dots,8; l=1,2,3$.

¹⁵ $\sum_{f=1}^{37} \delta_{f,h} = 1$; b_h es el coeficiente de la función Cobb-Douglas; $BC_{f,h}$ es el consumo del hogar h en el bien f .

¹⁶ l denota los tipos de ocupación; PL_l es el salario pagado al tipo de ocupación l ; PK es la renta pagada al capital.

Actividades Económicas

El modelo considera 37 sectores, y se asume que cada uno produce un bien homogéneo mediante una función de producción anidada en tres niveles.

En la primera etapa, el sector j elige cuánto demandar de cada tipo de ocupación ($LA_{l,j}$) y de capital (KA_j), minimizando el costo de generar valor agregado (VA_j) sujeto a la restricción tecnológica, tomando como dados los precios de los tipos de trabajo (PL_l) y del capital (PK):¹⁷

$$(II. 12) \text{ Min } \sum_{l=1}^3 (PL_l * LA_{l,j} * (1 + SBG_j)) + PK * KA_j$$

$$\text{s. a. } VA_j = D_j KA_j^{\gamma_{k,j}} \prod_{l=1}^3 LA_{l,j}^{\gamma_{l,j}}$$

para $j=1,2,3,\dots,37$; $l=1,2,3$; $k=1$.

El valor agregado se genera combinando trabajo y capital mediante una tecnología Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala, tal que: $\gamma_{k,j} + \sum_{l=1}^3 \gamma_{l,j} = 1$. Como resultado de este proceso, se obtienen las demandas derivadas de factores en función del nivel agregado y de los precios relativos de los tipos de trabajo y capital:

$$(II. 13) LA_{l,j} = \frac{\left(\frac{\gamma_{l,j} * VA_j}{PL_l}\right) * PVA_j}{1 + SBG_j}$$

$$(II. 14) KA_j = \left(\frac{\gamma_{k,j} * VA_j}{PK}\right) * PVA_j$$

para $j=1,2,3,\dots,37$; $l=1,2,3$; $k=1$.

En la siguiente etapa, el sector j decide cuánto demandar de bienes intermedios provistos por el mismo y/u otros sectores ($z_{i,j}$), así como de valor agregado (VA_j), a través de minimizar el costo de la producción interna sujeto a la restricción tecnológica, tomando como dados los precios de los bienes intermedios (PY_i) y del valor agregado (PVA_j):

$$(II. 15) \text{ Min } \sum_{i=1}^{37} (PY_i * z_{i,j}) + PV_j * VA_j$$

$$\text{s. a. } Y_j = \text{Min} \left\{ \frac{z_{1,j}}{a_{1,j}}, \dots, \frac{z_{i,j}}{a_{i,j}}, \dots, \frac{z_{37,j}}{a_{37,j}}, \frac{VA_j}{va_j} \right\}$$

¹⁷ SBG_j son las contribuciones sociales efectivas a la seguridad social y D_j es el coeficiente del valor agregado del sector j .

para $j=1,2,3,\dots,37$; $i=1,2,3,\dots,37$.

Donde la producción interna del sector j (Y_j) utiliza bienes intermedios y VA en proporciones fijas mediante una función de tipo Leontief; tal que $a_{i,j}$ es el requerimiento del insumo vendido por el sector i para producir una unidad del bien del sector j y, va_j es la cantidad necesaria de valor agregado por unidad de producto del sector j .

$$(16) z_{i,j} = a_{i,j} * Y_j$$

$$(17) VA_j = va_j * Y_j$$

para $j=1,2,3,\dots,37$.

Finalmente, la empresa elige el nivel de producción nacional (Y_j) y externa (M_j) que minimiza el costo total de ofertar el bien dentro del país, sujeto a la restricción tecnológica, tomando como dados los precios de la producción interna (PY_j) y externa (PM_j):¹⁸

$$(18) \text{Min } (PY_j * Y_j) * (1 + NTPN_j) + PM_j * M_j$$

$$\text{s. a. } Q_j = AQ_j Y_j^{\rho_j} M_j^{1-\rho_j}$$

para $j=1,2,3,\dots,37$.

De esta manera, la oferta total del sector j (Q_j) se obtiene combinando producción interna e importaciones, suponiendo una función Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala, lo cual permite cierto grado de sustitución entre ellas:

$$(19) Y_j = \left(\frac{Q_j}{AQ_j(1 + NTPN_j)} \right) * \left[\frac{\rho_j * PM_j}{(1 - \rho_j) * PY_j} \right]^{(1-\rho_j)}$$

$$(20) M_j = \left(\frac{Q_j}{AQ_j} \right) * \left[\frac{(1 - \rho_j) * PY_j}{\rho_j * PM_j} \right]^{\rho_j}$$

para $j=1,2,3,\dots,37$.

En el caso de los bienes finales de consumo (c_f), supondremos que los sectores eligen cuánto demandar de productos del sector i para el bien final f ($q_{i,f}$), minimizando el costo de ofrecer bienes de consumo sujeto a la restricción tecnológica:¹⁹

$$(21) \text{Min } \sum_{i=1}^{37} PQ_i * q_{i,f}$$

¹⁸ $NTPN_j$ es la tasa de impuesto a la producción AQ_j es el coeficiente de la función de producción total del sector j .

¹⁹ $q_{i,f}$ es el requerimiento del bien del sector i por unidad del bien de consumo final f .

$$s. a. c_f = \text{Min} \left\{ \frac{q_{1,f}}{\varphi_{1,f}}, \dots, \frac{q_{i,f}}{\varphi_{i,f}}, \dots, \frac{q_{37,f}}{\varphi_{37,f}} \right\}$$

para $i=1,2,3,\dots,37$; y $f=1,2,3,\dots,37$.

De esta manera, la demanda de bienes provistos por el sector i para generar el bien final f es:

$$(22) q_{i,f} = \varphi_{i,f} * c_f$$

para $i=1,2,3,\dots,37$; y $f=1,2,3,\dots,37$.

Bien de inversión

En esta economía, se cuenta sólo con un bien de inversión, tanto privada como pública, el cual es un agregado de bienes provistos por los sectores económicos (IDA). Se asumen que (IDA) es una función tipo Leontief con rendimientos constantes a escala, lo que significa que se requiere una proporción fija de bienes del sector i (μ_i) para ser destinada a la inversión, tal que:

$$(23) IDA = \text{Min} \left\{ \frac{I_1}{\mu_1}, \dots, \frac{I_i}{\mu_i}, \dots, \frac{I_{37}}{\mu_{37}} \right\}$$

De tal manera, se decide cuánto demandar de cada bien del sector i para invertir (I_i), minimizando el gasto total en inversión dados los precios de dichos bienes, sujeto al nivel de demanda agregada de inversión. El proceso de optimización es:

$$(24) \text{Min} \sum_{i=1}^{37} PQ_i * I_i$$

$$s. a. IDA = \text{Min} \left\{ \frac{I_1}{\mu_1}, \dots, \frac{I_i}{\mu_i}, \dots, \frac{I_{37}}{\mu_{37}} \right\}$$

para $i=1,2,3,\dots,37$.

Como resultado, la demanda de productos del sector i para la inversión es igual:

$$(25) I_i = \mu_i * IDA$$

Sector externo

La decisión del sector externo de cuánto demandar de productos nacionales queda fuera de los agentes participantes en el modelo, no obstante, se establece que las empresas de la economía interna tienen cierto poder de mercado y se enfrentan a una demanda con pendiente negativa:²⁰

²⁰ $Exp0_i$ es una medida de la participación de mercado con la que cuenta el sector i , PX_i es un agregado de precios externos del producto i y θ_i es la elasticidad precio de la demanda de exportaciones del sector i . Se utilizan las elasticidades de la demanda de exportaciones calculadas por Sobarzo (1994).

$$(26) Exp_i = Exp0_i * \left(\frac{PX_i}{PY_i} \right)^{\theta_i}$$

para $i=1,2,3,\dots,37$.

Como una de las reglas de cierre del modelo, se establece que el ahorro del sector externo (SX) se mantiene constante.

Gobierno

El gobierno es un agente que elige cuánto consumir GE e invertir I_g mediante una función

tipo Leontief:

$$(27) U_g = \min\{GE, \omega I_g\}$$

Por lo tanto, su condición maximizadora implica que su nivel de consumo e inversión guardan proporción fija:

$$(28) \omega = \frac{C_g}{I_g}$$

Las fuentes de ingreso del gobierno provienen de las rentas de capital ($PK*KG$) y de la recaudación de diversos impuestos:²¹

$$(29) INGG = PK * KG + RSBG + RNTPN + RNTPS + RVAT + RNTPSH + RTH$$

Sus ingresos los utiliza para financiar su gasto en consumo (CG), las transferencias que realiza a las familias (Trans), y la compra de bienes en el exterior (MG):

$$(30) GG = CG + Trans + MG$$

La diferencia entre el ingreso (INGG) y gasto del gobierno (GG) es igual al ahorro bruto (SG):

$$(31) SG = INGG - GG$$

En el modelo, como regla de cierre, el nivel de déficit permanece constante, por lo que tanto el gasto, como el ingreso gubernamental son variables.

²¹ RSBG es la recaudación de impuestos de las contribuciones sociales efectivas a la seguridad social, RNTPN es la recaudación de impuestos a la producción pagado por los sectores económicos, RNTPS es la recaudación de impuestos a los productos pagado por los sectores económicos, RVAT es la recaudación del impuesto al valor agregado, RNTPSH es la recaudación de impuestos a los productos pagado por los hogares y, RTH es la recaudación del impuesto al ingreso.

Precios

Los precios de equilibrio resultan de sustituir los óptimos en las respectivas funciones de gastos y costos unitarios:

$$(32) PVA_j = \left(\frac{1}{D_j}\right) * \left[\prod_{l=1}^3 \left(\frac{PL_l}{\gamma_{l,j}}\right)^{\gamma_{l,j}}\right] * \left(\frac{PK}{\gamma_{k,j}}\right)^{\gamma_{k,j}}$$

$$(33) PY_j = \left(\sum_{i=1}^{37} a_{ij} * PY_j + va_j * PVA_j\right)$$

$$(34) PQ_j = \left(\frac{1}{AQ_j}\right) \left(\frac{PM_j}{1 - \rho_j}\right)^{(1-\rho_j)} \left(\frac{PY_j}{\rho_j}\right)^{\rho_j}$$

$$(35) PCH_h = \left(\frac{1}{d_h}\right) * \left(\frac{PCDO_h}{\beta_h}\right)^{\beta_h} * \left[\frac{PCEx}{(1 - \beta_h)}\right]^{(1-\beta_h)}$$

$$(36) PCDO_h = \frac{1}{b_h * \prod_{j=1}^{37} \left(\frac{\alpha_{jh}}{PY_j}\right)^{\alpha_{jh}}}$$

$$(37) PY_f = PQ_j$$

para $j=1,2,3,\dots,37$; $i=1,2,3,\dots,37$; $l=1,2,3$; $k=1$; $f=1,2,3,\dots,37$; $h=1,2,3,\dots,8$

Equilibrio

En el equilibrio, para cada sector, la producción total debe ser igual a la demanda final. Este supuesto introduce la simultaneidad entre las elecciones de producción y de consumo en la economía:

$$(38) Q_j = D_j - (1 - NTPS_j)$$

para $j=1,\dots,37$

La demanda total (D_j) para cada sector j viene dada por:²²

$$(39) D_j = DI_j + C_j + GG_j + I_j + Exp_j$$

$$(40) DI_j = \sum_{j=1}^{37} z_{ij}$$

para $j=1,\dots,37$

²² DI_j es la demanda interna, C_j son las ventas totales para el consumo privado del sector j .

CAPÍTULO III: EFECTO DE UN IMPUESTO AL CARBONO CON PERSPECTIVA DE GÉNERO Y CONDICIÓN DE POBREZA: UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL

3.1 Introducción

México es un país que depende en gran medida de los combustibles fósiles para satisfacer sus necesidades de energía. Según la Agencia Internacional de la Energía (International Energy Agency) el 90% del consumo de energía en el país proviene de esas fuentes, pues el 51% de la energía producida en el país es cubierta por el petróleo, el 32% por gas natural y el 7% por carbón.

El empleo de combustibles fósiles es fuertemente cuestionado dado que su uso contribuye a la acumulación de gases de efecto invernadero (GEI). Los GEI son todos aquellos compuestos químicos en estado gaseoso que se acumulan en la atmósfera de la Tierra considerados como el principal factor del cambio climático y del calentamiento global.²³

En las últimas décadas, los niveles de emisión de GEI y por consecuencia los efectos perjudiciales tanto para la salud humana como para el medio ambiente, se han venido incrementado, por lo que los países se ven en la necesidad de diseñar políticas públicas para reducirlos sin afectar el crecimiento económico.

Una de las herramientas que disponen los gobiernos para reducir los GEI es un impuesto al carbono o también llamado impuesto verde. El objetivo de este tipo de impuesto ambiental es doble, por un lado, se busca reducir el consumo de los combustibles fósiles y además recaudar fondos para la ejecución y promoción de acciones para mitigar el cambio climático.

En México se estableció a partir del 2014, como parte de la Reforma Fiscal, un impuesto a las emisiones de CO₂ producidos por la quema de combustibles fósiles. El impuesto es una cuota no constante ya que varía según el combustible que se use, considerando las toneladas de bióxido de carbono por unidad de volumen. Esta medida busca disminuir el consumo de combustibles que contaminen y fomentar el uso de

²³ Los principales GEI son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y el ozono (O₃).

energías limpias; además, el Gobierno federal apunta que los recursos adicionales que se generen se destinarán a eficiencia energética, tecnología y transporte público.

A pesar de eso, de acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), México es el país miembro de dicha organización que menos impuestos ambientales tiene. De hecho, es el único país con una relación negativa entre los impuestos ambientales como porcentaje del producto interno bruto (PIB). Esto obedece a que algunos impuestos se tornaron en algún punto en subsidios, un ejemplo de ello es lo sucedido con el Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) a gasolinas y diésel, ya que cuando el precio internacional del petróleo era alto el Gobierno Federal tuvo la necesidad de compensar la diferencia entre el precio internacional y el precio nacional por la venta de esos bienes que habían sido fijados a menor costo.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de la presente investigación es evaluar los efectos derivados de la introducción de un impuesto sobre el carbono en los principales indicadores macroeconómicos de la economía mexicana. Para ello, se construye un modelo de equilibrio general (MEG) para México.

El modelo permite evaluar el impacto del impuesto considerando la relación entre sectores, factores productivos y hogares, estos últimos clasificados de la siguiente forma: i) se consideran pobres aquellos hogares que se encuentran por debajo de la línea de pobreza patrimonial; ii) los hogares rurales son aquellos que se encuentran en localidades con no más de 2,500 habitantes y los urbanos son los que habitan localidades de más de 2,500 y; iii) los tipos de hogares se diferencian según el género del jefe de familia, reconocido como tal por los miembros del hogar.²⁴

Dado que un MEG retrata las decisiones que toman todos los agentes de la economía considerando sus interrelaciones es el método idóneo para el análisis, ya que nos permite analizar el impacto considerando tanto los efectos directos como los indirectos sobre los hogares y sectores económicos.

En el ámbito internacional, se han construido un gran número de MEG tanto estáticos como dinámicos para analizar la política fiscal que tiene como objetivo disminuir la emisión de carbono. En el cuadro II.1 se describen algunos estudios que se han

²⁴ La línea de pobreza patrimonial es definida de acuerdo con la metodología del Comité Técnico para la Medición de la Pobreza (CTMP) y el cálculo oficial de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

realizado a nivel internacional obteniéndose distintos resultados en relación con el efecto del impuesto.

Cuadro III.1: MEG contruidos para medir los efectos de impuestos ambientales.

Autor	País	Resultados
Goulder, 1995	Estados Unidos	El PIB disminuye entre un 25% y 40%, mientras que el bienestar se reduce entre un 36% y 53%.
Gottinger, 1998	Unión Europea	Se logra una reducción significativa de las emisiones de GEI, así como del consumo de carbón y gas natural sin grandes impactos distributivos.
Zhang, 1998	China	El PIB cae en 1.5% y 2.8% y el bienestar se reduce en 1.1% y 1.8%.
Bye, 2000	Noruega	El precio de los combustibles se incrementa en 10, 50 y 60 por ciento. El efecto total del bienestar no ambiental de la reforma fiscal es positivo.
Kemfert y Welsh, 2000	Alemania	Las emisiones de CO2 se reducen entre 2.83% y 26.07% pero también se reduce el PIB, la productividad laboral, la inversión y las exportaciones.
Bach et al., 2002	Alemania	Disminuyen las emisiones de CO2 sin tener un importante efecto negativo sobre el crecimiento económico y el empleo aumenta ligeramente.
Kumbaroglu, 2003	Turquía	Se reducen las importaciones de energía y aumenta el crecimiento económico.
Labandeira y Rodríguez, 2005	España	Se da una doble ganancia de bienestar (ambiental y fiscal). Los efectos distributivos son poco significativos.
O’Ryan et al., 2005	Chile	El impuesto tiene efectos sociales negativos en un contexto de alto desempleo.
Scrimgeour et al., 2005	Nueva Zelanda	Demuestran que un impuesto sobre la energía basado en el contenido de combustible fósiles es un instrumento eficaz para reducir las emisiones de GEI, aunque el impuesto sobre la energía es menos eficaz que un impuesto al carbono. Pero este último impuesto afecta negativamente a las reservas de capital, reduciéndose el PIB, el consumo de los hogares, las exportaciones y la inversión.
De Schoutheete, 2013	España	Los resultados sugieren un “doble dividendo”. Se reduce significativamente las emisiones de carbono sin afectar de manera significativa el nivel de actividad económica y el empleo.
Camacho, 2015	Colombia	Las emisiones de GEI se reducen el 5% pero el PIB disminuye en 19.8%.

Fuente: Elaboración propia

En el caso de México se han realizado también algunos estudios para evaluar el impacto de un impuesto a los combustibles fósiles con el fin de disminuir la emisión de carbono utilizando MEG, aunque en menor medida que a nivel internacional.

Por ejemplo, Boyd e Ibararán (2002) concluyen que el impuesto es progresivo además de que se reduce la producción y que, para tener un doble dividendo, aumento en la producción y beneficios ambientales, se tiene que dar un fuerte cambio tecnológico. En contraste, González (2012) encuentra que el impuesto ambiental es regresivo, pero si se aplica un subsidio a la alimentación se convierte en progresivo.

Por otro lado, Bravo, Castro y Gutiérrez (2013) argumentan que el impuesto reduce la demanda de combustibles fósiles, pero no tiene un efecto significativo en la redistribución del ingreso de la sociedad, por lo que se reduce el bienestar. En tanto que, Landa et al (2015) infieren que, sin compensación, en 2050 se reducirían en un 75% las emisiones de CO₂, pero con un alto costo económico y que con completa redistribución de los ingresos fiscales de carbono se da un doble dividendo y la política es beneficiosa tanto en términos del PIB como en la reducción de las emisiones de CO₂. Mientras que, Chapa y Ortega (2017) concluyen que para los hogares urbanos el impuesto es regresivo, además observan que la disminución en el bienestar es mayor en las familias más pobres.

No se tiene conocimiento de algún otro artículo que analice el efecto del impuesto al carbono con enfoque de género en el país. Es en este sentido que la presente investigación pretende contribuir al análisis del impacto de este tipo de política pública en un contexto de interdependencia general con precios flexibles.

El contenido del capítulo es el siguiente. En la sección 2.2 se describe el modelo de equilibrio general. En la sección 2.3 se discuten los resultados. Las conclusiones se encuentran en la sección 2.4. Se finaliza con el apartado bibliográfico y los anexos.

3.2 Modelo de Equilibrio General

Uno de los instrumentos más populares que los investigadores utilizan para el análisis de política impositiva son los modelos de equilibrio general (MEG), modelos de simulación, situados entre la economía normativa y la econometría. Estos modelos nos permiten cuantificar los efectos directos e indirectos que ese tipo de políticas tienen sobre los agentes y la estructura de la economía, nos permiten una evaluación previa

del impacto en cuestiones de desigualdad y los ingresos de los hogares o sectores económicos. La identificación de sectores u hogares vulnerables permitiría la identificación de políticas complementarias que minimicen el impacto negativo de la política o que maximicen las oportunidades que conlleva su implementación.

3.2.1 Metodología

Un MEG es aquel modelo que tiene la capacidad para mostrar las consecuencias que un cambio puntual en una variable puede tener sobre la economía en su conjunto, algo que es imposible obtener a través de otras técnicas. Este es el punto clave que lo hace destacar como método de simulación. Históricamente existe consenso en considerar como precursores de los MEG los trabajos de Johansen (1960) y Scarf (1967).

Para construir un MEG, se parte de un modelo teórico que intenta ser una representación simplificada de la economía dado un concepto de equilibrio. El modelo es un sistema de ecuaciones en donde se muestran el comportamiento y supuestos de todos los agentes que participan en la economía como son los consumidores y productores, así como el sector público y el sector exterior.

Para este tipo de modelos se requieren los datos que proporcionan las Matrices de Contabilidad Social (MCS). Una MCS es una fotografía de la economía de un país en un momento del tiempo. Es una matriz cuadrada de flujos monetarios que engloba las relaciones de ingreso y de gasto de todos los agentes que participan en una economía. En este estudio se emplea la MCS elaborada por Arellano y Chapa (2017).

Una vez que se dispone del sistema de ecuaciones y la base de datos que conforman el modelo, se lleva a cabo la calibración del mismo, que va a permitir determinar los parámetros desconocidos. Según Dawkins et al. (2001), la calibración es el método que fija el valor de los parámetros desconocidos de forma que el sistema de ecuaciones reproduce la base de datos como una solución de equilibrio del modelo, obteniendo en ese momento el equilibrio base o de referencia.

Después de realizada la calibración ya se dispone del equilibrio de referencia, y el modelo puede ser utilizado para simular. Las simulaciones se llevan a cabo a través de cambios en alguna o algunas de las variables que se representan en el equilibrio inicial. Tras ese cambio, el sistema de ecuaciones busca una nueva solución de equilibrio. Por último, se procede a verificar la robustez del equilibrio: esta verificación se inicia a partir de un análisis que permite efectuar una comparación entre los resultados del

equilibrio de referencia y el nuevo equilibrio obtenido en la simulación para, de esa forma, por medio de la observación de los cambios en las variables, llegar a las conclusiones sobre los efectos del choque exógeno derivado de la simulación.

Cuadro III.2: Actividades económicas y bienes de consumo.

Clave	Descripción	Clave	Descripción
AE1	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.	AE20	Otras industrias manufactureras.
AE2	Minería y extracción.	AE21	Comercio al por mayor.
AE3	Electricidad.	AE22	Comercio al por menor.
AE4	Agua.	AE23	Comercio al por mayor de vehículos automotores, venta al por menor de combustible.
AE5	Gas.	AE24	Transporte terrestre.
AE6	Construcción.	AE25	Transporte acuático.
AE7	Alimentos, bebidas y tabaco.	AE26	Transporte aéreo.
AE8	Industria textil.	AE27	Otros servicios de apoyo y actividades auxiliares del transporte.
AE9	Vestido y calzado.	AE28	Correos y telecomunicaciones.
AE10	Industria de la madera.	AE29	Intermediación financiera.
AE11	Industria del papel.	AE30	Inmobiliario.
AE12	Petroquímica.	AE31	Alquiler de maquinaria y equipo.
AE13	Industria química.	AE32	Educación.
AE14	Industria del plástico y hule.	AE33	Salud y trabajo social.
AE15	Minerales no metálicos.	AE34	Otros servicios personales.
AE16	Metálicas básicas y productos metálicos.	AE35	Hoteles y restaurantes.
AE17	Maquinaria.	AE36	Hogares que emplean personal doméstico.
AE18	Equipo eléctrico y óptico.	AE37	Administración pública y defensa.
AE19	Equipo de transporte.		

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Especificación del modelo

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de esta investigación es evaluar el impacto de un impuesto sobre el carbono en la economía mexicana por lo que se construye un MEG con una estructura básica walrasiana que retrata todas las interrelaciones sectoriales del país.

El presente modelo, basado en Acevedo et al. (2014), considera 37 sectores productivos, 8 tipos de familias diferencias según condición de pobreza, género del jefe de familia y estrato sociodemográfico, un tipo de trabajo, un tipo de capital, 37 bienes de consumo, un nivel de gobierno y; un sector externo agregado. Los cuadros II.2 y II.3 presentan las actividades económicas y los bienes de consumo, así como los tipos de hogares empleados en el modelo.

Cuadro III.3: Tipos de hogar.

Clave	Descripción	Clave	Descripción
H1	Pobre, rural, jefe femenino	H5	Pobre, rural, jefe masculino
H2	No pobre, rural, jefe femenino	H6	No pobre, rural, jefe masculino
H3	Pobre, urbano, jefe femenino	H7	Pobre, urbano, jefe masculino
H4	No pobre, urbano, jefe femenino	H8	No pobre, urbano, jefe masculino

Fuente: Elaboración propia.

En esta economía, cada sector económico produce un bien homogéneo, el cual puede ser usado como bien intermedio o final; para ello, utiliza como insumos bienes propios o de otros sectores; así como trabajo y capital. Los sectores deciden cuánto demandar de factores productivos y bienes intermedios minimizando costos, sujeto a su tecnología. Además, las empresas tienen la posibilidad de elegir entre producir domésticamente o importar. El modelo considera competencia perfecta en el mercado de bienes finales y en el de bienes intermedios.

Los hogares poseen una dotación de trabajo y capital que ofrecen a las empresas, además, reciben transferencias del gobierno y del sector externo obteniendo así ingresos para satisfacer sus necesidades de consumo y ahorro. Los hogares determinan su consumo y ahorro maximizando su utilidad, sujeto a su restricción presupuestal.

El modelo reproduce el equilibrio inicial en la economía, cumpliendo con la Ley de Walras, y permite que los precios relativos varíen ante el impuesto al carbono. En el anexo se presenta la especificación formal del modelo.

2.2.3 Simulaciones

En 2014 en México se aprobó la Reforma Fiscal que incluye un impuesto al carbono en las emisiones de CO2 procedentes de los combustibles fósiles, con el fin de desalentar las actividades que dañan el medio ambiente. La justificación para este impuesto es internalizar el costo social de las externalidades negativas de las emisiones de CO2 de los combustibles fósiles e incentivar el uso de energías limpias renovables.

El impuesto al carbono son cuotas que se aplican a la venta de combustibles fósiles, expresadas en unidades monetarias por litros o toneladas, ver cuadro II.4.

Cuadro III.4: Impuestos ambientales en México

Tipo de combustible	Cuota
Gas natural	\$0.1194 por millar de metro cúbico
Propano	\$0.1050 por litro
Butano	\$0.1286 por litro
Gasolinas y gasavión	\$0.1621 por litro
Turbosina y otros kerosenos	\$0.1871 por litro
Diésel	\$0.1917 por litro
Combustóleo	\$0.2074 por litro
Coque de petróleo	\$189.85 por toneladas
Coque de carbón	\$192.96 por toneladas
Carbón mineral	\$178.33 por toneladas
Otros combustibles fósiles	\$70.68 por toneladas

Fuente: Elaboración propia.

Las tasas de impuesto a utilizar en esta investigación son las calculadas por Chapa y Ortega (2017). Para convertir las cuotas en tasas de impuestos las autoras utilizaron una base de datos (World Input-Output Database, WIOD) publicada por la Comisión Europea que reporta el uso de energía por sector y la energía de productos básicos para 40 países en el periodo 1995-2009.

La WIOD les permitió identificar el consumo en gasolina, gasavión, diésel, coque de carbón y carbón mineral en México para el 2008, los datos son presentados en terajoules, por lo que para calcular el impuesto transformaron el consumo en litros y en toneladas; además, transformaron las cuotas aplicadas para el 2014 a precios constantes del 2008. Los resultados se muestran en el cuadro II.5

Cuadro III.5: Cuotas aplicadas a la venta de combustibles fósiles (Precios 2008)

Combustibles fósiles	Cuota
Gasolinas	6.47 (centavos por litros)
Gasavión	6.47 (centavos por litros)
Diésel	5.94 (centavos por litros)
Coque de carbón	35.74 (pesos por tonelada)
Carbón mineral	33.62 (pesos por tonelada)

Fuente: Chapa y Ortega, 2017.

Luego, calculan la recaudación potencial para cada combustible, multiplicando la cuota expresada a precios constantes del 2008 y el consumo del combustible fósil en 2008 y lo convierten en millones de pesos. Finalmente, el impuesto al carbono es expresado como porcentaje de la producción bruta de los sectores Minería y Extracción (AE2) y Petroquímica (AE12), dividiendo la recaudación potencial de impuesto al carbono entre la producción bruta. (Cuadro II.6).

Por lo que, para el presente estudio, el ejercicio de simulación, refleja la situación en donde se aplica un impuesto del 0.03% al sector Minería y Extracción (AE2) y un impuesto del 0.5% al sector Petroquímica (AE10).

Cuadro III.6: Tasa de impuesto

Combustibles fósiles	Sector Económico	Recaudación potencial	Producción bruta	Impuesto (%)
Carbón mineral	Minería y extracción	406	1,238,359	0.03
Diésel	Petroquímica	3,837	772,412	0.50
Gasolina				
Gasavión				
Coque de carbón				

Fuente: Chapa y Ortega, 2017.

Una de las muchas ventajas que ofrecen los MEG es la flexibilidad para elegir que variables son endógenas o exógenas. El modelo permite fijar varias reglas de cierre respecto al sector público por lo que se han elegido dos escenarios como parte del ejercicio de simulación. En un primer escenario el gobierno determina exógenamente su saldo presupuestario lo que implica que su nivel de consumo e ingreso sean endógenos. Mientras que en el segundo escenario tanto el déficit y los ingresos gubernamentales varían ya que el gasto es ahora la variable que mantiene un nivel fijo.

Estos dos escenarios nos permiten conocer que tan sensible es el modelo a estas reglas de cierre, comparando los resultados que se obtienen y las implicaciones que eso con lleva en materia de política pública.

3.3 Resultados

El ejercicio de simulación, con dos escenarios, nos permite observar el impacto que el impuesto al carbono desencadenó sobre los sectores económicos, tanto de manera directa como indirecta e inducida, así como también al producto interno bruto (PIB), la

utilización de trabajo y capital, ingreso y consumo de las familias, y la redistribución de recursos.

3.3.1 Escenario A

En este escenario el gobierno determina exógenamente su saldo presupuestario y endógenamente su nivel de consumo e ingreso.

Efectos agregados

La aplicación del impuesto implica un incremento directo del 0.03% en el costo unitario del sector Minería y Extracción (AE2) y del 0.5% sobre el costo unitario en el sector Petroquímica (AE12), lo que se traduce en una disminución de la producción y demanda de insumos intermedios además de un aumento de los precios de dichos sectores. De igual forma, aumentan los costos de producción de los sectores económicos que utilizan insumos provenientes de los sectores AE2 y AE12, lo que ocasiona una caída en su producción y demanda de insumos intermedios y un incremento en sus precios también. Esto provoca una disminución en la demanda de productos finales y por ende una baja en la producción (0.108%). Lo que se manifiesta como una caída en la producción interna (Y), valor agregado (VA), importaciones (M) y exportaciones (X) del 0.115, 0.106, 0.068 y 0.094 por ciento respectivamente.

La reducción en la producción interna provoca a su vez que disminuya la demanda de trabajo (0.107%) y capital (0.105), lo que ocasiona una baja en el ingreso disponible de las familias de 0.082%, y como consecuencia una baja en las demandas de consumo (0.109%) y ahorro privado (0.099%). Además, tenemos una reducción en el ahorro agregado de la economía debido a la reducción del ahorro familiar, dado que, por regla de cierre, el ahorro externo y el gubernamental se mantienen fijos. Por condición de equilibrio general, la baja en el ahorro agregado se traduce en una baja en la inversión (I), disminuyendo ambos 0.124 por ciento.

Dado que se tiene precios completamente flexibles se da una redistribución de recursos entre sectores por el cambio en precios relativos. El precio relativo del trabajo y capital se incrementa 0.050%. Esto es resultado de las presiones que sobre la baja de la renta ejerce la caída de la actividad de Petroquímica (AE12), Minería y Extracción (AE2) y otras industrias interconectadas como los sectores Transporte Terrestre (AE24) y Minerales no Metálicos (AE15), intensivos en capital.

El impuesto a los sectores Minería y Extracción (AE2) y Petroquímica (AE12) genera dos efectos en el gobierno, por un lado, se espera una mayor recaudación debido al impuesto en dichos sectores, pero por otro lado también disminuye la actividad productiva y el ingreso de los hogares por lo que en ese sentido se esperaría una menor recaudación. El efecto neto es que el ingreso gubernamental aumenta en 0.040% y ya que se mantuvo el déficit del gobierno fijo como regla de cierre también aumenta su gasto (0.048%). El cuadro II.7 muestra el impacto del choque sobre las variables agregadas.

Cuadro II.7: Efectos agregados del impuesto a los sectores AE2 y AE12.

Cuentas agregadas	Impacto
Producción interna (Y)	-0.115%
Producción total (Q)	-0.108%
Importaciones (M)	-0.068%
Exportaciones (X)	-0.094%
Demanda derivada de trabajo (LA)	-0.107%
Demanda derivada de capital (KA)	-0.105%
Salario real (w)	0.039%
Renta real (r)	-0.011%
Ingreso disponible (ID)	-0.082%
Consumo privado (CH)	-0.109%
Ahorro privado (SH)	-0.099%
Ingreso de gobierno (IngG)	0.040%
Gasto de gobierno (GG)	0.048%
Inversión (I)	-0.124%

Fuente: Elaboración propia

Efectos desagregados

Precios

El impuesto al carbono impacta directamente a los precios de los proveedores de combustibles fósiles, tal como Petroquímica (0.530%) y Minería y Extracción (0.031%) y de manera indirecta a otros sectores que utilizan como insumos los productos vendidos por dichos sectores, como Transporte Aéreo (0.216%), Transporte Terrestre (0.112%), Electricidad (0.082%), Administración Pública y Defensa (0.047%) y Minerales no Metálicos (0.041%). Por otro lado, el sector Inmobiliario es el único que presenta una caída en su precio, esto debido a la caída del precio del capital (El sector Inmobiliario es uno de los más intensivos en capital, 90.118% de su valor añadido corresponde al pago de la renta real). El cuadro II.8 contiene los efectos detallados del impuesto al carbono sobre el precio de las actividades económicas.

Cuadro II.8: Efectos del impuesto a los sectores AE2 y AE12 sobre las actividades económicas.

Sector	PY	PQ	Q	Y	KA	LA	X	M
AE1	0.014%	0.013%	-0.078%	-0.079%	-0.071%	-0.121%	0.009%	-0.038%
AE2	0.031%	0.030%	-0.239%	-0.240%	-0.237%	-0.287%	-0.038%	-0.168%
AE3	0.082%	0.073%	-0.111%	-0.120%	-0.111%	-0.161%	-0.127%	-0.013%
AE4	0.019%	0.019%	-0.085%	-0.086%	-0.069%	-0.119%	0.000%	-0.046%
AE5	0.007%	0.006%	-0.091%	-0.091%	-0.090%	-0.140%	0.000%	-0.062%
AE6	0.025%	0.023%	-0.124%	-0.126%	-0.104%	-0.154%	0.000%	-0.018%
AE7	0.015%	0.014%	-0.079%	-0.080%	-0.073%	-0.123%	0.006%	-0.045%
AE8	0.017%	0.012%	-0.068%	-0.072%	-0.057%	-0.107%	0.004%	-0.031%
AE9	0.018%	0.015%	-0.080%	-0.083%	-0.063%	-0.113%	0.001%	-0.042%
AE10	0.029%	0.027%	-0.108%	-0.110%	-0.091%	-0.141%	-0.032%	-0.027%
AE11	0.028%	0.022%	-0.085%	-0.091%	-0.077%	-0.127%	-0.028%	-0.035%
AE12	0.530%	0.379%	-0.366%	-0.515%	-0.504%	-0.554%	-1.518%	0.040%
AE13	0.023%	0.019%	-0.099%	-0.103%	-0.094%	-0.144%	-0.012%	-0.050%
AE14	0.021%	0.014%	-0.088%	-0.095%	-0.079%	-0.130%	-0.008%	-0.030%
AE15	0.041%	0.038%	-0.122%	-0.125%	-0.115%	-0.165%	-0.069%	-0.026%
AE16	0.019%	0.015%	-0.093%	-0.097%	-0.089%	-0.139%	-0.002%	-0.024%
AE17	0.016%	0.009%	-0.062%	-0.068%	-0.055%	-0.105%	0.009%	-0.001%
AE18	0.022%	0.007%	-0.071%	-0.086%	-0.066%	-0.116%	-0.012%	-0.013%
AE19	0.012%	0.007%	-0.059%	-0.064%	-0.053%	-0.104%	0.019%	-0.008%

Nota: PY=Precio de la producción interna, PQ=Precio de la producción total, Q=Producción total, Y=Producción interna, KA=Demanda de capital, LA=Demanda de trabajo, X=Exportaciones, M=Importaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Sectores productivos

La producción total (Q) disminuye en 0.108%. Los sectores que más se ven afectados en este rubro son: Petroquímica (AE12), Transporte Aéreo (AE26), Minería y Extracción (AE2), Transporte Terrestre (AE24) y Hogares que emplean personal doméstico (AE36) con caídas del 0.366, 0.241, 0.239, 0.164, y 0.131 por ciento respectivamente.

Por lo tanto, la producción interna (Y) y el valor agregado (VA) disminuyen entre el 0.515% y 0.001%. Debido a eso, las actividades económicas que presentan las mayores caídas en estos rubros son las mismas que presentan las mayores reducciones en la producción total, Petroquímica (AE12) con 0.515%, Transporte Aéreo (AE26) con 0.258%, Minería y Extracción (AE2) con 0.240%, Transporte Terrestre (AE24) con 0.171% y Hogares que emplean personal doméstico (AE36) con 0.131%.

Al caer la producción interna, cae el valor agregado, y con ello, la demanda derivada de trabajo y capital de los sectores económicos. La demanda de trabajo se reduce 0.107%, mientras que, en el mercado de capital, la demanda cae en 0.105%. Petroquímica (AE12), Minería y Extracción (AE2), Transporte Aéreo (AE26), Transporte Terrestre (AE24) y Minerales no Metálicos (AE15) son las actividades con mayores reducciones tanto en su utilización de capital como en trabajo, debido a que son las actividades que presentan los mayores aumentos en sus costos de producción, mientras que Salud y Trabajo Social (AE33), Educación (AE32) Administración Pública y Defensa (AE37) son los sectores que sustituyen trabajo por capital, ya que la renta real se reduce mientras que el salario real aumenta, por lo que el precio sectorial del valor agregado en dichas actividades aumenta más de lo que cae la renta real. El cuadro II.8 contiene los efectos detallados del impuesto al carbono sobre las actividades económicas.

Cuadro II.8: (Continuación)

Sector	PY	PQ	Q	Y	KA	LA	X	M
AE20	0.020%	0.013%	-0.109%	-0.116%	-0.099%	-0.149%	-0.009%	-0.027%
AE21	0.004%	0.004%	-0.084%	-0.084%	-0.075%	-0.126%	0.030%	-0.050%
AE22	0.005%	0.005%	-0.092%	-0.092%	-0.083%	-0.134%	0.028%	-0.055%
AE23	0.009%	0.009%	-0.098%	-0.098%	-0.088%	-0.138%	0.019%	-0.057%
AE24	0.112%	0.105%	-0.164%	-0.171%	-0.155%	-0.205%	-0.187%	-0.034%
AE25	0.020%	0.017%	-0.086%	-0.089%	-0.075%	-0.125%	-0.003%	-0.039%
AE26	0.216%	0.199%	-0.241%	-0.258%	-0.232%	-0.282%	-0.394%	-0.015%
AE27	0.015%	0.013%	-0.116%	-0.118%	-0.108%	-0.158%	0.007%	-0.075%
AE28	0.012%	0.011%	-0.091%	-0.092%	-0.079%	-0.129%	0.013%	-0.057%
AE29	0.008%	0.008%	-0.095%	-0.096%	-0.081%	-0.132%	0.021%	-0.061%
AE30	-0.003%	-0.003%	-0.078%	-0.077%	-0.077%	-0.127%	0.000%	-0.059%
AE31	0.016%	0.016%	-0.102%	-0.102%	-0.080%	-0.131%	0.005%	-0.057%
AE32	0.034%	0.034%	-0.016%	-0.017%	0.029%	-0.022%	0.000%	-0.014%
AE33	0.031%	0.030%	-0.026%	-0.027%	0.011%	-0.040%	0.000%	-0.020%
AE34	0.010%	0.010%	-0.089%	-0.089%	-0.080%	-0.130%	0.000%	-0.059%
AE35	0.014%	0.014%	-0.089%	-0.089%	-0.078%	-0.128%	0.000%	-0.056%
AE36	0.039%	0.039%	-0.131%	-0.131%	0.000%	-0.131%	0.000%	0.000%
AE37	0.047%	0.046%	0.000%	-0.001%	0.049%	-0.001%	0.000%	-0.001%

Nota: PY=Precio de la producción interna, PQ=Precio de la producción total, Q=Producción total, Y=Producción interna, KA=Demanda de capital, LA=Demanda de trabajo, X=Exportaciones, M=Importaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Sector Externo

La caída en la producción de la economía provoca una baja en la demanda por importaciones de los sectores que son importadores netos. La baja en las importaciones va desde 0.038% en el caso del sector Electricidad (AE03) hasta 0.208% de la Minería y Extracción (AE2).

Puesto que casi todos los precios internos suben, cae el precio relativo de los precios internos en relación a los precios externos, esto genera un ligero aumento en la demanda por productos extranjeros de sectores como Salud y Trabajo Social (AE33), Petroquímica (AE12), Educación (AE32) y Administración Pública y Defensa (AE37), en estos sectores se da fuertemente una sustitución de la producción doméstica por importaciones dado que son sectores donde se da un fuerte gasto gubernamental.

Por otro lado, las exportaciones se reducen en todos los sectores debido al incremento en los precios y la baja en la competitividad en el mercado internacional, ubicándose las reducciones entre 1.573% y 0.007%. Los sectores que más disminuyen sus exportaciones son Petroquímica (AE12), Transporte Aéreo (AE26), Transporte Terrestre (AE24), Electricidad (AE3) y Minerales no Metálicos (AE15) con reducciones de 1.573, 0.431, 0.224, 0.164 y 0.124 por ciento respectivamente. (Cuadro II.8).²⁵

Hogares

La disminución en la demanda de trabajo y capital genera un efecto ingreso negativo en los hogares. Notemos que la caída en el ingreso disponible de las familias varía entre 0.017 y 0.101 por ciento.

Tanto en zonas rurales como urbanas, el ingreso disponible de los hogares no pobres se reduce más que el de los hogares pobres, ya que el ingreso laboral y por renta de capital tienen mayor peso como fuente de recursos para este tipo de familias. Cabe comentar que los resultados muestran un patrón diferente según género y estrato socioeconómico. Entre los hogares no pobres, tanto en el área urbana como la rural, los encabezados por hombres (H6 y H8) se ven más afectados que los encabezados por mujeres (H2 y H4). Mientras que, entre los hogares pobres, los más afectados son los hogares del área urbana encabezados por hombres (H7) y los hogares del área rural encabezados por mujeres (H1).

Como se puede observar en el cuadro II.9, el costo de la canasta de consumo (IPH) de los hogares rurales sufre un mayor incremento, en este grupo de hogares, los más

²⁵El ahorro del sector externo se mantiene fijo.

afectados son los pobres (H1 y H5) y se ve una clara diferencia según género del jefe de hogar, es decir con el mismo nivel sociodemográfico y condición de pobreza los hogares encabezados por mujeres presentan un mayor incremento en la canasta de consumo. (H1, H2, H3 y H4).

Con la caída del ingreso disponible y el aumento del costo de la canasta, los hogares reducen su consumo y ahorro. Los hogares encabezados por hombres no pobres (H6 y H8) son los que presentan una mayor caída en el consumo agregado. Asimismo, se identifican las siguientes diferencias por género: si los hogares son no pobres, los encabezados por hombres (H6 y H8) exhiben una mayor caída en el consumo que los encabezados por mujeres (H2 y H4) y; si los hogares son pobres, los encabezados por mujeres reducen más su consumo (H1 y H3) que los encabezados por hombres (H5 y H7).

Cuadro II.9: Efectos del impuesto a los sectores AE2 y AE12 sobre los hogares.

Hogar	IT	ID	IG	IPC	CH	SH
H1	-0.023%	-0.024%	-0.074%	0.058%	-0.071%	0.000%
H2	-0.073%	-0.072%	-0.090%	0.054%	-0.116%	-0.072%
H3	-0.023%	-0.023%	-0.075%	0.049%	-0.063%	0.000%
H4	-0.072%	-0.070%	-0.094%	0.038%	-0.101%	0.000%
H5	-0.016%	-0.017%	-0.075%	0.056%	-0.063%	0.000%
H6	-0.088%	-0.088%	-0.101%	0.050%	-0.128%	-0.088%
H7	-0.025%	-0.025%	-0.077%	0.047%	-0.063%	0.000%
H8	-0.101%	-0.101%	-0.103%	0.033%	-0.128%	-0.101%

Fuente: Elaboración propia

Gobierno

Los ingresos gubernamentales aumentaron 0.040%, esto debido principalmente a un efecto neto positivo, es decir el impuesto al carbono compensó la menor recaudación esperada, debido a la disminución en la actividad productiva y en el ingreso de los hogares. Y ya que se mantuvo el déficit del gobierno fijo como regla de cierre, el gasto gubernamental también aumentó (0.048%). El cambio en los gastos fue vía un aumento en la producción del bien agregado de consumo de gobierno y de transferencias a los hogares.

3.3.2 Escenario B

En este escenario el gobierno determina exógenamente su nivel de consumo y endógenamente su nivel de ingreso y déficit.

Efectos agregados

En general, los efectos agregados se siguen manteniendo para esta simulación, la diferencia es la magnitud, en este ejercicio casi todas las variables agregadas sufren un cambio más pequeño en comparación con la primera simulación, excepto que la recaudación es mayor y la renta real cae en mayor proporción. El cuadro II.10 muestra el impacto del choque sobre las variables agregadas.

Cuadro II.10: Efectos agregados del impuesto a los sectores AE2 y AE12.

Cuentas agregadas	Impacto
Producción interna (Y)	-0.066%
Producción total (Q)	-0.060%
Importaciones (M)	-0.024%
Exportaciones (X)	-0.040%
Demanda derivada de trabajo (LA)	-0.072%
Demanda derivada de capital (KA)	-0.054%
Salario real (w)	0.020%
Renta real (r)	-0.030%
Ingreso disponible (ID)	-0.060%
Consumo privado (CH)	-0.072%
Ahorro privado (SH)	-0.072%
Ingreso de gobierno (IngG)	0.079%
Gasto de gobierno (GG)	0.000%
Inversión (I)	-0.024%

Fuente: Elaboración propia

Efectos desagregados

Precios

Los precios de los proveedores de combustibles fósiles, tal como Petroquímica (0.511%) y Minería y Extracción (0.013%) son afectados directamente debido al impuesto al carbono, mientras que otros sectores que utilizan como insumos los productos vendidos por dichos sectores, como Transporte Aéreo (0.197%), Transporte Terrestre (0.094%), Electricidad (0.064%), Administración Pública y Defensa (0.029%) y Minerales no Metálicos (0.023%) son afectados de manera indirecta.

Por otro lado, los sectores que presenta una mayor caída en su precio son Inmobiliario (AE30), Comercio al por Mayor (AE21), Comercio al por Menor (AE22), Gas (AE5) e Intermediación Financiera (AE29), esto es porque presentan menores costos de producción por la caída del 0.030% del precio del capital (A diferencia del escenario A,

en este escenario para cumplir con la Ley de Walras, la renta real cae en mayor proporción). (Cuadro II.11)

Sectores productivos

La producción total (Q), la producción interna (Y) y el valor agregado (VA) caen. Petroquímica (AE12), Transporte Aéreo (AE26), Minería y Extracción (AE2), Transporte Terrestre (AE24) y Hogares que emplean personal doméstico (AE36) son los sectores que más se ven afectados en esos rubros.

Cuadro II.11: Efectos del impuesto a los sectores AE2 y AE12 sobre las actividades económicas.

Sector	PY	PQ	Q	Y	KA	LA	X	M
AE1	-0.005%	-0.004%	-0.033%	-0.033%	-0.025%	-0.075%	0.009%	-0.038%
AE2	0.013%	0.012%	-0.180%	-0.180%	-0.178%	-0.228%	-0.038%	-0.168%
AE3	0.064%	0.057%	-0.070%	-0.077%	-0.068%	-0.118%	-0.127%	-0.013%
AE4	0.001%	0.001%	-0.047%	-0.047%	-0.030%	-0.080%	0.000%	-0.046%
AE5	-0.012%	-0.011%	-0.051%	-0.050%	-0.048%	-0.099%	0.000%	-0.062%
AE6	0.006%	0.006%	-0.024%	-0.025%	-0.002%	-0.053%	0.000%	-0.018%
AE7	-0.003%	-0.003%	-0.042%	-0.042%	-0.035%	-0.085%	0.006%	-0.045%
AE8	-0.002%	-0.001%	-0.030%	-0.029%	-0.014%	-0.064%	0.004%	-0.031%
AE9	0.000%	0.000%	-0.042%	-0.042%	-0.022%	-0.072%	0.001%	-0.042%
AE10	0.011%	0.010%	-0.037%	-0.038%	-0.019%	-0.069%	-0.032%	-0.027%
AE11	0.009%	0.008%	-0.043%	-0.044%	-0.030%	-0.080%	-0.028%	-0.035%
AE12	0.511%	0.366%	-0.325%	-0.469%	-0.458%	-0.508%	-1.518%	0.040%
AE13	0.004%	0.003%	-0.054%	-0.054%	-0.045%	-0.096%	-0.012%	-0.050%
AE14	0.003%	0.002%	-0.032%	-0.033%	-0.018%	-0.068%	-0.008%	-0.030%
AE15	0.023%	0.021%	-0.047%	-0.049%	-0.039%	-0.090%	-0.069%	-0.026%
AE16	0.001%	0.001%	-0.024%	-0.024%	-0.016%	-0.067%	-0.002%	-0.024%
AE17	-0.003%	-0.002%	0.000%	0.001%	0.015%	-0.035%	0.009%	-0.001%
AE18	0.004%	0.001%	-0.014%	-0.017%	0.003%	-0.047%	-0.012%	-0.013%
AE19	-0.006%	-0.004%	-0.004%	-0.002%	0.009%	-0.041%	0.019%	-0.008%

Nota: PY=Precio de la producción interna, PQ=Precio de la producción total, Q=Producción total, Y=Producción interna, KA=Demanda de capital, LA=Demanda de trabajo, X=Exportaciones, M=Importaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que Petroquímica (AE12), Transporte Aéreo (AE26), Minería y Extracción (AE2), Transporte Terrestre (AE24) y Electricidad (AE3) son las actividades que presentan los mayores aumentos en sus costos de producción, son las actividades con mayores reducciones tanto en su utilización de capital como en trabajo. Por otro lado,

Administración Pública y Defensa (AE37), Educación (AE32), Maquinaria (AE17), Equipo de Transporte (AE19), Salud y Trabajo Social (AE33) y Equipo eléctrico y óptico (AE18) son los sectores que sustituyen trabajo por capital, ya que la renta real se reduce mientras que el salario real aumenta, por lo que el precio sectorial del valor agregado en dichas actividades aumenta más de lo que cae el precio del capital. En el cuadro II.11 se pueden observar los efectos detallados del impuesto al carbono sobre las actividades económicas.

Cuadro II.11: (Continuación)

Sector	PY	PQ	Q	Y	KA	LA	X	M
AE20	0.002%	0.001%	-0.028%	-0.029%	-0.011%	-0.062%	-0.009%	-0.027%
AE21	-0.015%	-0.015%	-0.035%	-0.035%	-0.026%	-0.076%	0.030%	-0.050%
AE22	-0.014%	-0.014%	-0.041%	-0.041%	-0.032%	-0.082%	0.028%	-0.055%
AE23	-0.009%	-0.009%	-0.048%	-0.047%	-0.037%	-0.087%	0.019%	-0.057%
AE24	0.094%	0.088%	-0.121%	-0.127%	-0.111%	-0.162%	-0.187%	-0.034%
AE25	0.002%	0.001%	-0.041%	-0.041%	-0.027%	-0.077%	-0.003%	-0.039%
AE26	0.197%	0.182%	-0.196%	-0.212%	-0.185%	-0.236%	-0.394%	-0.015%
AE27	-0.003%	-0.003%	-0.072%	-0.072%	-0.061%	-0.111%	0.007%	-0.075%
AE28	-0.006%	-0.006%	-0.051%	-0.051%	-0.038%	-0.088%	0.013%	-0.057%
AE29	-0.011%	-0.010%	-0.051%	-0.051%	-0.037%	-0.087%	0.021%	-0.061%
AE30	-0.022%	-0.022%	-0.037%	-0.037%	-0.036%	-0.087%	0.000%	-0.059%
AE31	-0.003%	-0.003%	-0.054%	-0.054%	-0.032%	-0.083%	0.005%	-0.057%
AE32	0.015%	0.015%	-0.029%	-0.029%	0.016%	-0.034%	0.000%	-0.014%
AE33	0.012%	0.012%	-0.032%	-0.033%	0.005%	-0.045%	0.000%	-0.020%
AE34	-0.009%	-0.008%	-0.051%	-0.050%	-0.041%	-0.091%	0.000%	-0.059%
AE35	-0.004%	-0.004%	-0.052%	-0.052%	-0.040%	-0.090%	0.000%	-0.056%
AE36	0.020%	0.020%	-0.087%	-0.087%	0.000%	-0.087%	0.000%	0.000%
AE37	0.029%	0.028%	-0.029%	-0.030%	0.020%	-0.030%	0.000%	-0.001%

Nota: PY=Precio de la producción interna, PQ=Precio de la producción total, Q=Producción total, Y=Producción interna, KA=Demanda de capital, LA=Demanda de trabajo, X=Exportaciones, M=Importaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Sector Externo

La baja en el PIB ocasiona una caída en las importaciones que oscila entre 0.001% y 0.168%. A diferencia de la simulación anterior, en este ejercicio el sector Petroquímica (AE12) muestra un aumento en la demanda de importaciones del 0.040%, ya que en este sector se da fuertemente una sustitución de la producción doméstica por importaciones dado que es una actividad donde cae el precio relativo interno respecto al externo.

Por otro lado, algunos sectores reducen sus exportaciones debido al incremento en los precios y la baja en la competitividad en el mercado internacional. Los sectores que más disminuyen sus exportaciones son Petroquímica (AE12), Transporte Aéreo (AE26), Transporte Terrestre (AE24), Electricidad (AE3) y Minerales no Metálicos (AE15). Mientras que en sectores como Comercio al por Mayor (AE21), Comercio al por Menor (AE22), Intermediación Financiera (AE29), Equipo de Transporte (AE19) y, Comercio al por mayor de vehículos automotores, venta al por menor de combustible (AE23) sucede lo contrario es decir la baja en sus precios internos se traduce en mayor competitividad en el mercado externo por lo que sus exportaciones aumentan (Cuadro II.11).

Hogares

Debido a las caídas en las demandas de trabajo y capital se genera un efecto ingreso negativo en las familias. La disminución en el ingreso disponible oscila entre el 0.017 y 0.073 por ciento.

Cuadro II.12: Efectos del impuesto a los sectores AE2 y AE12 sobre los hogares.

Hogar	IT	ID	IG	IPC	CH	SH
H1	-0.019%	-0.019%	-0.055%	0.039%	-0.049%	0.000%
H2	-0.050%	-0.049%	-0.066%	0.035%	-0.076%	-0.049%
H3	-0.017%	-0.017%	-0.056%	0.031%	-0.041%	0.000%
H4	-0.052%	-0.051%	-0.068%	0.019%	-0.065%	0.000%
H5	-0.017%	-0.017%	-0.056%	0.037%	-0.046%	0.000%
H6	-0.066%	-0.065%	-0.073%	0.031%	-0.089%	-0.065%
H7	-0.020%	-0.020%	-0.057%	0.029%	-0.041%	0.000%
H8	-0.074%	-0.073%	-0.075%	0.014%	-0.083%	-0.073%

Fuente: Elaboración propia

Los resultados evidencian patrones diferentes según condición de pobreza, estrato socioeconómico y género. En los hogares no pobres, tanto en el área urbana como la rural, los encabezados por hombres se ven más afectados que los encabezados por mujeres. Entretanto, si nos enfocamos en los hogares pobres, los más afectados son los hogares del área urbana encabezados por hombres y los hogares del área rural encabezados por mujeres. Además, tanto en zonas rurales como urbanas, el ingreso disponible de las familias no pobres se reduce más que el de las pobres. Por otro lado, el costo de la canasta de consumo (IPH) de los hogares rurales sufre un aumento mayor, sienten los hogares pobres los más afectados. Con el mismo nivel

sociodemográfico y condición de pobreza los hogares encabezados por mujeres presentan un mayor incremento en la canasta de consumo.

Al disminuir el ingreso e incrementarse el costo de la canasta, las familias disminuyen sus niveles de consumo y ahorro. Los hogares encabezados por hombres no pobres son los que presentan una mayor caída en el consumo agregado. (Cuadro II.12)

Gobierno

Al caer la producción y los ingresos de los hogares se esperaba una menor recaudación, pero el efecto neto fue positivo gracias al impuesto al carbono por lo que el ingreso gubernamental aumento 0.079% (la recaudación en este ejercicio es mayor que en la simulación anterior). Debido a que se mantuvo el gasto del gobierno fijo como regla de cierre, el superávit gubernamental se incrementó 0.464 por ciento.

3.4 Conclusiones

Los modelos de equilibrio general (MEG) son una herramienta muy útil para analizar impactos de políticas públicas en la redistribución del ingreso y en el nivel de actividad. Desagregado apropiadamente, un modelo de este tipo puede contribuir significativamente a la comprensión de los efectos de género en diversas cuestiones económicas. Penosamente aun es escasa la literatura donde se diferencien los hogares por el género del jefe del hogar.

Por esa razón este estudio documenta la construcción de un MEG, con el objetivo de evaluar los efectos potenciales derivados de la introducción de un impuesto sobre el carbono en la economía mexicana. Incluye 37 actividades y 37 bienes. También define categorías de hogar según condición de pobreza (pobres y no pobres); género (jefe de familia masculino o femenino); y estrato sociodemográfico (urbano o rural). El modelo permite identificar cuáles sectores de la economía serían los más afectados y analiza las implicaciones distributivas de estos choques en los hogares.

En México se estableció a partir del 2014, como parte de la Reforma Fiscal, un impuesto a las emisiones de GEI producidos por la quema de combustibles fósiles, por lo que este trabajo es pertinente dada la introducción de ese impuesto en el país, lo que permite dar un aproximado cualitativo de que se afecta en la economía.

Se llevó a cabo una simulación que refleja la situación en donde se introduce un impuesto en el sector Minería y Extracción (AE2) del 0.03% y en el sector Petroquímica

(AE12) del 0.50%. Para enriquecer el presente estudio, se realizaron dos escenarios considerando diferentes reglas de cierre del modelo. Un escenario A en donde el superávit gubernamental es fijo, mientras que los ingresos y gastos del gobierno varían y un escenario B donde ahora el gasto gubernamental es fijo y los ingresos y el superávit son variables, en ambos escenarios los efectos agregados se mantienen solamente cambiando la magnitud del efecto.

La aplicación del impuesto implica un incremento directo del 0.03% en el costo unitario del sector Minería y Extracción (AE2) y del 0.5% sobre el costo unitario en el sector Petroquímica (AE12), lo que se traduce en una disminución de la actividad de dichos sectores, en su producción y demanda de insumos intermedios. De igual forma, aumentan los costos de producción de los sectores económicos que utilizan insumos provenientes de dichos sectores, lo que ocasiona un incremento en sus precios, que a su vez provoca una caída en la demanda y por ende en la producción total. Las actividades Petroquímica (AE12), Transporte Aéreo (AE26) y, Minería y Extracción (AE2) son los sectores más afectados debido al choque.

Por lo anterior, se reduce la demanda de trabajo y capital, lo que ocasiona una baja en el ingreso disponible de las familias y, en conjunto con el aumento del costo de la canasta básica, ocasiona una baja en las demandas de consumo y ahorro privado de las familias. Por otro lado, los ingresos gubernamentales aumentan como consecuencia de un efecto neto positivo, es decir el impuesto al carbono compensó la menor recaudación esperada, debido a la disminución en la actividad productiva y en el ingreso de los hogares.

Con respecto a los hogares, tanto en zonas rurales como urbanas, los hogares no pobres son los que presentan una caída mayor en el ingreso disponible, por lo que podríamos concluir que el impuesto es del tipo progresivo, al igual que lo encontrado por Boyd e Ibararán (2002), pero contrario a Chapa y Ortega (2017) que encuentran efectos regresivos en el área urbana. Cabe mencionar también que los resultados muestran un patrón diferente según género y estrato socioeconómico. Entre los hogares no pobres, tanto en el área urbana como la rural, los encabezados por hombres se ven más afectados que los encabezados por mujeres; mientras que, entre los hogares pobres, los más afectados son los hogares del área urbana encabezados por hombres y los hogares del área rural encabezados por mujeres.

El Gobierno Federal, como se mencionó anteriormente, impuso un impuesto al carbono con la finalidad de reducir las conductas que afectan al medio ambiente. Esto,

en teoría, presentaría una gran área de oportunidad ya que permitiría reducir las emisiones de CO2 y promover fuentes alternativas de energía como las renovables. No obstante, las ventajas que prometía el impuesto se han quedado en el papel.

Las cuotas que se pagan por las emisiones no han generado un verdadero impacto, probablemente por el precio bajo, esto si lo comparamos con el promedio mundial. Por lo tanto, no se convierte en un verdadero impuesto verde, dado que no incentiva al uso racional de los energéticos, además de que realmente en el país no existen muchas alternativas de sustitución de combustibles fósiles. Por lo que se puede concluir que este impuesto tuvo más un fin recaudatorio, por lo que se sugiere que esos recursos adicionales sean asignados al uso de tecnología y combustibles más limpios.

Para finalizar, podemos comentar que los resultados de esta investigación están condicionados a: 1) Dada la especificación de la demanda, las elasticidades precio son unitarias, lo cual no necesariamente es cierto para todos los bienes y, 2) en el ejercicio se asume que no hay sustitución entre combustibles fósiles y energías renovables. No obstante, a pesar de las condicionantes anteriores, consideramos que este ejercicio es una buena primera aproximación a los efectos del impuesto al carbono en los sectores y hogares mexicanos.

3.5 Bibliografía

Acevedo, G., Chapa, J., Ramírez, N., & Santos, E. (2014). "Importancia de las remesas para la economía del estado de Nuevo León en un contexto de equilibrio general", en Chapa, J. & Treviño, L. (Eds.), *Pobreza y género desde una perspectiva feminista*, México: Pearson, pp. 77-118.

Alton, T., Arndt, C., Davies, R., Hartley, F., Makrelov, K., Thurlow, J., & Ubogu, D. (2014). "Introducing carbon taxes in South Africa". *Applied Energy*, 116, 344-354.

Arellano y Chapa (2017). Efecto del precio de la electricidad en los hogares mexicanos con perspectiva de género y condición de pobreza. *Análisis Económico. (Próximamente)*

Bach, S., Kohlhaas, M., Meyer, B., Praetorius, B., & Welsch, H. (2002). The effects of environmental fiscal reform in Germany: a simulation study. *Energy Policy*, 30(9), 803-811.

Boyd, R., & Ibararán, M. E. (2002). Costs of compliance with the Kyoto Protocol: a developing country perspective. *Energy Economics*, 24(1), 21-39.

Bravo, H. M., Castro, J. C., & Gutiérrez, M. Á. (2013). Efectos distributivos de la aplicación de un impuesto a la demanda de combustibles fósiles. *Economía Mexicana. Nueva Época*, 2, 407-439.

Bye, B. (2000). Environmental tax reform and producer foresight: An intertemporal computable general equilibrium analysis. *Journal of Policy Modeling*, 22(6), 719-752.

Chapa, J. & Ortega, A. (2017). Carbon Tax Effects on the Poor: A SAM Based approach. *(Forthcoming)*.

Comité Técnico para la Medición de la Pobreza, "Medición de la pobreza: variantes metodológicas y estimación preliminar", en Miguel Székely (coord.), 2005, Números que mueven al mundo: la medición de la pobreza en México, SEDESOL, CIDE, ANUIES, Miguel Ángel Porrúa, México, pp. 910.

Dawkins, C., Srinivasan, T. N., & Whalley, J. (2001). Calibration. *Handbook of econometrics*, 5, 3653-3703.

Gonzalez, F. (2012). Distributional effects of carbon taxes: The case of Mexico. *Energy Economics*, 34(6), 2102-2115.

Gottinger, H. W. (1998). Greenhouse gas economics and computable general equilibrium. *Journal of policy modeling*, 20(5), 537-580.

Goulder, L. H. (1995). Effects of carbon taxes in an economy with prior tax distortions: an intertemporal general equilibrium analysis. *Journal of Environmental economics and Management*, 29(3), 271-297.

Internacional Energy Agency (2016). México Energy Outlook. World Energy Outlook Special Report.

Johansen, L. (1960). A multi-sectorial study of economy growth. North-Holland, Amsterdam.

Kemfert, C., & Welsch, H. (2000). Energy-capital-labor substitution and the economic effects of CO₂ abatement: evidence for Germany. *Journal of Policy Modeling*, 22(6), 641-660.

Kumbaroğlu, G. S. (2003). Environmental taxation and economic effects: a computable general equilibrium analysis for Turkey. *Journal of Policy Modeling*, 25(8), 795-810.

Labandeira, J. M. & Rodriguez, M. (2005). Análisis de eficiencia y equidad de una reforma fiscal verde en España. *Cuadernos económicos de ICE*, (70), 207-225.

Landa, G., Reynès, F., Islas, I., Bellocq, F. X., & Grazi, F. (2015). *Towards a low carbon growth in Mexico: is a double dividend possible? A dynamic general equilibrium assessment* (No. 2015-24). Observatoire Francais des Conjonctures Economiques (OFCE).

O'Ryan, R., De Miguel, C. J., Miller, S., & Munasinghe, M. (2005). Computable general equilibrium model analysis of economywide cross effects of social and environmental policies in Chile. *Ecological Economics*, 54(4), 447-472.

Organization for Economic Co-operation and Development. (2014). OECD: economic, environmental and social statistics.

Scarf, H., & Shoven, J. (1984). Econometric methods for applied general equilibrium analysis. *Applied general equilibrium analysis*.

Scrimgeour, F., Oxley, L., & Fatai, K. (2005). Reducing carbon emissions? The relative effectiveness of different types of environmental tax: the case of New Zealand. *Environmental Modelling & Software*, 20(11), 1439-1448.

World Input-Output Database, WIOD Timmer, M. (2012). The World Input-Output Database (WIOD): Contents, Sources and Methods. European Commission.

Zhang, Z. X. (1998). Macroeconomic effects of CO2 emission limits: a computable general equilibrium analysis for China. *Journal of Policy Modeling*, 20(2), 213-250.

3.6 Anexos

A continuación, se describe la especificación del modelo utilizado en este capítulo.

Hogares

Los hogares toman sus decisiones de consumo y ahorro siguiendo un proceso de optimización en tres niveles. En todos los niveles, las preferencias de los hogares están representadas por funciones de utilidad Cobb-Douglas homogéneas de grado uno.

En el primer nivel, eligen el consumo agregado (CH_h) y el ahorro (S_h) maximizando su utilidad, sujeto a su ingreso disponible (ID_h):²⁶

$$(III.1) \text{Max } U_h = (CH_h)^{\alpha_h} (S_h)^{1-\alpha_h}$$

$$s.a \text{ } ID_h = PCH_h * (1 + VAT_h + NTPS_h) * CH_h + PS * S_h$$

$$(III.2) CH_h = \frac{\alpha_h * ID_h}{PCH_h(1 + VAT_h + NTPS_h)}$$

$$(III.3) S_h = \frac{(1-\alpha_h) * ID_h}{PS}$$

para $h=1,2,3,\dots,8$.

En el segundo nivel del proceso de optimización, los hogares eligen cuánto consumir en el país (CDO_h) y cuanto en el extranjero (CEx_h), sujeto al valor del consumo agregado determinado en el paso anterior:²⁷

$$(III.4) \text{Max } d_h = (CDO_h)^{\beta_h} (CEx_h)^{1-\beta_h}$$

$$s.a \text{ } CH_h * PCH_h = PCDO_h * CDO_h + PCEX * CEx_h$$

$$(III.5) CDO_h = \frac{\beta_h * CH_h * PCH_h}{PCDO_h}$$

$$(6) CEx_h = \frac{(1 - \beta_h) * CH_h * PCH_h}{PCEX}$$

para $h=1,2,3,\dots,8$.

En el tercer nivel del proceso de optimización, los hogares deciden cuanto consumir de cada bien final, maximizando su utilidad, dado los precios de los bienes finales (PY_j), sujeto al consumo doméstico elegido anteriormente:²⁸

$$(III.7) \text{Max } \prod_{f=1}^{37} BC_{f,h}^{\delta_{f,h}}$$

$$s.a. \text{ } CDO_h = \sum_{f=1}^{37} PY_f * BC_{f,h}$$

²⁶ PCH_h es el precio del consumo agregado; VAT_h es la tasa de impuesto al valor agregado; $NTPS_h$ es la tasa de impuesto sobre productos; PS es el precio del ahorro y se mantiene constante.

²⁷ d_h es el coeficiente de la función de utilidad Cobb-Douglas; $PCDO_h$ es el precio del consumo doméstico; $PCEX$ es el precio de importaciones para el consumo final que es exógeno.

²⁸ $\sum_{f=1}^{37} \delta_{f,h} = 1$; b_h es el coeficiente de la función Cobb-Douglas; $BC_{f,h}$ es el consumo del hogar h en el bien f .

$$(III.8) BC_{f,h} = \frac{\delta_{f,h} * CDO_h * PCDO_h}{PY_f}$$

para $h=1,2,3,\dots,8$; $f=1,2,3,\dots,37$.

El ingreso total de los hogares (IT_h) proviene del pago que reciben por ser los dueños de los factores productivos, trabajo ($LH_{h,l}$) y capital (KH_h); las transferencias del gobierno (TrG_h), las transferencias del sector externo (Rem_h) y otros ingresos no reportados (INR_h):²⁹

$$(III.9) IT_h = \sum_{l=1}^3 (PL_l * LH_{h,l}) + PK * KH_h + TrG_h + Rem_h + INR_h$$

para $h=1,2,3,\dots,8$; $l=1,2,3$.

Las familias contribuyen al sector público, pagando un impuesto por la venta de los factores productivos (TH_h); por lo tanto, el ingreso disponible (ID_h) y el ingreso gravable (IG_h) son:

$$(III.10) ID_h = IG_h * (1 - TH_h) + TrG_h + Rem_h + INR_h$$

$$(III.11) IG_h = \sum_{l=1}^3 (PL_l * LH_{h,l}) + PK * KH_h$$

para $h=1,2,3,\dots,8$; $l=1,2,3$.

Actividades Económicas

El modelo considera 37 sectores, y se asume que cada uno produce un bien homogéneo mediante una función de producción anidada en tres niveles.

En la primera etapa, el sector j elige cuánto demandar de cada tipo de ocupación ($LA_{l,j}$) y de capital (KA_j), minimizando el costo de generar valor agregado (VA_j) sujeto a la restricción tecnológica, tomando como dados los precios de los tipos de trabajo (PL_l) y del capital (PK):³⁰

$$(III.12) \text{Min} \sum_{l=1}^3 (PL_l * LA_{l,j} * (1 + SBG_j)) + PK * KA_j$$

$$s. a. VA_j = D_j KA_j^{y_{k,j}} \prod_{l=1}^3 LA_{l,j}^{y_{l,j}}$$

²⁹ l denota los tipos de ocupación; PL_l es el salario pagado al tipo de ocupación l ; PK es la renta pagada al capital.

³⁰ SBG_j son las contribuciones sociales efectivas a la seguridad social y D_j es el coeficiente del valor agregado del sector j .

para $j=1,2,3,\dots,37$; $l=1,2,3$; $k=1$.

El valor agregado se genera combinando trabajo y capital mediante una tecnología Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala, tal que: $\gamma_{k,j} + \sum_{l=1}^3 \gamma_{l,j} = 1$. Como resultado de este proceso, se obtienen las demandas derivadas de factores en función del nivel agregado y de los precios relativos de los tipos de trabajo y capital:

$$(III. 13) LA_{l,j} = \frac{\left(\frac{\gamma_{l,j} * VA_j}{PL_l}\right) * PVA_j}{1 + SBG_j}$$

$$(III. 14) KA_j = \left(\frac{\gamma_{k,j} * VA_j}{PK}\right) * PVA_j$$

para $j=1,2,3,\dots,37$; $l=1,2,3$; $k=1$.

En la siguiente etapa, el sector j decide cuánto demandar de bienes intermedios provistos por el mismo y/u otros sectores ($z_{i,j}$), así como de valor agregado (VA_j), a través de minimizar el costo de la producción interna sujeto a la restricción tecnológica, tomando como dados los precios de los bienes intermedios (PY_i) y del valor agregado (PVA_j):

$$(III. 15) \text{Min} \sum_{i=1}^{37} (PY_i * z_{i,j}) + PV_j * VA_j$$

$$\text{s. a. } Y_j = \text{Min} \left\{ \frac{z_{1,j}}{a_{1,j}}, \dots, \frac{z_{i,j}}{a_{i,j}}, \dots, \frac{z_{37,j}}{a_{37,j}}, \frac{VA_j}{va_j} \right\}$$

para $j=1,2,3,\dots,37$; $i=1,2,3,\dots,37$.

Donde la producción interna del sector j (Y_j) utiliza bienes intermedios y VA en proporciones fijas mediante una función de tipo Leontief; tal que $a_{i,j}$ es el requerimiento del insumo vendido por el sector i para producir una unidad del bien del sector j y, va_j es la cantidad necesaria de valor agregado por unidad de producto del sector j .

$$(III. 16) z_{i,j} = a_{i,j} * Y_j$$

$$(III. 17) VA_j = va_j * Y_j$$

para $j=1,2,3,\dots,37$.

Finalmente, la empresa elige el nivel de producción nacional (Y_j) y externa (M_j) que minimiza el costo total de ofertar el bien dentro del país, sujeto a la restricción tecnológica, tomando como dados los precios de la producción interna (PY_j) y externa

(PM_j):³¹

$$(III. 18) \text{Min } (PY_j * Y_j) * (1 + NTPN_j) + PM_j * M_j$$

$$\text{s. a. } Q_j = AQ_j Y_j^{\rho_j} M_j^{1-\rho_j}$$

para j=1,2,3,...,37.

De esta manera, la oferta total del sector j (Q_j) se obtiene combinando producción interna e importaciones, suponiendo una función Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala, lo cual permite cierto grado de sustitución entre ellas:

$$(III. 19) Y_j = \left(\frac{Q_j}{AQ_j(1 + NTPN_j)} \right) * \left[\frac{\rho_j * PM_j}{(1 - \rho_j) * PY_j} \right]^{(1-\rho_j)}$$

$$(III. 20) M_j = \left(\frac{Q_j}{AQ_j} \right) * \left[\frac{(1 - \rho_j) * PY_j}{\rho_j * PM_j} \right]^{\rho_j}$$

para j=1,2,3,...,37.

En el caso de los bienes finales de consumo (c_f), supondremos que los sectores eligen cuánto demandar de productos del sector i para el bien final f (q_{i,f}), minimizando el costo de ofrecer bienes de consumo sujeto a la restricción tecnológica:³²

$$(III. 21) \text{Min } \sum_{i=1}^{37} PQ_i * q_{i,f}$$

$$\text{s. a. } c_f = \text{Min } \left\{ \frac{q_{1,f}}{\varphi_{1,f}}, \dots, \frac{q_{i,f}}{\varphi_{i,f}}, \dots, \frac{q_{37,f}}{\varphi_{37,f}} \right\}$$

para i=1,2,3,...,37; y f=1,2,3,...,37.

De esta manera, la demanda de bienes provistos por el sector i para generar el bien final f es:

$$(III. 22) q_{i,f} = \varphi_{i,f} * c_f$$

para i=1,2,3,...,37; y f=1,2,3,...,37.

Bien de inversión

En esta economía, se cuenta sólo con un bien de inversión, tanto privada como pública, el cual es un agregado de bienes provistos por los sectores económicos (IDA). Se asumen que (IDA) es una función tipo Leontief con rendimientos constantes a escala, lo

³¹ NTPN_j es la tasa de impuesto a la producción AQ_j es el coeficiente de la función de producción total del sector j.

³² q_{i,f} es el requerimiento del bien del sector i por unidad del bien de consumo final f.

que significa que se requiere una proporción fija de bienes del sector i (μ_i) para ser destinada a la inversión, tal que:

$$(III.23) \text{IDA} = \text{Min} \left\{ \frac{I_1}{\mu_1}, \dots, \frac{I_i}{\mu_i}, \dots, \frac{I_{37}}{\mu_{37}} \right\}$$

De tal manera, se decide cuánto demandar de cada bien del sector i para invertir (I_i), minimizando el gasto total en inversión dados los precios de dichos bienes, sujeto al nivel de demanda agregada de inversión. El proceso de optimización es:

$$(III.24) \text{Min} \sum_{i=1}^{37} PQ_i * I_i$$

s. a. $\text{IDA} = \text{Min} \left\{ \frac{I_1}{\mu_1}, \dots, \frac{I_i}{\mu_i}, \dots, \frac{I_{37}}{\mu_{37}} \right\}$
para $i=1,2,3,\dots,37$.

Como resultado, la demanda de productos del sector i para la inversión es igual:

$$(III.25) I_i = \mu_i * \text{IDA}$$

Sector externo

La decisión del sector externo de cuánto demandar de productos nacionales queda fuera de los agentes participantes en el modelo, no obstante, se establece que las empresas de la economía interna tienen cierto poder de mercado y se enfrentan a una demanda con pendiente negativa.³³

$$(III.26) \text{Exp}_i = \text{Exp}0_i * \left(\frac{PX_i}{PY_i} \right)^{\theta_i}$$

para $i=1,2,3,\dots,37$.

Como una de las reglas de cierre del modelo, se establece que el ahorro del sector externo (SX) se mantiene constante.

Gobierno

El gobierno es un agente que elige cuánto consumir GE e invertir I_g mediante una función

tipo Leontief:

$$(III.27) U_g = \min\{GE, \omega I_g\}$$

³³ $\text{Exp}0_i$ es una medida de la participación de mercado con la que cuenta el sector i , PX_i es un agregado de precios externos del producto i y θ_i es la elasticidad precio de la demanda de exportaciones del sector i . Se utilizan las elasticidades de la demanda de exportaciones calculadas por Sobarzo (1994).

Por lo tanto, su condición maximizadora implica que su nivel de consumo e inversión guardan proporción fija:

$$(III.28) \omega = \frac{C_g}{I_g}$$

Las fuentes de ingreso del gobierno provienen de las rentas de capital (PK*KG) y de la recaudación de diversos impuestos.³⁴

$$(III.29) \text{INGG} \\ = PK * KG + RSBG + RNTPN + RNTPS + RVAT + RNTPSH + RTH$$

Sus ingresos los utiliza para financiar su gasto en consumo (CG), las transferencias que realiza a las familias (Trans), y la compra de bienes en el exterior (MG):

$$(III.30) GG = CG + Trans + MG$$

La diferencia entre el ingreso (INGG) y gasto del gobierno (GG) es igual al ahorro bruto (SG):

$$(III.31) SG = INGG - GG$$

En el modelo, como regla de cierre, el nivel de déficit permanece constante, por lo que tanto el gasto, como el ingreso gubernamental son variables.

Precios

Los precios de equilibrio resultan de sustituir los óptimos en las respectivas funciones de gastos y costos unitarios:

$$(III.32) PVA_j = \left(\frac{1}{D_j} \right) * \left[\prod_{l=1}^3 \left(\frac{PL_l}{\gamma_{l,j}} \right)^{\gamma_{l,j}} \right] * \left(\frac{PK}{\gamma_{k,j}} \right)^{\gamma_{k,j}}$$

$$(III.33) PY_j = \left(\sum_{i=1}^{37} a_{ij} * PY_j + va_j * PVA_j \right)$$

$$(III.34) PQ_j = \left(\frac{1}{AQ_j} \right) \left(\frac{PM_j}{1 - \rho_j} \right)^{(1-\rho_j)} \left(\frac{PY_j}{\rho_j} \right)^{\rho_j}$$

$$(III.35) PCH_h = \left(\frac{1}{d_h} \right) * \left(\frac{PCDO_h}{\beta_h} \right)^{\beta_h} * \left[\frac{PCEX}{(1 - \beta_h)} \right]^{(1-\beta_h)}$$

³⁴ RSBG es la recaudación de impuestos de las contribuciones sociales efectivas a la seguridad social, RNTPN es la recaudación de impuestos a la producción pagado por los sectores económicos, RNTPS es la recaudación de impuestos a los productos pagado por los sectores económicos, RVAT es la recaudación del impuesto al valor agregado, RNTPSH es la recaudación de impuestos a los productos pagado por los hogares y, RTH es la recaudación del impuesto al ingreso.

$$(III. 36) PCD_o_h = \frac{1}{b_h * \prod_{j=1}^{37} \left(\frac{\alpha_{jh}}{PY_j}\right)^{\alpha_{jh}}}$$

$$(III. 37) PY_f = PQ_j$$

para $j=1,2,3,\dots,37$; $i=1,2,3,\dots,37$; $l=1,2,3$; $k=1$; $f=1,2,3,\dots,37$; $h=1,2,3,\dots,8$

Equilibrio

En el equilibrio, para cada sector, la producción total debe ser igual a la demanda final. Este supuesto introduce la simultaneidad entre las elecciones de producción y de consumo en la economía:

$$(III. 38) Q_j = D_j - (1 - NTPS_j)$$

para $j=1,\dots,37$

La demanda total (D_j) para cada sector j viene dada por:³⁵

$$(III. 39) D_j = DI_j + C_j + GG_j + I_j + Exp_j$$

$$(40) DI_j = \sum_{j=1}^{37} z_{ij}$$

para $j=1,\dots,37$

³⁵ DI_j es la demanda interna, C_j son las ventas totales para el consumo privado del sector j .

REFLEXIONES FINALES

Estudios de energéticos que incorporen la perspectiva de género en México son pocos, por lo que aún existe mucho trabajo por hacer. En esta tesis se pretendió analizar el gasto bienes energéticos (primer capítulo), el aumento del precio de la electricidad (segundo capítulo), y un impuesto a los sectores Minería y Petroquímica (tercer capítulo) incorporando la perspectiva de género como valor agregado.

En el primer estudio se investigó las posibles diferencias en los patrones de gasto de un grupo de bienes energéticos (electricidad, gasolina magna, gasolina premium, gas natural, GLP, carbón y leña), entre los hogares encabezados por mujeres y hombres en el país. Para México, no hay intentos de estudiar el comportamiento del gasto en bienes energéticos de los hogares encabezados por mujeres por lo que el presente trabajo contribuye a la literatura, debido a que es uno de los primeros intentos en este país para el análisis el efecto del género del jefe de familia en los patrones de gasto de energía de los hogares. Se encontró que los HEM asignan, en términos generales una parte significativamente menor de su presupuesto a la gasolina magna y la gasolina premium y más para electricidad, gas natural, GLP y leña que los HEH. Además de que, la presencia de una jefa mujer disminuye la proporción del gasto dedicado a la gasolina magna, y la gasolina premium por 4.29 y 1.76 por ciento, respectivamente, mientras que incrementan la proporción en 0.68, 0.33, 0.28 y 0.14 por ciento para leña, gas natural, GLP y electricidad.

En el segundo estudio se documentó la construcción de una MCS para México, y utilizando un modelo de equilibrio general se examinó el impacto potencial de un aumento del 19.14% en el precio de la electricidad en 8 categorías de hogares, además se identificó cuáles sectores de la economía serían los más afectados y analiza las implicaciones distributivas de estos choques en los hogares. Se encontró que las actividades electricidad (AE3), administración pública y defensa (AE37), construcción (AE6), salud y trabajo social (AE33), y educación (AE32) fueron los sectores más afectados debido al choque. Respecto a los hogares, los resultados del ejercicio proporcionan evidencia para confirmar que, en un contexto de equilibrio general, en el grupo de hogares pobres se observa que los encabezados por mujeres son más afectados que los encabezados por hombres por el aumento en el precio de la electricidad.

Finalmente, en el tercer capítulo se documentó la construcción de un MEG, con el objetivo de evaluar los efectos potenciales derivados de la introducción de un impuesto

sobre el carbono en la economía mexicana. El modelo permitió identificar cuáles sectores de la economía serían los más afectados y analizar las implicaciones distributivas de estos choques en los hogares. Se llevó a cabo una simulación que refleja la situación en donde se introduce un impuesto en el sector Minería y Extracción (AE2) del 0.03% y en el sector Petroquímica (AE12) del 0.50%. La aplicación del impuesto implicó que las actividades Petroquímica (AE12), Transporte Aéreo (AE26) y, Minería y Extracción (AE2) fueran los sectores más afectados debido al choque. Con respecto a los hogares, se concluye que el impuesto es del tipo progresivo, además entre los hogares no pobres, tanto en el área urbana como la rural, los encabezados por hombres se ven más afectados que los encabezados por mujeres; mientras que, entre los hogares pobres, los más afectados son los hogares del área urbana encabezados por hombres y los hogares del área rural encabezados por mujeres.

Lamentablemente, en México, aun es escasa la literatura donde se diferencien los hogares por el género del jefe del hogar por lo que los tres artículos presentados en esta tesis se vuelven muy pertinentes.